



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
CENTRO DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**

**“METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE
INTERSECCIONES VIALES A NIVEL Y SU INCIDENCIA EN LA
MOVILIDAD URBANA DE CIUDADES DE HASTA 300.000
HABITANTES”**

AUTOR: DANNY DANIEL DURAN CABRERA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL, MENCIÓN
VIALIDAD.**

TUTOR: ARQ. LUISANA FRESIA CAMPUZANO VERA, M. Sc.

MACHALA

2023

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación, lo dedico principalmente a mis padres que me dieron la vida tan maravillosa que me tocado vivir, que sabido impartir en sus hijos, los valores de una familia para saber afrontar mis deberes y obligaciones frente a la sociedad.

También es dedicado de todo corazón a mi difunta abuelita Froilanda María Salazar Cabrera, quien supo guiarme en cada momento y sé muy bien que siempre está en cada lugar acompañándome con sus deseos de superación a base de la educación que me supo inculcar en conjunto con sus valores.

Y por último a quienes son la razón de mi constante superación, mis hijas que conjunto con mi esposa son el pilar para poder cumplir cada compromiso que adquirido.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos y cada uno de los docentes, que pese estar atravesando una pandemia a nivel mundial, su dedicación y esmero por impartir sus conocimientos en cada uno de los maestrantes.

Quiero agradecer también a mis Asesores que han sabido ser mi guía para el desarrollo de la presente tesis.

Agradezco en fin a mi familia que me apoyan siempre en cada paso que doy, ayudándome a fortalecer para querer ser cada día mejor.

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, Danny Daniel Duran Cabrera con c.c. 0703997627, declaro que el trabajo **“METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE INTERSECCIONES VIALES A NIVEL Y SU INCIDENCIA EN LA MOVILIDAD URBANA DE CIUDADES DE HASTA 300.000 HABITANTES”**, en opción al título de Magister en el Programa de Maestría en Ingeniería Civil - Mención Vialidad, es original y autentico; cuyo contenido: conceptos, definiciones, datos empíricos, criterios, comentarios y resultados son de mi exclusiva responsabilidad.



DANNY DANIEL DURAN CABRERA

C.C. 0703997627

Machala, 2023/03/17

REPORTE DE SIMILITUD URKUND/TURNITIN

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Luisana Fresia Campuzano Vera con C.C. 0704180611; tutor del trabajo de titulación **“METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE INTERSECCIONES VIALES A NIVEL Y SU INCIDENCIA EN LA MOVILIDAD URBANA DE CIUDADES DE HASTA 300.000 HABITANTES”**, en opción al título de Magister en el Programa de Maestría en Ingeniería Civil - Mención Vialidad, ha sido revisado, enmarcado con los procedimientos científicos, técnicos, metodológicos y administrativos establecidos por el Centro de Posgrado de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), razón por la cual doy fe de los méritos suficientes para que sea presentada la evaluación.



ARQ. LUISANA FRESIA CAMPUZANO VERA M. Sc.

C.C. 0704180611

Machala, 2023/03/17

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Danny Daniel Duran Cabrera, con C.C. 0703997627, autor del trabajo de titulación denominado **“METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE INTERSECCIONES VIALES A NIVEL Y SU INCIDENCIA EN LA MOVILIDAD URBANA DE CIUDADES DE HASTA 300.000 HABITANTES”**, en opción al título de Magister en el Programa de Maestría en Ingeniería Civil - Mención Vialidad, declaro bajo juramento que:

- El trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.
- Cede a la Universidad Técnica de Machala de forma exclusiva con referencia a la obra en formato digital los derechos de:
 - a. Incorporar la mencionada obra en el repositorio institucional para su demostración a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia *Creative Commons Attribution-NoComemercial* – Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NCSA 4.0); la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y Reglamento Institucional.
 - b. Adecuar a cualquier formato o tecnología de uso de INTERNET, así como correspondientemente como Autor la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.


DANNY DANIEL DURAN CABRERA

C.C. 0703997627

Machala, 2023/03/17

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la congestión vehicular en las intersecciones viales a nivel y su impacto en la movilidad urbana esto debido a que es un problema global que afecta tanto a países desarrollados como en vías de desarrollo, y se ha convertido en una característica común en los sistemas de transporte. Este fenómeno genera altos costos operativos, pérdida de tiempo para los usuarios, demoras prolongadas, tiempos de viaje extensos y un incremento en el consumo de combustible. Además, la congestión vehicular puede ser indicativo de una economía inestable, ya que una ciudad sin congestión puede experimentar una recesión o una disminución en su población. Para ello, se ha formulado una metodología de evaluación que se basa en tres criterios fundamentales: el nivel de servicio, el servicio de seguridad y la incidencia en la movilidad. Los resultados obtenidos en la evaluación de la intersección en estudio revelan su situación actual. En cuanto al nivel de servicio, se ha determinado que la intersección obtuvo una calificación de nivel D, lo que indica un rendimiento deficiente el servicio de seguridad, se ha calificado como regular esto se debe al índice de accidentes registrado en la intersección, que alcanza el 10%, además de una percepción de seguridad de la vía como regular, lo que indica la necesidad de mejorar la señalización vial para aumentar la seguridad en la intersección. En cuanto al servicio de movilidad, se ha calificado como muy mala, debido a la falta de comodidad para peatones, ciclistas y usuarios del transporte público, además de la falta de amigabilidad con el medio ambiente, la accesibilidad deficiente para personas discapacitadas y la percepción general de los usuarios indicando que los tiempos de espera superan los 2 minutos, afectando negativamente la fluidez y eficiencia del tráfico en la intersección. Todas estas características conllevan a calificar a la intersección como mala debido al manejo frente a la congestión de tráfico y su incidencia en la movilidad de la ciudad.

PALABRAS CLAVES:

Congestión vehicular, Intersecciones viales, Movilidad urbana, Evaluación, Nivel de servicio

ABSTRACT

The present study aims to evaluate vehicular congestion at road intersections and its impact on urban mobility. This is because it is a global problem that affects both developed and developing countries, and has become a common feature in transportation systems. This phenomenon leads to high operating costs, time loss for users, extended delays, long travel times, and an increase in fuel consumption. Additionally, vehicular congestion can be an indicator of an unstable economy, as a city without congestion may experience a recession or a decrease in population. For this purpose, an evaluation methodology has been formulated based on three key criteria: level of service, safety service, and mobility impact. The results obtained from the evaluation of the intersection under study reveal its current situation. In terms of the level of service, it has been determined that the intersection received a grade D rating, indicating poor performance. The safety service has been classified as regular, due to the accident rate recorded at the intersection, which reaches 10%, and a perceived regular safety level, highlighting the need to improve road signage to enhance safety at the intersection. As for the mobility service, it has been rated as very poor, attributed to the lack of comfort for pedestrians, cyclists, and users of public transportation, as well as the lack of environmental friendliness, inadequate accessibility for disabled individuals, and the general perception of users indicating wait times exceeding 2 minutes, negatively impacting traffic flow and efficiency at the intersection. All these characteristics lead to a rating of poor for the intersection due to its handling of traffic congestion and its impact on city mobility.

keywords:

Vehicular congestion, Road intersections, Urban mobility, Evaluation, Level of service

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA.....	4
REPORTE DE SIMILITUD URKUND/TURNITIN.....	5
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	6
CERTIFICACIÓN DE LA PUBLICACIÓN ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
ÍNDICE GENERAL	10
LISTA DE ILUSTRACIONES	11
LISTA DE TABLAS	12
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO 1: MARCO TEORICO	19
1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.	19
1.2. ANTECEDENTES CONCEPTUALES Y REFERENCIALES	20
1.3. ANTECEDENTES CONTEXTUALES.	28
CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
2.1 TIPO DE ESTUDIO O INVESTIGACIÓN REALIZADA.....	31
2.2 PARADIGMA O ENFOQUE DESDE EL CUAL SE REALIZÓ.....	31
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	31
2.4 MÉTODOS TEÓRICOS CON LOS MATERIALES UTILIZADOS	32
2.5 MÉTODOS EMPÍRICOS CON LOS MATERIALES UTILIZADOS.....	33
2.6 TÉCNICAS ESTADÍSTICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LOS DATOS OBTENIDOS 34	
2.5. OPERACIÓN DE VARIABLES.....	34

CAPÍTULO 3: PROPUESTA METODOLÓGICA	37
3.1. TÍTULO	37
3.2. ANTECEDENTE DE LA PROPUESTA.....	37
3.3. JUSTIFICACIÓN	38
3.4. OBJETIVO	38
3.5. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA	38
3.6. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	42
CAPÍTULO 4: RESULTADOS OBTENIDOS.....	46
4.1. RESULTADOS OBTENIDOS.	46
CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES:	65
BIBLIOGRAFÍA:.....	66
ANEXOS.....	70

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Límite urbano de la ciudad de Machala	30
Ilustración 2 ¿Con qué frecuencia transitas por la intersección Av. Colon Tinoco y Juan Palomino?.....	47
Ilustración 3 Histograma de velocidad en vía Juan Palomino.....	48
Ilustración 4 Histograma de velocidad en vía Colon Tinoco	49
Ilustración 5 ¿Has tenido algún incidente o accidente en la intersección?.....	53
Ilustración 6 ¿Cómo calificarías la seguridad de la intersección?.....	54
Ilustración 7 ¿Tienes alguna sugerencia para mejorar la intersección en términos de movilidad y seguridad vial?.....	55
Ilustración 8 ¿Consideras que la intersección es amigable con los peatones y ciclistas?	56
Ilustración 9 ¿Consideras que la intersección es cómoda y conveniente para los usuarios del transporte público?	57
Ilustración 10 ¿Consideras que la intersección es accesible para personas con discapacidad?.....	58

Ilustración 11 ¿Cuánto tiempo sueles esperar en la intersección durante las horas pico?	59
Ilustración 12 ¿Cómo calificarías la capacidad de la intersección para manejar el flujo de tráfico?	60
Ilustración 13 ¿Consideras que la intersección es amigable con el medio ambiente?.....	61
Ilustración 14 Aforo vehicular.....	72
Ilustración 15 Aforo vehicular.....	73
Ilustración 16 Aforo vehicular.....	74
Ilustración 17 Conteo de ciclo semafórico	74
Ilustración 18 Conteo de ciclo semafórico	75
Ilustración 19 Congestión vial.....	75
Ilustración 20 Congestión vial.....	76

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Variable dependiente	35
Tabla 2 Variable independiente.....	36
Tabla 3 Metodología de evaluación.....	42
Tabla 4 Descripción de evaluación del nivel de servicio	43
Tabla 5 Descripción de evaluación de servicio de seguridad.....	43
Tabla 6 Descripción de evaluación del servicio de movilidad	43
Tabla 7 Evaluación de intersecciones viales a nivel y su incidencia en la movilidad urbana	45
Tabla 8 ¿Con qué frecuencia transitas por la intersección Av. Colon Tinoco y Juan Palomino?.....	46
Tabla 9 Ciclo semafórico.....	50
Tabla 10 Nivel de servicio de intersección.....	51
Tabla 11 ¿Has tenido algún incidente o accidente en la intersección?.....	52
Tabla 12 ¿Cómo calificarías la seguridad de la intersección?.....	53
Tabla 13 ¿Tienes alguna sugerencia para mejorar la intersección en términos de movilidad y seguridad vial?	55
Tabla 14¿Consideras que la intersección es amigable con los peatones y ciclistas?	56

Tabla 15 ¿Consideras que la intersección es cómoda y conveniente para los usuarios del transporte público?	57
Tabla 16 ¿Consideras que la intersección es accesible para personas con discapacidad?.....	57
Tabla 17 ¿Cuánto tiempo sueles esperar en la intersección durante las horas pico?	59
Tabla 18 ¿Cómo calificarías la capacidad de la intersección para manejar el flujo de tráfico?	60
Tabla 19 ¿Consideras que la intersección es amigable con el medio ambiente?	61
Tabla 20 Evaluación de intersección	62
Tabla 21 Calculo de nivel de servicio	70

INTRODUCCIÓN

Importancia del tema

La congestión del tráfico es un problema global de gran relevancia tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. Su presencia cada vez más frecuente en los sistemas de transporte urbano por carretera genera numerosos impactos negativos, tales como altos costos operativos, pérdida de tiempo para los usuarios, demoras prolongadas, tiempos de viaje extensos y un aumento en el consumo de combustible. En este contexto, la importancia de la presente investigación radica en abordar los graves problemas de tránsito presentes en diversas zonas urbanas. Se propone el uso de una metodología que permitirá una mejor selección al momento de definir una evaluación de intersección vial a nivel. Mediante el mejoramiento de las intersecciones viales, se podrán reducir problemas relacionados con el tiempo necesario para llegar a los destinos, costos más económicos al evitar largos períodos de tiempo en el tránsito, reducción de la contaminación por emisiones de gases y disminución de los problemas sociales derivados del aumento de estrés causado por la congestión vehicular. La novedad de esta investigación radica en la propuesta de una metodología específica para evaluar las intersecciones viales a nivel, considerando su impacto en la movilidad urbana. Aunque existen estudios previos sobre la congestión del tráfico, esta investigación busca ofrecer una perspectiva novedosa y precisa para identificar los puntos críticos de congestión y proponer soluciones efectivas en la ciudad de Machala. La aplicación de esta metodología permitirá un enfoque más eficiente y dirigido a la resolución de los problemas de movilidad urbana, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y fomentar un entorno propicio para el crecimiento económico.

Para un país en desarrollo es muy difícil contar con un sistema vial conformado por este tipo de intersecciones a fin de evitar comprometer la seguridad de los usuarios. Las ciudades dependen mucho de sus sistemas viales y muchas veces, estos sistemas tienen que operar por arriba de su capacidad, con el fin de satisfacer los incrementos de demanda por servicios de transporte, ya sea para tránsito de vehículos livianos, tránsito comercial, transporte público, acceso a las distintas propiedades o estacionamientos, etc.

El transporte está conectado al movimiento comercial, por lo que todos los proyectos de transporte deben tomar en cuenta esa integración hasta en los más mínimos detalles de su concepción y ejecución. La repercusión que tiene el incremento de

vehículos automotores con el aumento del número de accidentes viales se analiza ampliamente para identificar las causas de la accidentalidad, destacándose las que son consecuencia de un mal diseño de las vías urbanas y las que se deben a una falta de criterios sobre seguridad vial para una mejor adaptación de sistemas de control

Actualidad de la problemática que se enfrenta

En la ciudad de Machala, los embotellamientos afectan negativamente el uso de las vías y las actividades diarias. Hoy en día, la congestión amenaza el crecimiento de las economías urbanas al limitar la movilidad de los usuarios de las carreteras y aumentar las demoras y el consumo de combustible. Por lo tanto, para reducir el problema de la congestión, es importante evaluar las posibles causas de la congestión, el desempeño de la intersección y los niveles de servicio para que el tráfico fluya sin problemas y de manera eficiente. Hasta un cierto nivel de tránsito, los vehículos pueden circular a una velocidad relativamente libre, determinada por los límites de velocidad, la frecuencia de las intersecciones, etc. Sin embargo, a volúmenes mayores, cada vehículo adicional dificulta el desplazamiento de los demás, es decir, comienza el fenómeno de la congestión.

Formulación del problema científico.

La movilidad urbana en ciudades de tamaño medio presenta desafíos significativos debido a la congestión del tráfico y los embotellamientos recurrentes, los cuales impactan negativamente la calidad de vida de los ciudadanos y la eficiencia de las actividades económicas. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es desarrollar una metodología de evaluación de intersecciones viales a nivel que permita identificar de manera precisa los puntos críticos de congestión y proponer soluciones efectivas para mejorar la fluidez del tráfico y reducir los tiempos de viaje en la ciudad de Machala. Por ello nos planteamos la siguiente interrogante: ¿Cómo influye en la movilidad urbana la congestión de tráfico en intersecciones a nivel?

Delimitación del objeto de estudio

El estudio se basa en la intersección vial en la av. Colon Tinoco y av. Juan Palomino del cantón Machala. La ciudad de Machala por su tamaño de población representa la cuarta ciudad de Ecuador. Para el año 2010 registra una población de 245 972 habitantes según el Instituto nacional de estadística y censos (INEC).

Delimitación de las causas que originan el problema científico

Para resolver los graves problemas de tránsito en diferentes zonas urbanas, expertos apuestan por el mejoramiento de las intersecciones viales, ya que éstas al contar con una sobresaturación de vehículos en los cruces generan: problemas tanto en el tiempo que tiene cada conductor para llegar a su destino; en el costo económico al estar un largo período de tiempo en el tránsito; en la contaminación debido a las emisiones de los vehículos de combustión y por los problemas sociales que se crean por el aumento de estrés

Objetivo general de la investigación

Evaluar la congestión vehicular en las intersecciones viales a nivel y su incidencia en la movilidad urbana mediante el análisis de criterios para mejorar la movilización vehicular y peatonal en ciudades de hasta 300.000 habitantes

Objetivos Específicos:

- Identificar los fundamentos teóricos para evaluar la congestión vehicular en las intersecciones viales a nivel y su incidencia en la movilidad urbana de ciudades de hasta 300.000 habitantes
- Caracterizar la congestión vehicular en intersecciones viales y su incidencia en la movilidad urbana en ciudades hasta 300.000 habitantes
- Formular una metodología de evaluación de intersecciones viales a nivel y su incidencia en la movilidad urbana de ciudades de hasta 300.000 habitantes

Diseño metodológico

Se necesita desarrollar una metodología para evaluar la congestión en intersecciones viales a nivel con el propósito de evaluar el desempeño de la intersección Av. Colon Tinoco y Av. Juan Palomino, cuantificar su congestión vehicular y su contribución en la incidencia de movilidad urbana en la ciudad de Machala. El presente trabajo se hizo uso del método descriptivo y analítico, el procedimiento es el siguiente: Se identificó las intersecciones a evaluarse y se realizó el aforo de las mismas. Además, se describió la situación actual de las intersecciones para hacer el análisis de la situación existente identificando el escenario actual. Se analizó la información recopilada para caracterizar el modelo de tráfico de las intersecciones y el comportamiento del flujo vehicular de las intersecciones de acuerdo a los resultados obtenidos. En base a la

descripción de la situación de las intersecciones y del análisis de la información recopilada se evaluó la información y se propuso una alternativa de mejora en el nivel de servicio.

La metodología de este estudio incluye la investigación a nivel de oficina y campo del área de estudio y diferentes métodos y técnicas aplicadas para la recopilación y análisis de datos. La metodología del estudio también requería diferentes materiales y métodos para llegar a los objetivos establecidos. Por lo tanto, esta parte de la tesis discute la metodología seguida y el motivo de la selección de los métodos para abordar el problema de la investigación.

Hipótesis, preguntas científicas o ideas a defender

Para cumplir con nuestros objetivos planteamos las siguientes interrogantes: ¿Cuáles son los puntos críticos de congestión vial y soluciones para mejorar la movilidad urbana en ciudades de hasta 300.000 habitantes?, ¿Cuáles son las características de las intersecciones viales a nivel que tienen mayor incidencia en la congestión vial en ciudades de hasta 300.000 habitantes, como la ciudad de Machala?, ¿Como la combinación de medidas a nivel de intersección vial y de planificación urbana a nivel de ciudad generan soluciones de movilidad en la ciudad? ¿Cuáles son las medidas efectivas para mejorar la movilidad urbana en ciudades de hasta 300.000 habitantes, y cómo pueden ser implementadas de manera eficiente y sostenible?

Estructura del trabajo.

Para el desarrollo de esta investigación se plantearon cuatro capítulos, los cuales se describen a continuación:

En el capítulo 1 se presenta el marco teórico en el cual se recopila la información que hace referencia al tema de investigación como antecedentes históricos, teóricos y contextuales para establecer conceptos de diseño y planeación de movilidad no motorizada de corredores viales mediante una metodología de aplicación en vías urbanas que proporcionen entornos públicos para los residentes de la Ciudad de Machala.

En el capítulo 2 se describen los métodos y materiales utilizados. Se presenta la metodología de investigación, modalidad de la investigación, determinación de la población y muestra, el plan de recopilación de datos y procesamiento de la información.

En el capítulo 3 se describe la propuesta metodológica el cual proporciona el proceso esencial en la planificación de una movilidad no motorizada en corredores viarios. Estos principios incluyen accesibilidad, seguridad y confort; estos establecen prioridades dentro de los sistemas de vías urbanas considerando diseño y planificación.

En el capítulo 4 se expone el análisis e interpretación de resultados obtenidos de forma cualitativa y cuantitativa que argumentan con claridad y precisión la corroboración teórica y práctica y la significación de los resultados obtenidos en el estudio.

Finalizando con la presentación de las conclusiones y recomendaciones sobre los resultados obtenidos en la presente investigación.

CAPÍTULO 1: MARCO TEORICO

1.1. Antecedentes históricos.

1.1.1. Historia de las vías de comunicación

Las vías de comunicación tienen su origen dentro del imperio romano, estas vías se construyeron con la finalidad de ofrecer servicio militar. Con el paso del tiempo, se fueron adaptando a estas construcciones mejorando notablemente la habilidad para estructurarlas, de esta forma, se lograron construir vías terrestres de excelente calidad. En primera instancia, se construyeron carreteras con el objetivo de unir varias ciudades, sin embargo, en la actualidad esta construcción se realiza especialmente para realizar aproximaciones de los grandes centros de producción, necesarios para el abastecimiento de consumos en las personas, además, estas construcciones han mejorado la comunicación entre regiones (Gallo, I. M. 2004).

1.1.2. Evolución de vialidades urbanas

El incremento de los ingresos en las personas de Latinoamérica, ha sido un factor determinante para la adquisición de vehículos, además, los costos de estos medios de transporte han dado facilidades para su adquisición, especialmente de aquellos que son usados. Adicional a ello, se ha incrementado la tasa de movilización en toda América latina, permitiendo que los sistemas viales también evolucionen a tal magnitud. La clase media de esta población es la que más se ha apegado al fenómeno de la movilización.

La revolución industrial también ha sido un aspecto determinante para la evolución de los medios viales, ya que estos procesos industriales han incrementado la necesidad de transportarse y sobre todo de adquirir un vehículo para el transporte de mercancías o materias primas. La movilidad dentro de la sociedad, siempre ha requerido de un medio de transporte, esto se viene dando desde tiempos pasados, pero ha comenzado un camino evolutivo, mejorando cada año los medios de transportes necesarios. Esto marca un escenario donde se visualiza claramente un incremento de la demanda social sobre la adquisición de vehículos, y esto a su vez crea una gran oferta a nivel vial, lo cual termina en una disminución constante de la velocidad en los ejes de circulación. No obstante, las correlaciones entre la velocidad y el volumen de tránsito indican que hay un deterioro progresivo.

1.2. Antecedentes conceptuales y referenciales

1.2.1. Intersecciones en vías urbanas

Un entorno de intersección de carreteras urbanas con bajo riesgo de tráfico es un componente esencial de las ciudades sostenibles. Se han desarrollado diversas técnicas de análisis y simulación de riesgos para medir y evaluar los riesgos del tráfico. Sin embargo, la evaluación flexible del riesgo de intersección en una resolución fina sigue siendo un gran desafío (Yang et al. 2023). El análisis del tráfico en las intersecciones de carreteras es una actividad importante en las etapas de arquitectura y diseño de proyectos, ya que permite seleccionar los requisitos de tráfico más adecuados y las características del sitio. En este sentido, los sistemas de simuladores de tráfico son instrumentos importantes e imperantes para la toma de decisiones colaborativas (Castañeda et al. 2021).

Para garantizar la seguridad de los niños peatones, este estudio examinó el efecto de seis medidas de seguridad, que involucran el comportamiento de la mirada de los niños mientras caminan y la conciencia de detenerse en las intersecciones en las carreteras residenciales (Tomoda et al. 2022). La topología de la intersección de la carretera, el contexto de los flujos de tráfico competidores y las características de tráfico en tiempo real de cada flujo se consideran principalmente para programar las fases de cada semáforo ubicado (Younes, Boukerche, and De Rango 2023).

Para la construcción de carreteras y vías dentro del sector urbano, es importante contar con un buen diseño, donde claramente los aspectos matemáticos son determinantes para su planificación, sin embargo, para los diseñadores en la actualidad, también debe ser importante considerar otros factores que tienen mucho que ver dentro del escenario, como, por ejemplo, el impacto medioambiental, siendo un tema de mucho debate en la época actual, por tanto, es clave evaluar las condiciones del ambiente.

El objetivo principal de las intersecciones dentro de los diseños de proyectos, es contribuir en la fluidez de los vehículos motorizados, así como también en aquellos que no son motorizados. Estas facilidades dentro del campo de movilidad requieren que se garanticen los aspectos de seguridad, considerando tanto al peatón como al conductor del vehículo. Dentro de estas intersecciones, se encuentran las convencionales, que son aquellas que ayudan a solucionar las estructuras de cruces de vías que se diseñan sin establecer algún tipo de regulación semafórica.

Dentro de las intersecciones convencionales, se pueden apreciar distintos tipos, una de ellas es las que se regulan a través de mecanismos de señales de manera específica, aunque también se las denominan como prioridad hacia la derecha. Básicamente, estas intersecciones se materializan como señalizadas y no señalizadas. Las intersecciones convencionales son aquellas que se clasifican de acuerdo a las que disponen de isletas y de las que no, por los cuales se encaminan los movimientos de los transportes vehiculares. Estos tipos de intersecciones se catalogan como canalizadas y no canalizadas. Otro tipo de intersecciones es la que se dan en cruz, estas se reflejan por las construcciones en nudos donde se establecen cruces dentro de variables ramales, en este punto, las carreteras que se consideran como secundarias no se cruzan de manera perpendicular hacia la vía principal. Los tramos dentro de estas carreteras pueden desencadenar tres fases que son:

- Se producen movimientos que dan oportunidad de paso a vehículos que se encaminan por el mismo sector de carretera.
- Produce un giro que sin problemas se orienta a la derecha.
- Produce un giro que caracteriza al nudo hacia la izquierda.

Además, se encuentran las intersecciones que se dan a distinto nivel, estas se caracterizan por resolver el cruce de varias vías que se producen dentro del paso de un distinto nivel hacia el eje central.

1.2.2. Conflictos de intersecciones

Las intersecciones de las principales calles son a menudo los puntos focales de la congestión del tráfico durante los períodos de mayor tráfico. Los muchos conflictos entre peatones, ciclistas y el tráfico motorizado; entre el tráfico a través y el tráfico cruzado, y entre los vehículos que atraviesan y giran son fuentes importantes de congestión. Los movimientos conflictivos de tráfico a través de una intersección de la calle suelen estar separados por una señal de tráfico que alternativamente asigna una proporción (o fase) del tiempo total disponible (o ciclo) para mover el tráfico y detener el tráfico en movimiento. El tiempo de parada en cada aproximación es una causa de congestión durante los períodos de volumen de tráfico pesado.

Las principales causas de congestión en las intersecciones incluyen:

- Un número insuficiente de carriles de viaje en las intersecciones

- La falta de carriles exclusivos de longitud adecuada para las curvas derecha e izquierda
- Grandes volúmenes de tráfico y movimientos de giro en los diversos enfoques en conflicto
- Movimientos pesados que se conectan con el flujo de tráfico y lo impiden.

El incremento de la densidad población ha sido un detonante para que el escenario vehicular aumento de manera significativa. Se ha evidenciado también que la mayoría de los conductores infringen las leyes en todos los ámbitos. La falta de señalizaciones a nivel vertical, hacen que las autoridades competentes no pueden ejecutar el debido control, impidiendo que los conductores se apeguen a las restricciones.

1.2.3. Gestión de la seguridad vial

La gestión de la seguridad vial es importante dentro de las grandes ciudades para evitar accidentes y pérdidas de vida humana, esto básicamente ayuda a que los vehículos puedan circular de una manera fluida para reducir el riesgo de provocar algún siniestro (Muñoz Rodriguez and Hinojosa Reyes 2022). Además de esto, las personas mayores representan una población vulnerable dentro de este escenario vehicular, por ende, la protección a estas personas son temas prioritarios a los que se deben dar mucha atención. Muchas investigaciones, han demostrado que los adultos mayores son personas importantes dentro de este campo, pues la movilidad resulta un aspecto importante que puede jugar a favor o en contra de su bienestar (Vecchio, Castillo, and Steiniger 2021).

1.2.4. Planificación y evaluación urbana

La planificación urbana se ha centrado en la reasignación del espacio vial del automóvil a modos de transporte más sostenibles en muchas ciudades del mundo. Los espacios infrautilizados podrían utilizarse con otros fines de movilidad o acceso para mejorar la eficiencia (Valença, Moura, and Morais de Sá 2021). La medición de los impactos dentro de los sistemas de tráfico urbano es de gran importancia para la gestión urbana, en particular para garantizar su seguridad y su funcionamiento sostenible. Gran parte de los trabajos se centran principalmente en el rendimiento de la red vial desde la perspectiva de su estructura, pero ignora el análisis de su vulnerabilidad funcional (Wang et al. 2022).

1.2.5. Congestión del tráfico

La congestión del tráfico se refiere al aumento de las demoras de los vehículos y los costos operativos causados por las interacciones de los vehículos, especialmente cuando las cantidades se aproximan a la capacidad de la autopista. En general, las definiciones de congestión de tráfico se dividen en dos grandes categorías. Estas son definiciones basadas en las causas y efectos de la congestión del tráfico. Los atascos pueden ser regulares o irregulares. Atascos de tráfico repetidos en el mismo lugar todos los días de la semana o fines de semana a la misma hora. Este es un problema de capacidad que lógicamente puede resolverse aumentando la capacidad vial. Eventos como accidentes, mal tiempo o mantenimiento de carreteras pueden causar congestión ocasional

La congestión del tráfico ha sido una amenaza importante en los países subdesarrollados y desarrollados. Gran parte de los países en el mundo tienen dificultades para abordar el constante problema de la congestión del tráfico por carretera. (Olayode et al. 2020) El ruido del tráfico aumenta continuamente junto a las carreteras, especialmente en las intersecciones, debido a la rápida urbanización, lo que a la larga afecta el clima acústico y la calidad de vida (Yadav et al. 2022). Los estudios de seguridad vial en intersecciones señalizadas se han realizado ampliamente utilizando variables de tráfico agregadas anualmente y frecuencias de choque. Sin embargo, este tipo de agregación reduce la fuerza de los resultados si se consideran variables que oscilan a lo largo del día (velocidad, flujo de tráfico, longitud del ciclo de la señal) porque los indicadores medios no son capaces de describir las condiciones de tráfico anteriores al accidente (Sobreira and Cunto 2021). Los problemas relacionados con el aumento del tráfico afectan al desarrollo sostenible del tráfico urbano. Es importante analizar la congestión y pronosticar futuros modelos de tráfico para prevenir la congestión del tráfico (Mohammed Almatar 2023).

1.2.6. Accidentes de tránsito

Los accidentes con ciclistas y peatones en Europa causan la muerte de unas 7600 personas cada año. Tanto los ciclistas como los peatones están especialmente expuestos en accidentes con vehículos motorizados y las colisiones con camiones pueden provocar lesiones graves (Schindler and Bianchi Piccinini 2021). El impacto de una carretera parece ser limitado, y el problema más práctico es averiguar la combinación crítica de

carreteras en la que las fallas múltiples de las carreteras pueden conducir al colapso grave de una red de carreteras (Jin et al. 2022).

Los planificadores de tráfico y los responsables de establecer lineamientos de seguridad debaten si existe alguna relación entre la congestión del tráfico y la seguridad vial. Se espera que el aumento de la congestión del tráfico contribuya a la seguridad vial, ya que la velocidad media del tráfico en condiciones de congestión es relativamente baja en comparación con condiciones sin congestión, lo que puede dar lugar a accidentes menos graves. Sin embargo, la relación entre la congestión y la seguridad puede no ser sencilla, ya que hay muchos otros aspectos que tienen incidencia en la gravedad del choque, como el flujo de tráfico, las características del conductor, la geometría de la carretera y el diseño del vehículo. Estudios previos han utilizado modelos de datos de censos para determinar la relación entre las tasas de accidentes de tráfico y el flujo de tráfico o la densidad del tráfico.

1.2.7. Flujo de tráfico

La relación de correlación entre los parámetros de flujo de tráfico (velocidad, avance de tiempo, volumen) y estimar con precisión su función de distribución en las intersecciones de carreteras urbanas son fundamentales para proporcionar apoyo teórico para la simulación del tráfico en la regulación del tráfico (Fang et al. 2022). Las comunicaciones de seguridad vehicular, proporcionan soluciones relevantes para evitar la congestión y los accidentes de tráfico, especialmente en las intersecciones de carreteras, ya que estas áreas son más propensas a los accidentes (Belmekki, Hamza, and Escrig 2021).

1.2.8. Origen e impacto de la congestión del tráfico

La congestión repetida sucede cuando el tráfico supera la capacidad de la vía, mientras que la congestión puntual se debe principalmente a accidentes e incidentes, daños a vehículos, obras de construcción de carreteras, eventos especiales, etc. De manera similar, la congestión del tráfico a menudo es causada por la incapacidad del sistema vial para acomodar el tráfico, los conflictos entre los diferentes tipos de tráfico y el uso inadecuado del control del tráfico. Según la Conferencia de ministros Europeos de Transporte, la principal causa de la congestión del tráfico es la reducción de la capacidad vial provocada por eventos inesperados, como accidentes donde los naufragios bloquean los carriles de circulación.

1.2.9. Infraestructuras viarias

La ejecución de proyectos a gran escala, incluidas las infraestructuras viarias, se considera a menudo el motor del crecimiento socioeconómico y el desarrollo de los países. Curiosamente, en el Sur Global, las infraestructuras viarias desencadenan varios impactos socioespaciales, incluyendo fragmentaciones e impactos en la vida en las ciudades, sin embargo, se le presta poca atención (Adugbila, Martinez, and Pfeffer 2023). El espacio urbano para nuevas instalaciones de transporte no puede satisfacer la creciente demanda de tráfico. Posteriormente, los estudiosos aumentaron gradualmente la atención a la medición de la resiliencia en las estructuras de redes de carreteras urbanas (Liu et al. 2022).

1.2.10. Control del tráfico

El control del tráfico perimetral de las carreteras urbanas tiene mucha relevancia en el sentido de aliviar la congestión del tráfico (Gao et al. 2023). El pronóstico preciso y en tiempo real del estado del tráfico de las carreteras urbanas es de gran importancia para mejorar la eficiencia del tráfico y optimizar las rutas de viaje. Sin embargo, la previsión futura del estado del tráfico sigue siendo un problema difícil, ya que está influenciado por varios factores complicados, incluidas las dependencias espacio-temporales dinámicas (Lu et al. 2022). Las velocidades inapropiadas son factores clave que determinan el constante incremento de los accidentes de tránsito. Aunque las carreteras rurales están influenciadas por accidentes más severos que las carreteras urbanas, quizás debido a las velocidades vehiculares más altas, estas últimas sufren de una frecuencia más alta de accidentes (Martinelli et al. 2022).

1.2.11. Sistemas de transporte

Los sistemas de transporte desempeñan un papel fundamental en la contribución hacia la economía y el desarrollo social de las áreas urbanas. Sin embargo, varias cuestiones relacionadas con el transporte siguen afectando a muchas zonas urbanas (Lee and Yoon 2021). El transporte urbano de mercancías es una cuestión importante en los debates sobre la movilidad sostenible. Constituye una proporción significativa del tráfico urbano, y los efectos negativos previstos para el transporte urbano de mercancías pueden ser argumentos en contra de la aplicación de medidas restrictivas dirigidas al tráfico de pasajeros (Caspersen, Ørving, and Tennøy 2023).

1.2.12. Señales de tráfico

Debido a que las señales de tráfico controlan los movimientos conflictivos, representan gran parte del retraso del tráfico a lo largo de las calles y las carreteras. Su ubicación, fase y cronometraje pueden incrementar la congestión cuando:

- El tiempo verde total por ciclo de señal debe ser compartido por flujos de tráfico conflictivos
- Giro a la derecha con grandes volúmenes peatonales

1.2.13. Nivel de Servicio (LOS)

En cualquier intersección de carretera, este nivel de servicio tiene un impacto significativo en el desempeño general de esa carretera. Por lo tanto, mejorar este aspecto en cada intersección generalmente mejorará el desempeño general de la carretera. Por lo tanto, los programas analíticos para establecer la cabida de corte o los niveles de servicio son herramientas importantes para diseñadores, operadores y tomadores de decisiones. Los factores que afectan a LOS en las intersecciones incluyen el flujo y la distribución del tráfico, las características geométricas y los sistemas de señalización. Una diferencia importante entre las consideraciones para enlaces y en las intersecciones es que solo se utiliza el flujo cuando se calcula para enlaces, mientras que el flujo de giro es importante cuando se calcula los niveles de servicio en intersecciones señalizadas.

De acuerdo con HCM se evidencian seis niveles de servicio, catalogados desde A al F en función de los indicadores de rendimiento anteriores. La clase de servicio A es una zona de libre circulación. El tráfico aquí será ligero, el tráfico experimentará un flujo libre. La clase de servicio B es áreas suficientemente tranquilas; la velocidad de transmisión gratuita se mantiene en este nivel de servicio. La libertad del conductor para elegir la velocidad deseada solo está ligeramente limitada. Respecto al servicio de nivel C, la demanda de otros vehículos empieza a limitar la movilidad de los transportes. En el nivel de servicio D, la velocidad promedio comienza a reducir a medida que incrementa el tráfico. La libertad de maniobra en el tráfico está severamente limitada. El nivel de servicio E define el funcionamiento a plena capacidad. En este nivel, la corriente alcanza su límite máximo de densidad. Finalmente, el nivel de servicio F describe lo que sucede con las colas formadas después de un punto de interrupción o interrupción (National Research Council (U.S.), 2000).

1.2.14. Capacidad insuficiente, crecimiento de la población, empleo y uso del automóvil

La capacidad de la infraestructura de transporte refleja su capacidad de vehículos o personas. Así, cuando la oferta interactúa con la demanda, existen ciertos lineamientos que determinan la eficacia del flujo; es decir su capacidad, además en las principales ciudades del mundo se presentan problemas de movilidad generando embotellamientos que son producidos por ciertas condiciones físicas, como por ejemplo una inadecuada estructura para la edificación de la carretera, mal señalización, mala sincronización de semáforos, entre otros aspectos.

La necesidad de transporte se extendió por toda la América metropolitana después de la Segunda Guerra Mundial, ya que la gente vivía y trabajaba y la forma en que se desplazaba cambiaba constantemente. Más personas que ocupan más tierra conducen a una actividad más fragmentada y una mayor dependencia de los automóviles para la movilidad y las actividades. Durante este período, los aumentos de capacidad generalmente no han sido suficientes para abordar de manera efectiva el crecimiento de la población, el empleo y el uso del automóvil. Este capítulo describe algunas de estas tendencias y su impacto en la congestión. Si la inversión en infraestructura de transporte sigue el ritmo del crecimiento de los viajes, la congestión aumentará.

1.2.15. Cuellos de botella no recurrentes

La congestión no recurrente resulta cuando la capacidad de la carretera se reduce por incidentes que eliminan uno o más carriles de viaje del servicio, o hacen que los conductores (a ambos lados de la carretera) reduzcan la velocidad al observar las actividades de la carretera relacionadas con el incidente; y que se incrementan por las inclemencias del tiempo, las zonas de trabajo o el comportamiento del conductor. Otra causa de congestión no recurrente es un aumento de la demanda en exceso de lo que la carretera puede manejar. En todos los casos existe una falta de equilibrio entre la oferta de carreteras y la demanda de viajes. Además de la duración de los eventos anteriores (por ejemplo, bloqueo de carreteras o aumento de la demanda) también hay retraso durante el tiempo de recuperación hasta que se reanude el funcionamiento normal del tráfico.

1.2.16. Las inclemencias del tiempo

Mal tiempo: la lluvia y la nieve reducen la visibilidad y hacen que los conductores reduzcan la velocidad. Las fuertes cantidades de hielo en la carretera también puede reducir las velocidades. Los avances en las tecnologías de sensores y el despliegue continuo de arquitecturas de sistemas de transporte inteligente, proporcionan los medios para anticipar, mitigar e intervenir mediante diversas medidas de asesoramiento y control de los viajeros para gestionar mejor el flujo de tráfico en períodos de inclemencias meteorológicas.

1.3. Antecedentes contextuales.

Es bien sabido, que las ciudades grandes siempre deben enfrentar problemas relacionados con la demografía, ya que un aumento del mismo, también determina un mayor número de estrategias para solventar sistemas de espacios para automotores, parques, estacionamiento, carreteras, entre otros. Por ello, expertos promueven constantemente planes de desarrollo vial, con el objetivo de ofrecer una mayor movilidad de vehículos y así evitar la congestión de tráfico. En este sentido, una renovación a nivel de estructura dentro de la ciudad, parece ser una solución efectiva ante esta problemática, con el hecho de establecer una mejor condición de hábitat.

Los diseños estructurales sobre las carreteras urbanas, dejan ver en la actualidad un acelerado incremento de barrios, edificios entre otras construcciones que son de vivienda, no obstante, también se ha evidenciado que estas viviendas en su mayoría, están aisladas de la ciudad, lo cual provoca que sus habitantes necesiten trasladarse a través de vehículos. Por ende, el efecto de este escenario es el aumento progresivo de automóviles, necesarios para que estas personas puedan transportarse a varios lugares de la ciudad, sin embargo, estas movilidades crean el tráfico, y esto a su vez, produce la congestión, que además de crear caos dentro de la ciudad, también provoca malestar y estrés para los conductores.

1.3.1. Localización del estudio

El presente estudio se localiza en la provincia de El Oro, en el cantón Machala, actualmente, esta ciudad es la más grande la provincia en cuanto a población, y representa a la capital de la provincia por la enorme actividad bananera que ejecuta a diario. Se ha seleccionado esta localización, por ser una de las ciudades que mayor número de autos

alberga, además, sus habitantes están en constante crecimiento, tanto en el aspecto social como económico, por ende, la demanda de vehículos también ha aumentado. En el censo de los datos publicados por el INEC, la proyección del número de habitantes según ciudades para el año 2020 en Machala tenía una población de 289.141 habitantes

Los efectos negativos de las actividades de transporte se relacionan principalmente con el impacto en la vida y la salud de los habitantes de la ciudad y la consiguiente reducción significativa de la calidad de vida. En este sentido, la vida y la salud de la población se ven afectadas por la seguridad vial, la contaminación del ecosistema y la reducción de la actividad física debido al uso excesivo de automóviles privados. La contaminación atmosférica asciende al cuarto puesto sobre los factores de riesgo para la salud mundial.

1.3.2. Ubicación geográfica

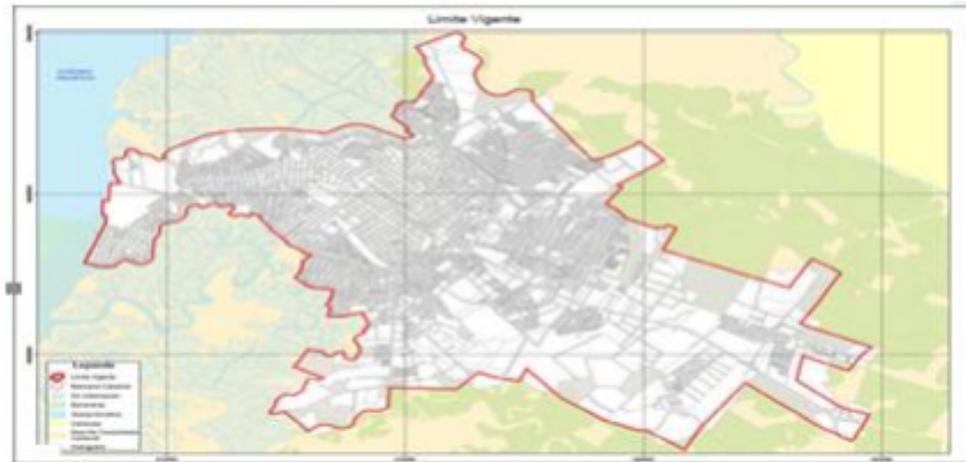
Machala es una ciudad costera importante y actualmente es una de las más importantes dentro de las actividades económicas que tiene el Ecuador. Debido a su ubicación geográfica y su conexión con otras ciudades y cantones, Machala posee una amplia red vial que le permite mantenerse conectada con el resto del país y con ciudades del vecino Perú. La ciudad actualmente es una de las más grandes en toda la provincia de El Oro, y debido a su alta concentración y densidad poblacional, tiene una alta demanda de medios de transporte. Además, la ciudad ha registrado altos crecimientos de población desde la década de 1950 debido a su dinamismo económico, lo que ha generado la necesidad de actualizar el Plan de Ordenamiento Territorial para adaptarse a los cambios demográficos y económicos de la ciudad.

Machala se encuentra distribuida políticamente en 7 parroquias urbanas, y su límite urbano engloba más de 5.000 hectáreas, las cuales están divididas en áreas urbanas consolidadas y también zonas que no están consolidadas. En relación de los límites que se encuentran en estos lugares, diversos estudios sobre gestión del suelo indican que dentro de la ciudad se pueden presentar ciertas variaciones en el límite de las zonas urbanas. Esto marca la factibilidad para poder presentar proyectos relacionados con el diseño, planificación y ejecución de intersecciones.

Límites

Al norte limita con el cantón El Guabo; al sur limita con Santa Rosa, al este limita con la ciudad de Pasaje; y finalmente, al oeste limita con el Océano Pacífico.

Ilustración 1 Límite urbano de la ciudad de Machala



Fuente: PDOT Machala (Gad Municipal del Cantón Machala, 2019)

CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Tipo de estudio o investigación realizada

Se utilizará el método descriptivo para identificar y describir las características de las intersecciones viales, como la geometría, el número de carriles, el tipo de señalización y la densidad del tráfico.

El método analítico, por otro lado, se utilizará para analizar los datos recopilados y encontrar relaciones entre las diferentes variables. Se analiza la relación de la geometría de la intersección, el lugar, la densidad del tráfico y la eficiencia del flujo de vehículos

2.2 Paradigma o enfoque desde el cual se realizó

Este estudio involucra enfoques cuantitativos y cualitativos. El enfoque cuantitativo recopila datos objetivos y medibles sobre las características de las intersecciones viales, como la geometría, la señalización, el flujo de vehículos y la frecuencia de accidentes. Se pueden utilizar herramientas cuantitativas como encuestas, cuestionarios, observaciones sistemáticas y análisis estadísticos para analizar los datos recopilados. Así mismo el enfoque cualitativo se utiliza analizar de una forma más amplia las percepciones y experiencias de los usuarios de las intersecciones viales, como los conductores, peatones y ciclistas.

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

La población objetivo para este estudio se basará en datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) correspondientes al año 2010, y se centra en la ciudad de Machala. Según estos datos, la ciudad de Machala cuenta con una población de aproximadamente 245 972 habitantes. Esto permitirá obtener resultados para una muestra representativa que reflejen las características y necesidades específicas de los habitantes de Machala en relación con la congestión vehicular, la movilidad urbana y la calidad de vida en general.

2.3.2 Muestra

Para la determinación de la muestra se ha utilizado la fórmula estadística propuesta por Hernández et al., (2017) tomando en consideración un nivel respectivo de confianza. De esta forma, se tiene lo siguiente, donde:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{E^2(N - 1) + Z^2 pq}$$

- n es el tamaño de la muestra
- Z es el nivel de confianza $90\% = 1.64$
- p es la probabilidad de éxito $50\%/100 = 0.5$
- q es la probabilidad de fracaso $50\%/100 = 0.5$
- E es el nivel de error $10\%/100 = 0.10$
- N es el tamaño de la población

Arrojando como resultado:

$$n = 68 \text{ encuestados}$$

2.4 Métodos teóricos con los materiales utilizados

Para poner a prueba el objetivo específico de la investigación, se han recogido datos de las fuentes teóricas partiendo del análisis y síntesis de la teoría existente sobre intersecciones viales, así como la síntesis de esta información en un marco conceptual que puede ayudar a guiar la investigación. Aplicando la investigación compara diferentes enfoques teóricos o modelos para la evaluación de intersecciones viales, y la evaluación de las fuerzas y los aspectos débiles de cada enfoque.

Además, se revisará la base de datos de accidentes de tráfico los cuales pueden proporcionar información sobre la frecuencia y las causas de los siniestros de tránsito en intersecciones viales, lo que puede ser útil para identificar problemas y priorizar áreas de mejora. En la priorización de áreas de alta frecuencia, los sistemas de información geográfica (SIG) son importantes como soporte en la determinación de modelos de ocurrencia de accidentes debido a que con su aplicación facilita el análisis multicriterio, especializar y visualizar cartográficamente los atributos de las áreas y sectores más frecuentes y críticos de ocurrencia y a través de sus algoritmos sistémicos permite el tratamiento geoestadístico de las diferentes variables destinadas a obtener resultados que

definen el patrón de ocurrencia (Rueda Villar, Cerquera Escobar, and Pérez-Buitrago 2019).

2.4.1. Evaluación de la intersección

Este método consiste en evaluar la intersección desde el punto de vista físico que presenta. Se requiere del estudio de ingeniería de inventario del lugar e investigaciones sobre velocidad a punto. Para evaluar la capacidad de la intersección, se pueden utilizar modelos matemáticos como el Highway Capacity Manual (HCM). Estos modelos tienen en cuenta el número de carriles, el modelo de intersección, el control de tráfico, la geometría de la intersección, entre otros factores.

2.5 Métodos empíricos con los materiales utilizados

Se hizo un análisis sobre el fenómeno de estudio que se aborda, a fin de identificar aquellos aspectos cruciales o más importantes a tomar en cuenta, para ello, se realizaron varias visitas de campo con la finalidad de evaluar los puntos críticos donde se desea ejecutar el proyecto, a fin de no tener ningún inconveniente tanto en su planificación como en su diseño. Se utilizaron varias fichas de apuntes, con el objetivo de registrar toda la información necesaria respecto a la infraestructura (Osorio et al., 2022).

Se recopila la información relacionada con la red vial municipal y sus características físicas y operativas (velocidad, direccionalidad, topología, longitud, pendiente, superficie de rodadura, etc.); al igual que los proyectos propuestos por la administración municipal en el período corto plazo del Plan Integral de Movilidad (Montoya et al., 2020).

2.4.2. Volúmenes de tráfico

Se realiza el recuento durante el período de flujo máximo. Para ello se utilizan equipos de datos de tráfico que entregan datos como las clases de vehículos, velocidad en la carretera, densidad de tráfico, el tiempo y el volumen de tráfico como variables de entrada y salida (Olayode, Tartibu, and Okwu 2021).

La acumulación del tráfico y los siniestros de tránsito son dos costes externos del transporte y la reducción de sus repercusiones es a menudo uno de los objetivos principales de los responsables de la política de transporte. Sin embargo, la relación entre la acumulación del tráfico y los siniestros de tráfico no es evidente y está menos estudiada.

Se especula que puede haber una relación inversa entre la acumulación del tráfico y los siniestros de tráfico, y como tal esto plantea un dilema potencial para los encargados de los lineamientos de transporte.

La tasa de flujo vehicular se puede medir utilizando contadores de vehículos. Estos contadores registran el número de vehículos que pasan por la estructura de intersección en un plazo de tiempo. Con esta información se puede calcular la tasa de flujo vehicular y compararla con la efectividad de la intersección. Para evaluar el promedio de velocidad de los vehículos en la intersección, se pueden utilizar dispositivos de medición como los radares. Se puede medir la velocidad de los vehículos en diferentes momentos del día y en días diferentes de la semana.

2.6 Técnicas estadísticas para el procesamiento de los datos obtenidos

Mediante el aforo vehicular para obtener datos de volúmenes del tránsito se presenta el documento donde se registran todos los volúmenes de tránsito además de una serie de información relevante para los estudios de tráfico. Los aforadores podrán obtener información a detalle como:

- La clasificación de los vehículos.
- Dirección del recorrido.
- Movimientos que ejecutan los peatones dentro de las aceras.
- Correcto uso de los carriles.
- Respeto hacia los dispositivos que sirven para regular el tránsito.

Para evaluar los tiempos de espera, se pueden utilizar encuestas a los conductores que transitan por la intersección. Se les puede preguntar cuánto tiempo esperaron en la intersección y si consideran que el tiempo de espera es razonable o no. Además, el índice de accidentes se puede obtener a través de registros de la policía o de las autoridades de tránsito. Se puede evaluar las cantidades de accidentes ocasionados en la intersección y la gravedad de los mismos.

2.5. Operación de variables

2.5.1. Variable dependiente

Tabla 1 Variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE: MOVILIDAD URBANA							
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	ITEMS	TÉCNICA	INSTRUMENTOS	INFORMANTES
LA ESENCIA DE LA GESTIÓN DE LA MOVILIDAD SON LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN, LA ORGANIZACIÓN DE SERVICIOS Y LA COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES DE LOS DIFERENTES AGENTES IMPLICADOS. NORMALMENTE, LAS MEDIDAS DE GESTIÓN DE LA MOVILIDAD RARAMENTE SE APLICAN, Y A MENUDO, APARECEN COMO UN CONJUNTO DE MEDIDAS, COMO, POR EJEMPLO, CAMPAÑAS DE INFORMACIÓN EN COMBINACIÓN CON ACTUACIONES DE INFRAESTRUCTURAS, POLÍTICAS TARIFARIAS O REGULACIONES NORMATIVAS.	Elementos de la Gestión	Estrategias Acciones Mecanismos	Si – No	¿Cuáles son los elementos para una gestión de movilidad en intersecciones?	Documental	Ficha bibliográfica	Investigador
	Objetivos y metas Estrategias Acciones	Largo plazo Mediano plazo Corto plazo	Si – No	¿Con qué plazos se generarán objetivos y metas para la gestión de movilidad en intersecciones?	Documental	Ficha bibliográfica	Investigador
	Análisis	Análisis Aplicación Control	Si – No	¿Qué estrategias se aplican a la gestión de movilidad en intersecciones?	Documental	Ficha bibliográfica	Investigador
	Parámetros	Servicios públicos Equipamiento urbano Seguridad vial	Si – No	¿Cuáles son los parámetros para analizar la movilidad en intersecciones?	Documental	Ficha bibliográfica	Investigador
	Alternativas Propuestas	Comercial Educativa Sociales Turística Ambientales	Si – No	¿Qué tipo de propuestas y alternativas se pueden presentar para una movilidad en intersecciones?	Documental	Ficha bibliográfica	Investigador

Fuente: Elaboración propia

2.5.2. Variable independiente

Tabla 2 Variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE: INTERSECCIONES VIALES A NIVEL							
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	ITEMS	TÉCNICA	INSTRUMENTOS	INFORMANTES
UNA INTERSECCIÓN SE PRODUCE CUANDO DOS O MÁS VÍAS, GENERAN MOVIMIENTOS DE TRÁFICO. LA INTERSECCIÓN ES LA PARTE MÁS IMPORTANTE DE LA RED VIAL URBANA; YA QUE NOS PERMITE CONTROLAR LA SEGURIDAD, EL COSTO DE OPERACIÓN, LA EFICIENCIA Y LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN. UNA INTERSECCIÓN VIAL HACE REFERENCIA A AQUELLOS ELEMENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE TRANSPORTE DONDE SE CRUZAN DOS O MÁS CAMINOS. DICHAS INFRAESTRUCTURAS PERMITEN A LOS CONDUCTORES EL INTERCAMBIO ENTRE CAMINOS. ESTE CRUCE DE CAMINOS SE PUEDE DAR CON UNA INTERSECCIÓN A NIVEL.	Tamaño de la Ciudad	Grande Mediana Pequeña	Más de 300.000 hab Hasta 300.000 habitantes Menos de 300.000 hab.	¿Cuál es el tamaño de la ciudad en estudio?	Documental	Ficha bibliográfica	Investigador
	Intersecciones sin control y configuración de la ciudad	Área de la ciudad Habitantes Viviendas Densidad	Has. # habitantes # de viviendas Hab./Has.	¿Cuál es la configuración de la ciudad?	Documental	Ficha bibliográfica	Investigador
	Gestión de los recursos naturales	Superficie de vías Superficie de aceras Viario público para peatón	Hab./Has.	¿Existen viajes mediante el uso de sistemas de telecomunicaciones con el fin de reducir viajes por concepto de negocios??	Documental	Ficha bibliográfica	Investigador
	Cohesión social y desarrollo económico	Concientización social	Hab./Has. Número de vías	¿Existe concientización pública por el viaje sostenible, formación en el ámbito de la movilidad?	Documental	Ficha bibliográfica	Investigador

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3: PROPUESTA METODOLÓGICA

3.1. Título

Metodología de evaluación de intersecciones viales a nivel y su incidencia en la movilidad urbana de ciudades de hasta 300.000 habitantes

3.2. Antecedente de la propuesta

Indicadores para la evaluación y predicción de la seguridad vial y su aplicación en el modelado de micro simulación

Esta investigación se enfoca en la importancia de desarrollar sistemas de transporte seguros y sostenibles. Se menciona que para la seguridad vial en el sistema de transporte y tráfico se debe considerar no solo la seguridad, sino también otros objetivos importantes como el rendimiento del tráfico, la capacidad y los problemas ambientales. Esta tesis se centra en el uso de indicadores como una alternativa a los datos históricos de accidentes para evaluar la seguridad del tráfico a corto plazo. Estos indicadores miden la proximidad espacial y/o temporal de los eventos críticos para la seguridad operacional y se supone que tienen una relación establecida con los accidentes. La tesis también discute la fiabilidad de las diversas técnicas de medición y su utilidad práctica. En resumen, la tesis se enfoca en el uso de indicadores de seguridad proximales como una medida alternativa de seguridad vial y los desafíos y ventajas asociados con su uso (Archer, 2005).

Evaluación de la incidencia de los ciclos sobre el nivel de servicio de intersecciones no semaforizadas en la ciudad de Holguín

Dentro de este estudio realizado en la ciudad de Holguín, se aplicaron distintas metodologías de análisis con el propósito de medir el impacto de las operaciones en el tráfico de las carreteras. Para ello, se analizaron todas las características y particularidades que posee la zona a fin de adaptar el proyecto a las condiciones dadas. Dentro del territorio de Holguín, el estudio encontró que existe un volumen alto de ciclos, mismos que no han sido tomados en cuenta para la edificación de las estructuras, por lo tanto, para la implementación de la metodología abordada, se ajustaron los factores concernientes a los ciclos.

Los resultados de este estudio, enfatizan que las capacidades son dependientes de las características y condiciones de cada escenario, esto produce un efecto en cadena, es decir, al cambiar o modificar una condición, las capacidades también van a variar (Sánchez et al., 2022).

3.3. Justificación

El impacto de esta investigación será entonces de profunda influencia al diseño de un modelo de reordenamiento vehicular para contribuir con la calidad de vida de los moradores. El desarrollo y la superación de los habitantes de la avenida, obliga a buscar soluciones a este problema puntual en beneficio de los moradores de Colon Tinoco y Juan Palomino de la ciudad de Machala. El proyecto se justifica también por los beneficios sociales que se obtendrán del mismo, pues el desarrollo a nivel urbano tiene un impacto en el nivel de vida de las personas, presentándoles mayores comodidades. Así mismo, se pueden rescatar otros tipos de beneficios como la disminución de los costos de traslado, así como también, el aumento de las plusvalías, todo esto representa un aporte importante para la vida de las personas (Zamorano González et al. 2019).

3.4. Objetivo

Proponer una metodología que permita evaluar la congestión vehicular mediante el análisis de factores relacionados a las intersecciones viales e incidencia en movilidad urbana de ciudades hasta 300000 hab.

3.5. Fundamentación científico-técnica

Nivel de servicio multimodal para calles urbanas

Dowling, propone un método basado en la combinación de los diferentes constructos de los niveles de servicio en una sola medida para una zona urbana. Esta metodología tiene en cuenta el nivel de servicio desde la perspectiva de cuatro tipos de usuarios que típicamente utilizan una calle urbana: automovilistas, pasajeros del transporte público, ciclistas y peatones. Estos modelos son cuatros, y se basan en la medición de la satisfacción del usuario, a la cual se le asigna una letra que va desde la A hasta la F, basada en factores como la sección transversal de la calle, las regulaciones de intersección y las particularidades del tráfico, como los volúmenes de tráfico de vehículos, transporte público, bicicletas y peatones (Dowling et al., 2008).

Safety evaluation of pedestrian-vehicle interaction at signalized intersections in Changsha, China

Este estudio se enfocó en evaluar las condiciones inseguras en el diseño de los peatones en las intersecciones de tráfico mixto en China. Para ello, se seleccionaron seis intersecciones urbanas típicas con semáforos, basándose en datos de choques relacionados con peatones y se recopilaron videos de vigilancia en horas pico y fuera de horas pico. Se extrajeron 1070 conflictos entre peatones y vehículos e identificó la gravedad de los conflictos. Se registraron manualmente las características del comportamiento de los cruces de peatones, los vehículos y las carreteras durante el conflicto. A través de un se analizaron los factores de riesgo que dieron lugar a diferentes severidades del conflicto entre peatones y vehículos. Los resultados del modelo indican una relación significativa entre el nivel de gravedad y el comportamiento de los peatones, los vehículos y el conflicto además las características de la calzada influyeron significativamente en la probabilidad de un conflicto grave entre peatones y vehículos (Hu et al., 2021).

A combined use of microscopic traffic simulation and extreme value methods for traffic safety evaluation

Este artículo describe una investigación que propone una combinación de simulación microscópica de tráfico y teoría de valor extremo para la evaluación de los aspectos de seguridad en intersecciones. Seleccionaron diez intersecciones en Shanghái y se aplicaron tres estrategias de calibración para desarrollar modelos de simulación para cada una de ellas. Luego se utilizaron métodos para modelar el conflicto simulado como el de campo y derivar la frecuencia anual estimada de choques, utilizada como medida de seguridad sustituta. Los resultados mostraron que las medidas de seguridad deben ser considerado durante la calibración del modelo de simulación y basado en la estrategia de calibración completa parecía ser una mejor opción para la evaluación de seguridad basada en simulación (Wang et al., 2018).

A review of methodological approaches for saturation flow estimation at signalized intersections

Este estudio revisa exhaustivamente la literatura existente sobre la estimación del flujo de saturación en las intersecciones señalizadas y su importancia en la evaluación del desempeño de la misma. Se examinan los diferentes enfoques metodológicos y técnicas de computación blanda utilizadas en todo el mundo por investigadores. El estudio destaca varios factores influyentes que tienen un impacto significativo en el valor de flujo de saturación y diversos enfoques metodológicos para determinar el valor de flujo a través de la normalización de los factores influyentes. Además, se enfatiza la importancia de la tasa de descarga de vehículos, la temporalidad efectiva y el tiempo que dura el ciclo del sistema de señalización para la estimación precisa del flujo de saturación (Mondal & Gupta, 2019).

Sistemas inteligentes de movilidad urbana en Río de Janeiro: una evaluación crítica

El estudio analizó todas las estructuras de movilidad inteligentes a nivel urbano dentro de la ciudad de Rio de Janeiro, para ello, se aplicó el potencial sobre la tecnología del big data. El método abordado en el estudio, se basó en la identificación de datos sobre la movilidad del lugar. Los resultados de esta investigación, evidenciaron que existe una gran espacialidad a nivel selectivo respecto a los sistemas que se están utilizando. Esto indica que la selectividad solamente otorga privilegios a ciertos barrios dentro de la comunidad, esto claramente no corresponde a las necesidades de la población, presentándose un claro problema. Por tanto, con la incorporación de tecnologías inteligentes dentro de estos proyectos urbanos, se puede obtener una precisión mayor sobre las demandas de la población, buscando siempre el bien común. Esto contribuye a mejorar las experiencias de los habitantes, además de disponer múltiples ventajas (Costa, 2022).

La movilidad urbana: dimensiones y desafíos

Esta investigación se enfoca en la problemática de la movilidad urbana en una ciudad de México, la cual está ligada a la urbanización dispersa y la escasa eficiencia en la gestión del transporte público, lo que ha contribuido a generar graves efectos ambientales. La solución a estos problemas no solo es asunto de los profesionales o los responsables de transporte, sino que también se deben considerar otros expertos de varias

disciplinas. La movilidad urbana es un escenario importante que aporta nuevas nociones al entendimiento de sistemas viales y la infraestructura que corresponde. La investigación destaca dos dimensiones analíticas importantes: la dimensión urbana, que considera factores clave como el diseño de urbanización, la estructura de las vías, la forma en cómo se organiza el transporte, la planificación de la zona urbana y el ordenamiento territorial; y la dimensión socioambiental, que integra no solamente aquellos factores relacionados con el impacto hacia el medio ambiente, sino también las actividades sociales y los diversos comportamientos en relación con el ecosistema que nos rodea, priorizando la atención hacia las demandas de los ciudadanos y garantizando el derecho a un ambiente sano (Vizuet, 2017).

3.6. Metodología de evaluación

Tabla 3 Metodología de evaluación

CRITERIO	COMPONENTE	VALORACIÓN	EVALUACIÓN
Nivel de servicio	Flujo de tráfico	NIVEL DE SERVICIO EN INTERSECCIONES A-B-C-D-E-F	EVALUACIÓN DE INTERSECCIONES VIALES A NIVEL Y SU INCIDENCIA EN LA MOVILIDAD URBANA
	Velocidad Promedio		
	Ciclo del semáforo		
Seguridad	Índice de accidentes	SERVICIO DE SEGURIDAD Muy bueno- Bueno- Regular- Malo – Muy Malo	
	Percepción de seguridad		
	Señalización		
Incidencia en movilidad urbana	Confort y comodidad	SERVICIO DE MOVILIDAD Muy bueno- Bueno- Regular- Malo – Muy Malo	
	Tiempo de espera		
	Eficiencia del flujo de tráfico		

Fuente: Elaboración propia

3.6.1. Descripción de la propuesta

En este punto, se presentarán tablas que contienen la calificación de diferentes indicadores clave que se usan para medir el desempeño de una intersección. Estos criterios incluyen el nivel de servicio, la seguridad y la incidencia en la movilidad. Cada tabla proporciona una descripción detallada de los criterios de calificación utilizados para asignar una calificación a cada indicador, desde muy bueno hasta muy malo. La evaluación de estos indicadores es crucial para determinar la efectividad del servicio que una intersección brinda a los habitantes y para identificar áreas que requieren mejoras.

Tabla 4 Descripción de evaluación del nivel de servicio

NIVEL DE SERVICIO EN INTERSECCIONES		
A	La intersección cuenta con un excelente flujo vehicular y peatonal, lo que permite que los usuarios se desplacen sin retrasos.	50%
B	La intersección tiene un buen flujo vehicular y peatonal, aunque puede haber algunos retrasos en horas pico.	40%
C	La intersección puede tener congestión en horas pico, lo que puede resultar en retrasos para los usuarios.	30%
D	La intersección tiene un flujo vehicular y peatonal limitado, lo que resulta en retrasos frecuentes para los usuarios.	20%
E	La intersección tiene un flujo vehicular y peatonal muy limitado, lo que resulta en retrasos constantes para los usuarios	10%
F	La intersección tiene un flujo vehicular y peatonal extremadamente limitado, lo que resulta en largos retrasos para los usuarios	0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 Descripción de evaluación de servicio de seguridad

SERVICIO DE SEGURIDAD		
Muy bueno	Las características de la sección ofrecen seguridad a todos sus usuarios.	20%
Bueno	Las características de la sección son seguras en gran parte	15%
Regular	Representa condiciones medias de seguridad	10%
Malo	La seguridad de la sección no es muy adecuada para los usuarios.	5%
Muy malo	Representa inseguridad para la circulación, no es recomendable su uso.	0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 Descripción de evaluación del servicio de movilidad

SERVICIO DE MOVILIDAD

Muy bueno	Las características de la intersección no inciden en la movilidad urbana.	30%
Bueno	Las características de la intersección inciden poco en la movilidad	20%
Regular	La intersección representa incidencias medias de movilidad urbana	10%
Malo	La intersección incide en gran parte en la movilidad urbana.	5%
Muy malo	La intersección incide totalmente en la movilidad urbana, no es recomendable el uso para su circulación	0%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la tabla final que combina la evaluación de los tres indicadores principales: nivel de servicio, seguridad e incidencia en la movilidad, para dar una calificación general a la intersección. Cada uno de estos indicadores ha sido evaluado y ponderado en función de su importancia en la intersección y sus efectos en la movilidad. La tabla muestra la calificación de la intersección. Las intersecciones que obtienen una calificación de muy buena han demostrado un excelente nivel de servicio, alta seguridad y sin impacto en la movilidad, mientras que las intersecciones que obtienen una calificación de muy mala tienen un nivel de servicio deficiente, baja seguridad y efectos muy negativos en la movilidad.

La calificación final de la intersección se basa en esta ponderación y permite comparar su rendimiento con otras intersecciones de la ciudad. Este análisis es fundamental para tomar decisiones informadas con respecto a la movilidad y así, garantizar que las intersecciones cumplan con los estándares de seguridad y servicio para los usuarios que ocupan las vías.

Tabla 7 Evaluación de intersecciones viales a nivel y su incidencia en la movilidad urbana

EVALUACIÓN DE INTERSECCIONES VIALES A NIVEL Y SU INCIDENCIA EN LA MOVILIDAD URBANA		
Muy bueno	La intersección tiene un nivel de servicio muy bueno, es segura y no presenta incidencia en la movilidad dentro de la ciudad.	80% a 100%
Bueno	La intersección tiene un nivel de servicio bueno, es segura y no presenta incidencia significativa en la movilidad dentro de la ciudad.	50% a 80%
Regular	La intersección tiene un nivel de servicio regular, puede presentar ciertos problemas de flujo vehicular y/o de seguridad, pero no afecta gravemente la movilidad dentro de la ciudad.	30% a 50%
Malo	La intersección tiene un nivel de servicio malo, presenta problemas de flujo vehicular y/o de seguridad que afectan la movilidad dentro de la ciudad.	10% a 30%
Muy malo	La intersección tiene un nivel de servicio muy malo, presenta graves problemas de flujo vehicular y/o de seguridad que afectan significativamente la movilidad dentro de la ciudad.	0% a 10%

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4: RESULTADOS OBTENIDOS

4.1. Resultados obtenidos.

4.1.1. Niveles de servicio en intersecciones

Flujo de tráfico

La intersección de Juan Palomino y Colón Tinoco en la ciudad de Machala presenta un flujo de vehículos significativo, según los datos recopilados los cuales se presentan en los anexos indican los aforos durante los días 25, 26 y 27 de marzo de 2023. Durante estos días, se registró un promedio de 18,952 vehículos por día en la vía Juan Palomino, se observa que la mayor demanda de circulación se concentra aproximadamente de 06:30 a 07:30 horas, indicando un alto valor de tráfico durante la mañana. Por las tardes, se identifica otro pico de flujo vehicular entre las 17:00 y las 18:00-19:00 horas. Por otro lado, en la vía Colón Tinoco, se registró un promedio de 14,622 vehículos por día durante los mismos tres días, con una variación en los valores diarios. La mayor demanda de circulación matutina se observa entre las 10:00 y las 11:00 horas, mientras que por las tardes el horario de mayor flujo vehicular se encuentra entre las 14:00 y las 15:00 horas.

Tabla 8 ¿Con qué frecuencia transitas por la intersección Av. Colon Tinoco y Juan Palomino?

Fila	¿Con qué frecuencia transitas por la intersección Av. Colon Tinoco y Juan Palomino?
1 vez a la semana	36.96%
Entre 3 y 5 días a la semana	17.39%
Todos los días	45.65%
Total general	100.00%

Fuente: Elaboración propia

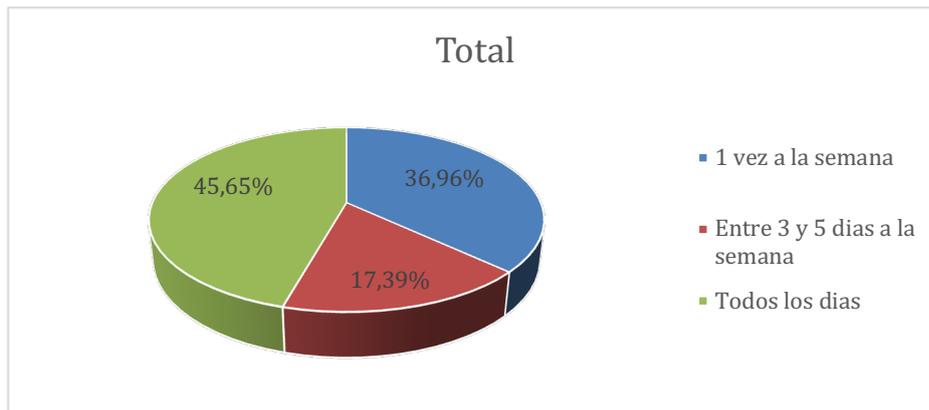


Ilustración 2 ¿Con qué frecuencia transitas por la intersección Av. Colon Tinoco y Juan Palomino?

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se hizo un formulario de preguntas para recopilar datos sobre la frecuencia de uso de la intersección como se observa en la **Tabla 8**. Según los datos obtenidos, el 45.65% de los encuestados utiliza la intersección todos los días, lo que indica un uso diario constante. El 17.39% de los encuestados la utiliza de 3 a 5 veces a la semana, lo que sugiere un uso frecuente pero no diario. Además, el 36.96% de los encuestados indica que utiliza la intersección al menos una vez por semana, mostrando un uso más ocasional.

Estos datos reflejan la importancia y la demanda de tráfico en la intersección de Juan Palomino y Colón Tinoco en la ciudad de Machala, lo que destaca la necesidad de evaluar y mejorar la infraestructura vial y la gestión del tráfico en esa área para garantizar una movilidad eficiente y segura.

Velocidad Promedio

Según los datos recopilados en los aforos vehiculares, en la vía Juan Palomino se obtuvo una media de velocidad de 33.48 km/h. Se observó que la velocidad mínima registrada fue de 10 km/h, lo cual indica momentos de congestión o tráfico lento en la vía. Por otro lado, se registró una velocidad máxima de 140 km/h, lo que sugiere que existen conductores que no están respetando los límites de velocidad.

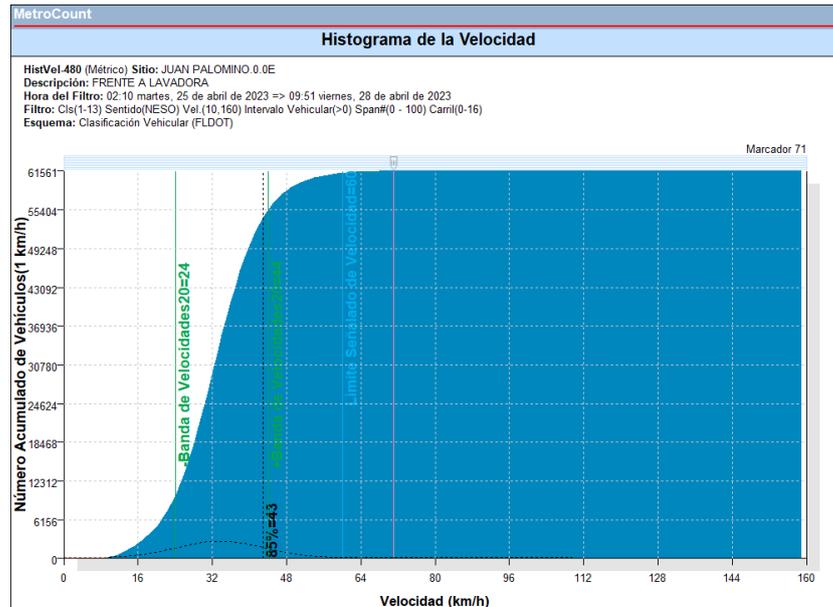


Ilustración 3 Histograma de velocidad en vía Juan Palomino

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la vía Colón Tinoco, se encontraron los siguientes valores de velocidad: velocidad máxima de 97.3 km/h, velocidad mínima de 10.0 km/h y velocidad media de 37.3 km/h. Estos datos indican que la velocidad máxima alcanzada en esta vía es inferior en comparación con la vía Juan Palomino. Además, se evidencian momentos de congestión o tráfico lento, reflejados en la velocidad mínima registrada. Es importante destacar que las velocidades registradas pueden variar dependiendo del horario y las condiciones específicas de tráfico en cada vía. Estos datos son relevantes para comprender la dinámica del tráfico y evaluar la eficiencia de la intersección en términos de fluidez y seguridad vial.

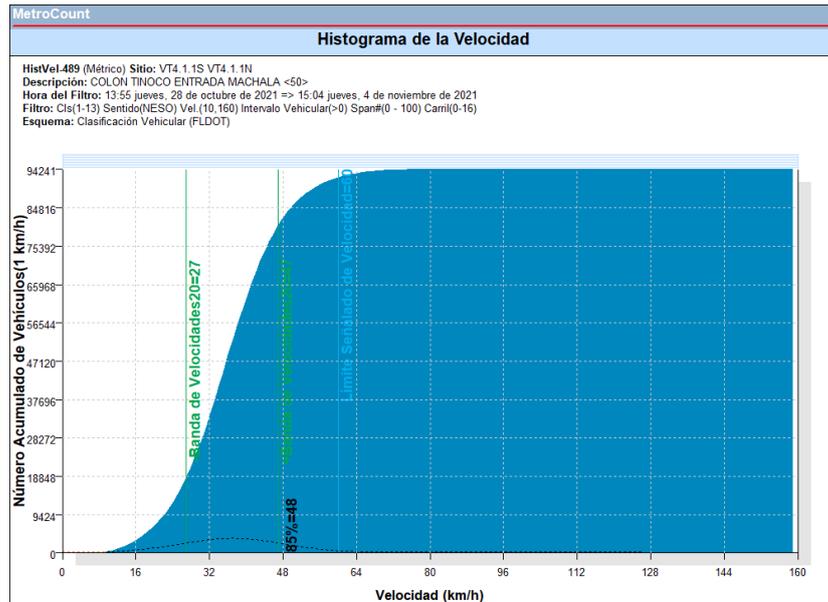


Ilustración 4 Histograma de velocidad en vía Colon Tinoco

Fuente: Elaboración propia

Ciclo del semáforo

La intersección de Juan Palomino y Colon Tinoco es un punto clave de la ciudad de Machala, donde se cruzan dos importantes vías de tráfico. En esta intersección, se ha observado que el ciclo semafórico actual presenta ciertas características que pueden influir en la movilidad y fluidez del tráfico. Según los datos recopilados, se ha identificado que los tiempos asignados al color rojo en el ciclo semafórico superan los 90 segundos, mientras que los tiempos en verde no exceden los 30 segundos. Esto significa que los conductores que transitan por la intersección de Juan Palomino y Colon Tinoco tienen un tiempo de espera prolongado cuando se encuentran detenidos en el semáforo.

Tabla 9 Ciclo semafórico

Intersección	Tiempo (seg)	Norte-Sur			Sur-Norte			Este-Oeste			Oeste-Este		
		Izquierda	Frente	Derecha	Izquierda	Frente	Derecha	Izquierda	Frente	Derecha	Izquierda	Frente	Derecha
Colón Tinoco y Juan Palomino	Verde	22 seg	30 seg	30 seg	22 seg	30 seg	30 seg	21 seg	21 seg	21 seg	21 seg	21 seg	21 seg
	Amarillo	3 seg	3 seg	3 seg	3 seg	3 seg	3 seg	3 seg	3 seg	3 seg	3 seg	3 seg	3 seg
	Rojo	93 seg	85 seg	85 seg	93 seg	85 seg	85 seg	94 seg	94 seg	94 seg	94 seg	94 seg	94 seg

Fuente: Elaboración propia

Un tiempo prolongado en la fase de rojo puede generar congestión y retrasos en la circulación de los vehículos, especialmente en momentos de mayor demanda de tráfico. Además, un tiempo corto en la fase verde puede limitar la capacidad de los conductores para avanzar de manera eficiente y puede generar mayor congestión en la intersección. Es importante tener en cuenta que la intersección se encuentra en una ubicación estratégica donde convergen un alto flujo de vehículos provenientes de la vía Juan Palomino y la vía Colon Tinoco. Por lo tanto, es crucial que el ciclo semafórico esté diseñado de manera óptima para facilitar la fluidez del tráfico y minimizar los tiempos de espera.

Con base en estos datos, es posible que se requiera una revisión y ajuste del ciclo semafórico en la intersección de Juan Palomino y Colon Tinoco. Un enfoque equilibrado que permita tiempos adecuados tanto en la fase de rojo como en la fase de verde puede contribuir a mejorar la movilidad y reducir la congestión en esta área de la ciudad de Machala. Además, es importante considerar la seguridad vial y la prioridad para los peatones en la asignación de los tiempos del ciclo semafórico.

Tabla 10 Nivel de servicio de intersección

DEMORA MEDIA POR CARRIL	54.36 seg	39.37 seg	66.67 seg	48.72 seg	35.15 seg	34.53 seg	52.65 seg	37.23 seg	43.02 seg	54.45 seg	48.55 seg	45.05 seg
NIVEL DE SERVICIO DE GIRO	D	D	E	D	D	C	D	D	D	D	D	D
DEMORA AGREGADA	51.40 seg			39.91 seg			44.15 seg			49.76 seg		
NIVEL DE SERVICIO POR ACCESO	D			D			D			D		
DEMORA DE INTERSECCION	46.28 seg											
NIVEL SE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	D											

Fuente: Elaboración propia

La estimación del nivel de servicio en la intersección de Juan Palomino y Colon Tinoco como se observa en la **Tabla 10**, se ha obtenido que los tiempos de demora en cada vía superan los 40 segundos, mientras que el tiempo de demora final obtenido en la intersección es de 46.28 segundos. Este valor se utiliza como indicador para establecer el nivel de servicio sobre la estructura de intersección. En este caso, el valor obtenido indica un nivel de servicio D, lo cual sugiere que existen ciertas deficiencias en la capacidad de la intersección para manejar el tráfico de manera fluida. Un nivel de servicio D puede estar asociado con tiempos de espera y demora considerables para los conductores, lo que puede resultar en congestión y retrasos en la intersección. Además, esto puede afectar negativamente la eficiencia y la experiencia de movilidad de los usuarios de la vía.

4.1.2. Seguridad

Índice de accidentes

El índice de accidentes en la intersección de Juan Palomino y Colon Tinoco es un factor preocupante que debe ser abordado para garantizar la seguridad vial de los usuarios. Según las encuestas realizadas, se ha revelado que aproximadamente el 10.87% de los encuestados ha experimentado algún tipo de incidente en esta intersección. Estos incidentes pueden variar desde colisiones menores hasta accidentes más graves que involucran lesiones personales. Este índice de accidentes indica la existencia de condiciones inseguras o deficiencias en el diseño, señalización o regulación del tráfico en la intersección. Se deben considerar las características específicas de la intersección, como la presencia de carriles exclusivos, pasos peatonales, señales de tránsito y semáforos.

Tabla 11 ¿Has tenido algún incidente o accidente en la intersección?

Fila	¿Has tenido algún incidente o accidente en la intersección en cuestión?
No	89.13%
Si	10.87%
Total general	100.00%

Fuente: Elaboración propia

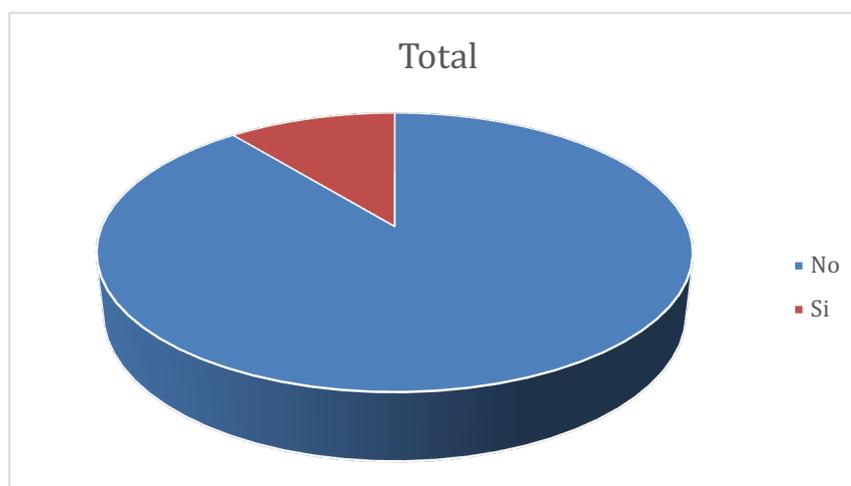


Ilustración 5 ¿Has tenido algún incidente o accidente en la intersección?

Fuente: Elaboración propia

Percepción de seguridad

La percepción de seguridad en la intersección de Juan Palomino y Colon Tinoco es un aspecto crucial que influye en la confianza y tranquilidad. Según lo encontrando en las encuestas realizadas, se ha observado que el 56.5% de los participantes califica la seguridad de esta intersección como regular, por otro lado, el 34.78% la considera como mala. Sin embargo, es alentador notar que un 8% de los encuestados percibe la seguridad de la intersección como buena. La percepción de seguridad de los usuarios es influenciada por diversos factores, como la presencia y visibilidad de señalización vial adecuada, el estado de conservación de la infraestructura, la iluminación, la presencia de elementos de seguridad como pasos peatonales y carriles exclusivos, y el comportamiento de los conductores en la zona.

Tabla 12 ¿Cómo calificarías la seguridad de la intersección?

Fila	¿Cómo calificarías la seguridad de la intersección?
Buena	8.70%
Mala	34.78%
Regular	56.52%
Total general	100.00%

Fuente: Elaboración propia

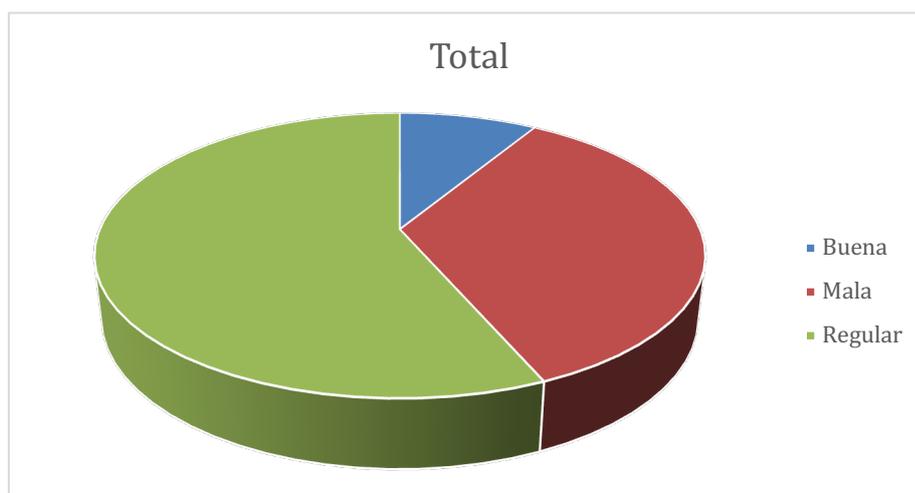


Ilustración 6 ¿Cómo calificarías la seguridad de la intersección?

Fuente: Elaboración propia

Señalización

Los resultados de las encuestas reflejan diversas opiniones y sugerencias por parte de los encuestados para mejorar la intersección de Juan Palomino y Colon Tinoco. Estas sugerencias se centran en diferentes aspectos que podrían contribuir a una mejor funcionalidad y seguridad de la intersección. En primer lugar, el 31.6% de los encuestados opina que se debería mejorar el sistema semafórico. Esto indica que consideran necesario optimizar los tiempos de espera y los ciclos de los semáforos para reducir la congestión y mejorar el flujo del tráfico en la intersección. En segundo lugar, un 24.5% de los encuestados sugiere implementar mayor señalética. Esta sugerencia se refiere a la necesidad de contar con una señalización clara y visible que proporcione indicaciones adecuadas a los conductores, peatones y ciclistas que transitan por la intersección. Una señalética adecuada puede ayudar a prevenir confusiones y mejorar la seguridad vial en la zona. En tercer lugar, un 22.45% de los encuestados menciona la necesidad de implementar aceras para bicicletas. Esta sugerencia indica que existe una demanda por parte de los usuarios de bicicletas para contar con infraestructuras seguras y específicas que les permitan transitar de manera cómoda y segura en la intersección. La implementación de aceras para bicicletas puede fomentar el uso de este medio de transporte sostenible y contribuir a reducir la congestión del tráfico. Por último, el 21.45% de los encuestados menciona la implementación de un carril bus como una medida deseable para mejorar la intersección. Este carril exclusivo para autobuses puede agilizar

el transporte público, reducir los tiempos de viaje y fomentar su uso como una alternativa viable al transporte privado.

Tabla 13 ¿Tienes alguna sugerencia para mejorar la intersección en términos de movilidad y seguridad vial?

Fila	¿Tienes alguna sugerencia para mejorar la intersección en términos de movilidad y seguridad vial?
Implementar acera-bici	22.45%
Implementar carril-bus	21.43%
Implementar mayor señalética	24.49%
Mejorar el sistema semafórico	31.63%
Total general	100.00%

Fuente: Elaboración propia

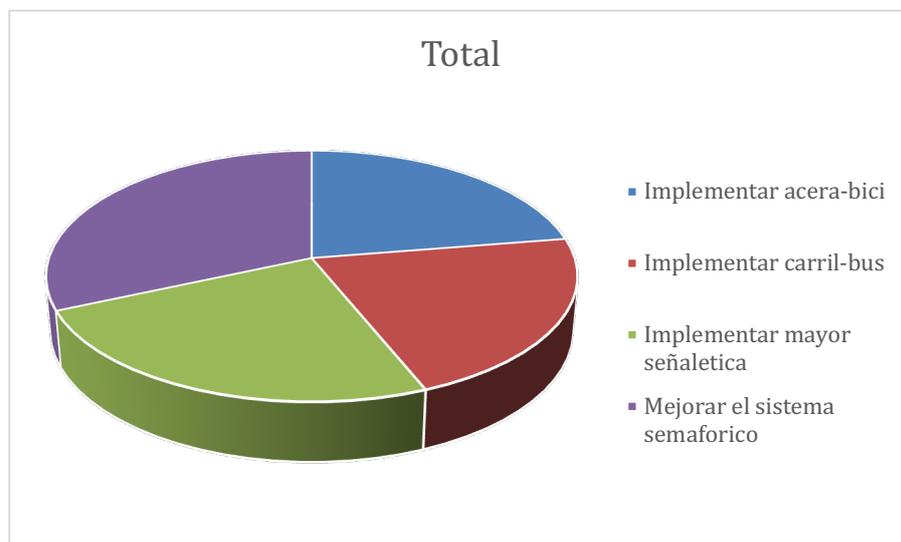


Ilustración 7 ¿Tienes alguna sugerencia para mejorar la intersección en términos de movilidad y seguridad vial?

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Incidencia en movilidad urbana

Confort y comodidad

El bienestar y la seguridad son aspectos fundamentales en el diseño y gestión de las intersecciones viales. Sin embargo, según los resultados de las encuestas realizadas, se ha evidenciado que el 91% de los encuestados considera que la intersección de Juan Palomino y Colon Tinoco no es amigable para peatones ni ciclistas. Esta percepción negativa puede deberse a diversos factores. En primer lugar, es posible que la infraestructura vial no esté adecuadamente diseñada para la circulación de peatones y ciclistas. La falta de aceras o carriles exclusivos para ciclistas puede hacer que estos usuarios se sientan inseguros al transitar por la intersección. Asimismo, la ausencia de

pasos peatonales seguros y bien señalizados puede dificultar el cruce de peatones y aumentar el riesgo de accidentes.

Tabla 14. ¿Consideras que la intersección es amigable con los peatones y ciclistas?

Fila	¿Consideras que la intersección es amigable con los peatones y ciclistas?
No	91.30%
Si	8.70%
Total general	100.00%

Fuente: Elaboración propia

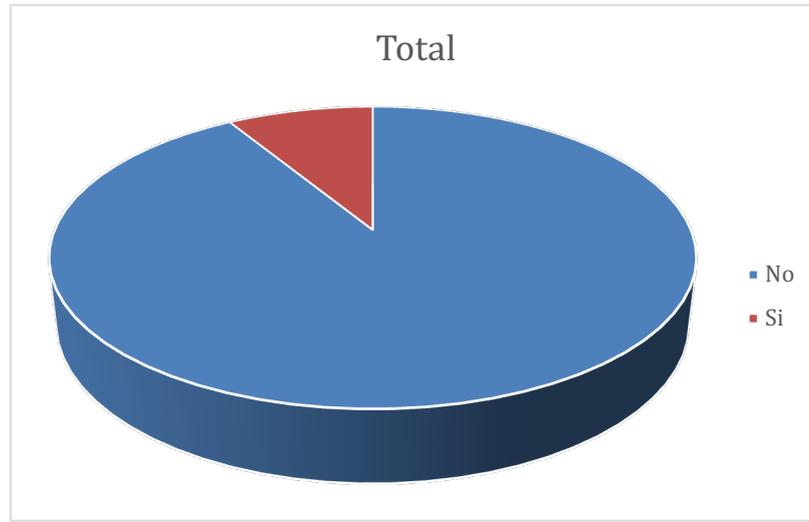


Ilustración 8. ¿Consideras que la intersección es amigable con los peatones y ciclistas?

Fuente: Elaboración propia

La comodidad y conveniencia del transporte público son aspectos clave para fomentar su uso y promover una movilidad sostenible en una ciudad. Sin embargo, según los resultados obtenidos, el 74% de los encuestados señala que la intersección de Juan Palomino y Colon Tinoco no es cómoda ni conveniente para los usuarios de transporte público. Esta percepción negativa puede deberse a varias razones. En primer lugar, es posible que la infraestructura vial no cuente con paradas de autobús adecuadas, lo que dificulta el acceso y la espera de los pasajeros. La falta de refugios en las paradas, bancos y señalización clara puede hacer que los usuarios de transporte público se sientan incómodos e inseguros mientras esperan.

Además, la intersección puede carecer de prioridad para el transporte público, lo que genera retrasos y tiempos de espera prolongados para los buses. La falta de carriles exclusivos para la movilidad del transporte y la falta de coordinación de los semáforos pueden afectar negativamente la eficiencia y la puntualidad de los servicios de autobús.

Tabla 15 ¿Consideras que la intersección es cómoda y conveniente para los usuarios del transporte público?

Fila	¿Consideras que la intersección es cómoda y conveniente para los usuarios del transporte público?
No	73.91%
Si	26.09%
Total general	100.00%

Fuente: Elaboración propia

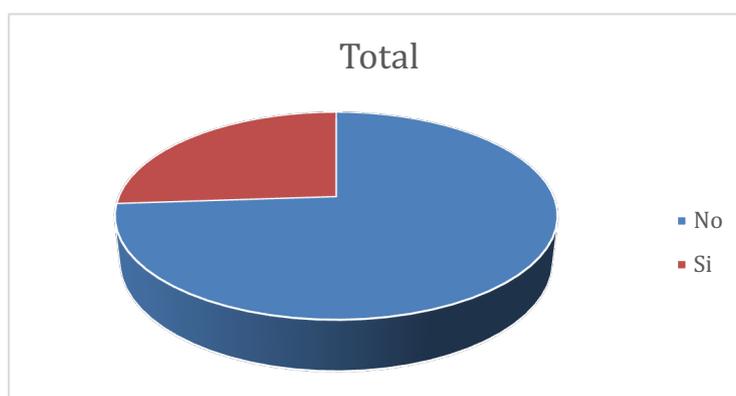


Ilustración 9 ¿Consideras que la intersección es cómoda y conveniente para los usuarios del transporte público?

Fuente: Elaboración propia

La accesibilidad es un aspecto importante para generar igualdad de mismas oportunidades y el disfrute de los espacios públicos para todos los habitantes. Sin embargo, según los resultados obtenidos, el 89% de los encuestados indica que la intersección de Juan Palomino y Colon Tinoco no es accesible para personas discapacitadas. Esta falta de accesibilidad puede presentarse en diferentes aspectos de la intersección. Por ejemplo, es posible que no haya las comodidades necesarias para la accesibilidad a sillas de ruedas en las aceras, lo que dificulta el desplazamiento de la población de discapacitados. Además, la falta de señalización táctil o sonora en los semáforos puede ser un obstáculo para las personas que son invidentes.

Tabla 16 ¿Consideras que la intersección es accesible para personas con discapacidad?

Fila	¿Consideras que la intersección es accesible para personas con discapacidad?
No	89.13%
Si	10.87%
Total general	100.00%

Fuente: Elaboración propia

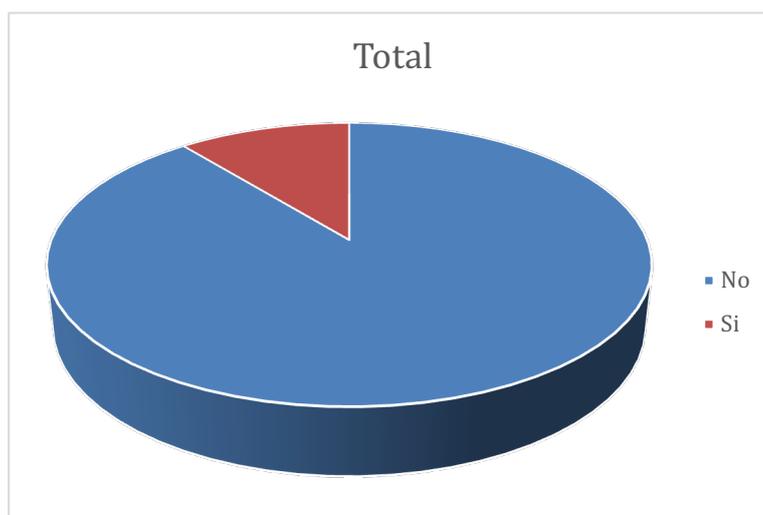


Ilustración 10 ¿Consideras que la intersección es accesible para personas con discapacidad?

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de espera

La percepción del tiempo de espera es un aspecto importante en la satisfacción de los usuarios en una intersección. Según los resultados obtenidos, se evidencia que los tiempos de espera en la intersección de Juan Palomino y Colon Tinoco generan diferentes percepciones entre los usuarios. El 48% de los encuestados indica que esperan entre 2 y 5 minutos en promedio antes de poder cruzar la intersección. Esta cifra representa una espera considerable para la mayoría de las personas. Por otro lado, el 43% de los encuestados manifiesta que experimenta tiempos de espera superiores a los 5 minutos. Esta cifra indica que una parte significativa de los usuarios encuentra los tiempos de espera prolongados y puede generar un estado de incomodidad e insatisfacción. Estos usuarios podrían percibir la intersección como ineficiente y requerirían de acciones para reducir los tiempos de espera y agilizar el movimiento de vehículos. En contraste, el 8% de los encuestados indica que esperan menos de un minuto para cruzar la intersección. Esta minoría disfruta de tiempos de espera cortos, lo que puede generar una percepción positiva en cuanto a la fluidez del tráfico y la eficiencia de la intersección.

Con base en los resultados de la percepción del tiempo de espera, es necesario tomar acciones para optimizar los tiempos de espera y encontrar un equilibrio entre la eficiencia del tráfico y la comodidad de los usuarios. Esto puede implicar ajustes en la sincronización de los semáforos, establecer regulaciones de tráfico más efectivas o incluso la consideración de alternativas de infraestructura vial. Al abordar estos aspectos,

se puede mejorar la calidad del servicio para los habitantes en la intersección y promover una mayor satisfacción en términos de tiempos de espera.

Tabla 17 ¿Cuánto tiempo sueles esperar en la intersección durante las horas pico?

Fila	¿Cuánto tiempo sueles esperar en la intersección durante las horas pico?
Entre 2 a 5 minutos	47.83%
Mas de 5 minutos	43.48%
Menos de 1 minuto	8.70%
Total general	100.00%

Fuente: Elaboración propia

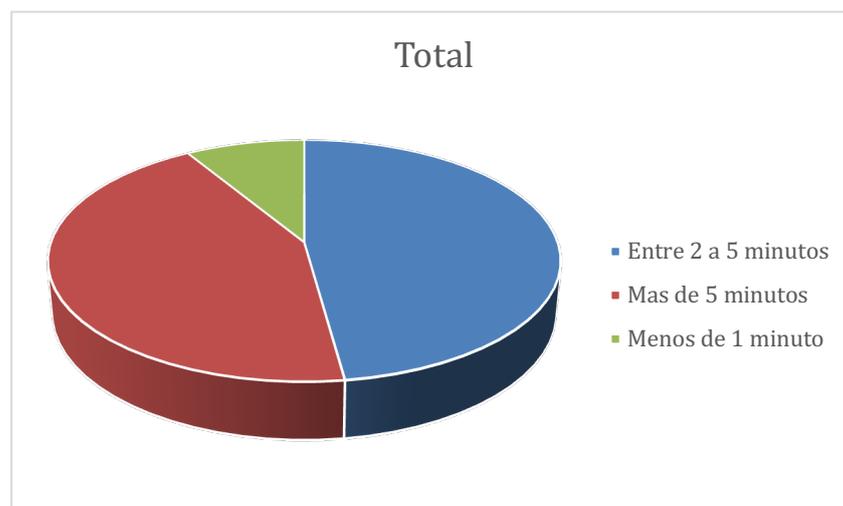


Ilustración 11 ¿Cuánto tiempo sueles esperar en la intersección durante las horas pico?

Fuente: Elaboración propia

Eficiencia del flujo de tráfico

Según los resultados obtenidos, se evidencia que la percepción de la capacidad de la intersección de Juan Palomino y Colon Tinoco es considerada regular por el 72% de los encuestados. Esto muestra que gran parte de los participantes percibe que la intersección tiene ciertas limitaciones en cuanto a su capacidad para manejar el flujo de vehículos de manera eficiente. Es posible que se experimenten congestiones y demoras en momentos de alta demanda de tráfico, lo que puede generar insatisfacción entre los usuarios. Por otro lado, el 28% de los encuestados califica la capacidad de la intersección como mala. Esto indica que una proporción significativa de las personas percibe que la intersección no tiene la efectividad que se requiere para suplir las necesidades de flujo vehicular de la zona. Esta percepción puede estar relacionada con la presencia de congestiones frecuentes, largos tiempos de espera y dificultades para el cruce de vehículos en horas pico.

Tabla 18 ¿Cómo calificarías la capacidad de la intersección para manejar el flujo de tráfico?

Fila	¿Cómo calificarías la capacidad de la intersección para manejar el flujo de tráfico?
Mala	28.26%
Regular	71.74%
Total general	100.00%

Fuente: Elaboración propia

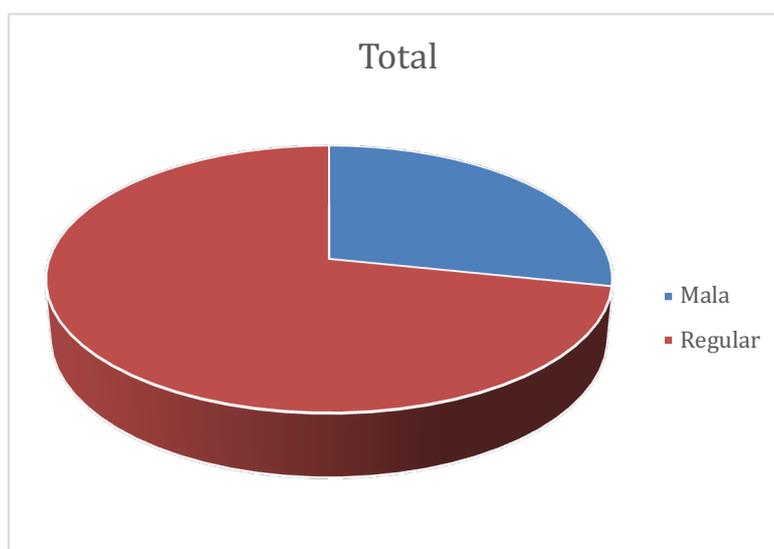


Ilustración 12 ¿Cómo calificarías la capacidad de la intersección para manejar el flujo de tráfico?

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de las encuestas reflejan una percepción negativa en cuanto a la amigabilidad de la intersección de Juan Palomino y Colon Tinoco con el medio ambiente. El 87% de los encuestados indica que consideran que la intersección no es amigable con el medio ambiente. Esta percepción puede estar relacionada con varios factores. Por un lado, es posible que los encuestados hayan observado la presencia de emisiones de gases contaminantes debido a la congestión del tráfico en la intersección. La acumulación de vehículos y los tiempos prolongados de espera pueden contribuir a la emisión de gases nocivos para el medio ambiente.

La falta de amigabilidad con el medio ambiente en una intersección puede tener consecuencias negativas, como la contribución al cambio climático, la contaminación del aire y la disminución de la calidad de vida de los habitantes de la zona. Es importante tener en cuenta estas preocupaciones y buscar soluciones que promuevan la sostenibilidad y la protección del medio ambiente en el diseño y funcionamiento de las intersecciones.

Tabla 19 ¿Consideras que la intersección es amigable con el medio ambiente?

Fila	¿Consideras que la intersección es amigable con el medio ambiente?
No	86.96%
Si	13.04%
Total general	100.00%

Fuente: Elaboración propia

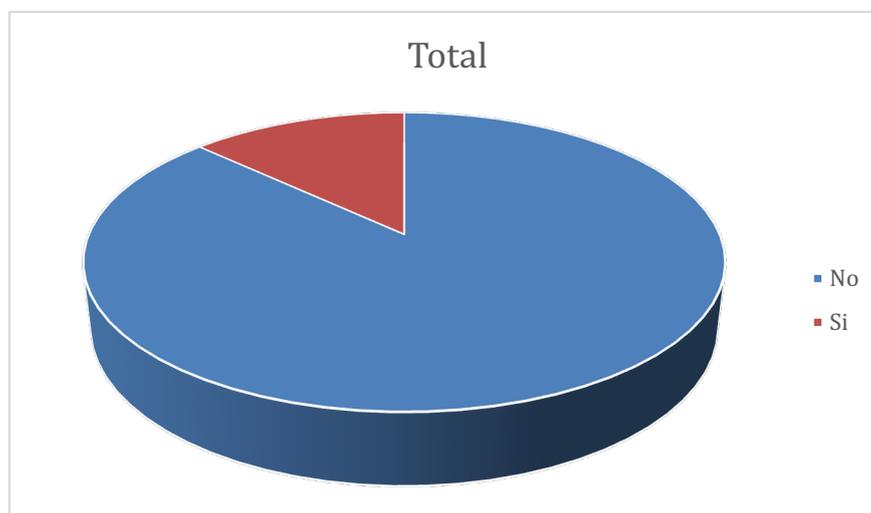


Ilustración 13 ¿Consideras que la intersección es amigable con el medio ambiente?

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para la evaluación de intersecciones viales a nivel y su incidencia en la movilidad urbana de ciudades de hasta 300,000 habitantes ha arrojado resultados tal como se observa en la Tabla 20. Esta evaluación se ha basado en tres aspectos clave: el nivel de servicio, el servicio de seguridad y el servicio de movilidad. En cuanto al nivel de servicio, se ha determinado que la intersección obtuvo una calificación de nivel D, lo que indica un rendimiento deficiente. Esta calificación se ha obtenido considerando diferentes variables, como los tiempos de demora y la capacidad de flujo de tráfico. La ponderación asignada a este factor es del 20%, lo que refleja su importancia en la evaluación final.

En relación al servicio de seguridad, se ha calificado como regular, con una ponderación del 10%. Esta calificación se basa en el índice de accidentes registrado en la intersección, que alcanza el 10%. Además, la percepción de seguridad de más del 50% de los encuestados indica que es regular. Se destaca la necesidad de mejorar la señalización vial para aumentar la seguridad en la intersección.

En cuanto al servicio de movilidad, lamentablemente se ha calificado como muy mala, sin asignación de ponderación debido a su gravedad. Los aspectos que han llevado

a esta calificación son varios: la falta de comodidad para peatones y ciclistas, la mala comodidad para los usuarios del transporte público, además de no ser amigable con el medio ambiente y la accesibilidad muy deficiente para personas discapacitadas. Además, la percepción general de los usuarios indica que los tiempos de espera superan los 2 minutos, y la eficiencia para manejar el tráfico es en su mayoría regular lo que afecta negativamente la fluidez y eficiencia del tráfico en la intersección.

Tabla 20 Evaluación de intersección

EVALUACIÓN GENERAL DE INTERSECCIÓN			
NIVEL DE SERVICIO EN INTERSECCIONES	D	El flujo todavía es estable y se presentan restricciones de geometría y pendiente.	20%
SERVICIO DE SEGURIDAD	Regular	Representa condiciones medias de seguridad	10%
SERVICIO DE MOVILIDAD	Muy malo	La intersección incide totalmente en la movilidad urbana, no es recomendable el uso para su circulación	0%
TOTAL			30%

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados demuestran la imperante necesidad de aplicar medidas concretas para mejorar la intersección en cuestión y su incidencia en la movilidad urbana. Es fundamental implementar estrategias que permitan elevar el nivel de servicio, incrementar la seguridad vial y mejorar la movilidad para todos los usuarios. Esto implica acciones como la optimización de los tiempos de espera, la implementación de una señalización clara y efectiva, la mejora de las infraestructuras para peatones, y demás usuarios, así como la accesibilidad adecuada para personas con discapacidad.

La evaluación final destaca la importancia de abordar estos aspectos de manera integral y coordinada, involucrando a las autoridades competentes, expertos en movilidad urbana y a la comunidad en general. Solo a través de esfuerzos conjuntos y la implementación de soluciones adecuadas se logrará mejorar la intersección y garantizar una movilidad eficiente, segura y accesible. Con esta información y basados en el rango de calificación de 10% a 30% de la **Tabla 7**, indicamos que el servicio de la intersección

es malo ya que tiene un nivel de servicio malo, presenta problemas de flujo vehicular y/o de seguridad que afectan la movilidad dentro de la ciudad

CONCLUSIONES

- La evaluación de la congestión vehicular en intersecciones viales a nivel y su incidencia en la movilidad urbana en ciudades de hasta 300.000 habitantes ha permitido identificar los fundamentos teóricos necesarios para comprender y evaluar esta problemática. Los resultados obtenidos demuestran la importancia de considerar variables como el nivel de servicio, la seguridad y la movilidad para obtener una visión completa y precisa de la situación.
- La caracterización de la congestión vehicular en la intersección estudiada revela una realidad preocupante en términos de rendimiento y eficiencia. La calificación de nivel D indica que la capacidad de la intersección no es suficiente para suplir la demanda de tráfico, lo que se traduce en tiempos de demora superiores a los deseables. Asimismo, la incidencia de accidentes y la percepción de seguridad regular refuerzan la necesidad de implementar medidas para potenciar la seguridad dentro del área.
- Se formuló una metodología de evaluación para obtener resultados objetivos y consistentes. Se asignaron ponderaciones a cada factor evaluado que permiten priorizar los aspectos más relevantes y obtener una visión global del desempeño de la intersección. Estos resultados respaldan la importancia de contar con un enfoque estructurado y riguroso para evaluar y abordar los problemas de congestión vehicular y movilidad urbana. Con la metodología aplicada, se obtuvo que la intersección de las calle Juan Palomino y Colon Tinoco mantiene un nivel de servicio D indicando así que el flujo vehicular presenta restricciones generando congestionamiento, además de influir directamente con la movilidad urbana ya que carece que comodidad, accesibilidad y confort a los usuarios, basándonos en esas características la intersección obtuvo una calificación de 30/100 indicando un servicio malo, presentado problemas de flujo vehicular y seguridad afectando así la movilidad en la ciudad y sector.

RECOMENDACIONES:

La reducción del índice de accidentes en la intersección no solo mejorará la seguridad vial, sino que también contribuirá a la eficiencia del tráfico y a una experiencia de movilidad más fluida y segura para los conductores, peatones y ciclistas que transitan por esta intersección.

Mejorar la señalización vial, reparar o mejorar la infraestructura deteriorada, implementar medidas de control de velocidad y promover campañas de concienciación vial para fomentar un comportamiento seguro por parte de todos los usuarios.

BIBLIOGRAFÍA:

- Archer, J. (2005). Indicators for traffic safety assessment and prediction and their application in micro-simulation modelling: A study of urban and suburban intersections The Greater Stockholm area defined by accident occurrence (from STRADA). ROYAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY.
- Adugbila, E. J., J. A. Martinez, and K. Pfeffer. 2023. "Road Infrastructure Expansion and Socio-Spatial Fragmentation in the Peri-Urban Zone in Accra, Ghana." *Cities* 133. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.104154>.
- Belmekki, B. E. Y., A. Hamza, and B. Escrig. 2021. "Performance Analysis of Cooperative Communications at Road Intersections Using Stochastic Geometry Tools." *Digital Signal Processing: A Review Journal* 116. <https://doi.org/10.1016/j.dsp.2021.103112>.
- Caspersen, E., T. Ørving, and A. Tennøy. 2023. "Capacity Reduction on Urban Main Roads: How Truck Drivers Adapted, and What Effects and Consequences They Experienced." *Transport Policy* 130: 68–83.
- Castañeda, K., O. Sánchez, R. F. Herrera, E. Pellicer, and H. Porras. 2021. "BIM-Based Traffic Analysis and Simulation at Road Intersection Design." *Automation in Construction* 131. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103911>.
- Costa, A. (2022). Sistemas inteligentes de movilidad urbana en Río de Janeiro: una evaluación crítica. Cuadernos de Vivienda y Urbanismo, 15(1), 21. <https://doi.org/10.11144/JAVERIANA.CVU15.SIMU>
- Dowling, R., Flannery, A., Landis, B., Petritsch, T., Roupail, N., & Ryus, P. (2008). Multimodal Level of Service for Urban Streets: <https://doi.org/10.3141/2071-01>, 2071, 1–7. <https://doi.org/10.3141/2071-01>
- Fang, Z., S. Zhu, X. Fu, F. Liu, H. Huang, and J. Tang. 2022. "Multivariate Analysis of Traffic Flow Using Copula-Based Model at an Isolated Road Intersection." *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications* 599. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2022.127431>.
- Gad Municipal del Cantón Machala. (2019). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN MACHALA.
- Gallo, I. M. (2004). Vías romanas: ingeniería y técnica constructiva. Isaac Moreno Gallo ISBN: 84-7790-425-1.
- Gao, Y., Z. Qu, X. Song, Z. Yun, and F. Zhu. 2023. "Coordinated Perimeter Control of Urban Road Network Based on Traffic Carrying Capacity Model." *Simulation Modelling Practice and Theory* 123. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2022.102680>.
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, L. (2017). Selección de la muestra. Metodología de La Investigación (6a Ed., Pp. 170-191). <https://metabase.uaem.mx/handle/123456789/2776>
- Hu, L., Ou, J., Huang, J., Wang, F., Wang, Y., Ren, B., Peng, H., & Zhou, L. (2021). Safety evaluation of pedestrian-vehicle interaction at signalized intersections in Changsha, China. <https://doi.org/10.1080/19439962.2021.1960662>, 14(10), 1750–1775. <https://doi.org/10.1080/19439962.2021.1960662>

- Jin, K., W. Wang, X. Li, X. Hua, S. Chen, and S. Qin. 2022. “Identifying the Critical Road Combination in Urban Roads Network under Multiple Disruption Scenarios.” *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications* 607. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2022.128192>.
- Lee, J., and Y. Yoon. 2021. “Indicators Development to Support Intelligent Road Infrastructure in Urban Cities.” *Transport Policy* 114: 252–65.
- Liu, Z., H. Chen, E. Liu, and W. Hu. 2022. “Exploring the Resilience Assessment Framework of Urban Road Network for Sustainable Cities.” *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications* 586. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2021.126465>.
- Lu, W., Z. Yi, R. Wu, Y. Rui, and B. Ran. 2022. “Traffic Speed Forecasting for Urban Roads: A Deep Ensemble Neural Network Model.” *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications* 593. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2022.126988>.
- Martinelli, Valentina, Roberto Ventura, Michela Bonera, Benedetto Barabino, and Giulio Maternini. 2022. “Effects of Urban Road Environment on Vehicular Speed. Evidence from Brescia (Italy).” *Transportation Research Procedia* 60: 592–99.
- Mohammed Almatar, K. 2023. “Traffic Congestion Patterns in the Urban Road Network: (Dammam Metropolitan Area).” *Ain Shams Engineering Journal* 14 (3). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101886>.
- Montoya, Jorge A., Diego A. Escobar, and Carlos A. Moncada. 2020. “Urban Accessibility Analysis from Road Interventions through Geographic Information Systems. Case Study, the Road Network of the Quibdó Municipality, in Colombia.” *Informacion Tecnologica* 31 (2): 19–30.
- Mondal, S., & Gupta, A. (2019). A review of methodological approaches for saturation flow estimation at signalized intersections. <https://doi.org/10.1139/Cjce-2018-0696>, 47(3), 237–247. <https://doi.org/10.1139/CJCE-2018-0696>
- Muñoz Rodríguez, Jose Miguel, and Raquel Hinojosa Reyes. 2022. “Diseño y Creación de Una Herramienta Geotecnológica Para El Análisis de La Accidentalidad Vial En La Ciudad de Toluca-México. SIGESEV-TC.” *Revista Cartográfica*, no. 106 (December): 7–34.
- National Research Council (U.S.). Transportation Research Board. (2000). Highway capacity manual. Transportation Research Board, National Research Council.
- Olayode, I. O., L. K. Tartibu, and M. O. Okwu. 2021. “Prediction and Modeling of Traffic Flow of Human-Driven Vehicles at a Signalized Road Intersection Using Artificial Neural Network Model: A South African Road Transportation System Scenario.” *Transportation Engineering* 6. <https://doi.org/10.1016/j.treng.2021.100095>.
- Olayode, I. O., L. K. Tartibu, M. O. Okwu, and U. F. Uchechi. 2020. “Intelligent Transportation Systems, Un-Signalized Road Intersections and Traffic Congestion in Johannesburg: A Systematic Review.” In *Procedia CIRP*, 91:844–50.
- Osorio-García, David, Diego A. Escobar, and Gregorio Hernández-Pulgarín. 2022. “Variables de Comportamiento Peatonal Para La Priorización de Puntos Críticos

Evaluados a Partir de Auditorías En Seguridad Vial.” *Información Tecnológica* 33 (5): 155–64.

- Rueda Villar, Omar, Flor Cerquera Escobar, and Gonzalo Pérez-Buitrago. 2019. “Vulnerable Road Users, Prioritization of Urban Sectors with High Accident Rates.” *Ingeniería Solidaria* 15 (29): 1–26.
- Sánchez, E. S., Movilla, S. C., & Cruz, M. S. (2022). Evaluación de la incidencia de los ciclos sobre el nivel de servicio de intersecciones no semaforizadas en la ciudad de Holguín. *Revista Científica de FAREM-Esteli*, 248–270. <https://doi.org/10.5377/FAREM.V11I3.14914>
- Schindler, R., and G. Bianchi Piccinini. 2021. “Truck Drivers’ Behavior in Encounters with Vulnerable Road Users at Intersections: Results from a Test-Track Experiment.” *Accident Analysis and Prevention* 159. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106289>.
- Sobreira, L. T. P., and F. Cunto. 2021. “Disaggregated Traffic Conditions and Road Crashes in Urban Signalized Intersections.” *Journal of Safety Research* 77: 202–11.
- Tomoda, M., H. Uno, S. Hashimoto, S. Yoshiki, and T. Ujihara. 2022. “Analysis on the Impact of Traffic Safety Measures on Children’s Gaze Behavior and Their Safety Awareness at Residential Road Intersections in Japan.” *Safety Science* 150. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105706>.
- Valença, Gabriel, Filipe Moura, and Ana Morais de Sá. 2021. “Main Challenges and Opportunities to Dynamic Road Space Allocation: From Static to Dynamic Urban Designs.” *Journal of Urban Mobility* 1 (December): 100008.
- Vecchio, Giovanni, Bryan Castillo, and Stefan Steiniger. 2021. “Urban Mobility and Elderlies in Santiago de Chile: The Value of Integrating Analytical Methods, a Case Study of the San Eugenio Neighbourhood.” *Revista de Urbanismo*, no. 43 (October): 26–45.
- Vizuet, G. I. (2017). LA MOVILIDAD URBANA: DIMENSIONES Y DESAFÍOS.
- Wang, S., C. Chen, J. Zhang, X. Gu, and X. Huang. 2022. “Vulnerability Assessment of Urban Road Traffic Systems Based on Traffic Flow.” *International Journal of Critical Infrastructure Protection* 38. <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2022.100536>.
- Wang, C., Xu, C., Xia, J., Qian, Z., & Lu, L. (2018). A combined use of microscopic traffic simulation and extreme value methods for traffic safety evaluation. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 90, 281–291. <https://doi.org/10.1016/J.TRC.2018.03.011>
- Yadav, A., J. Mandhani, M. Parida, and B. Kumar. 2022. “Modelling of Traffic Noise in the Vicinity of Urban Road Intersections.” *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 112. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103474>.
- Yang, L., X. Luo, Z. Zuo, S. Zhou, T. Huang, and S. Luo. 2023. “A Novel Approach for Fine-Grained Traffic Risk Characterization and Evaluation of Urban Road Intersections.” *Accident Analysis and Prevention* 181. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106934>.

Younes, M. B., A. Boukerche, and F. De Rango. 2023. "SmartLight: A Smart Efficient Traffic Light Scheduling Algorithm for Green Road Intersections." *Ad Hoc Networks* 140. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2022.103061>.

Zamorano González, Benito, Yolanda Velázquez Narváez, Fabiola Peña Cárdenas, Lucía Ruiz Ramos, Óscar Monreal Aranda, Víctor Parra Sierra, José Ignacio Vargas Martínez, et al. 2019. "Exposición al Ruido Por Tráfico Vehicular y Su Impacto Sobre La Calidad Del Sueño y El Rendimiento En Habitantes de Zonas Urbanas." *Estudios Demográficos y Urbanos* 34 (3): 601–29.

ANEXOS

Anexo 1: NIVEL DE SERVICIO

Tabla 21 Calculo de nivel de servicio

Colón Tinoco y Juan Palomino												
SIMBOLOGÍA	NORTE - SUR			SUR - NORTE			ESTE - OESTE			OESTE - ESTE		
	IZQ	FRENTE	DERECH A	IZQ	FRENTE	DERECH A	IZQ	FRENTE	DERECH A	IZQ	FRENTE	DERECH A
V	325 Veh/h	365 Veh/h	333 Veh/h	125 Veh/h	395 Veh/h	325 Veh/h	290 Veh/h	331 Veh/h	241 Veh/h	109 Veh/h	184 Veh/h	47 Veh/h
q_{máx(15)}	111 Veh/h	105 Veh/h	87 Veh/h	97 Veh/h	114 Veh/h	31 Veh/h	116 Veh/h	89 Veh/h	84 Veh/h	33 Veh/h	57 Veh/h	18 Veh/h
FHMD	0.98	0.70	0.96	0.97	0.87	2.62	0.93	0.97	0.95	0.83	0.81	0.65
VP	332	521	347	129	454	124	312	341	254	131	227	72
ci	383.24420 68 Veh/h	776.70825 91 Veh/h	367.91443 85 Veh/h	383.24420 68 Veh/h	776.70825 91 Veh/h	367.9144 39 Veh/h	367.91443 85 Veh/h	621.36660 72 Veh/h	367.9144 39 Veh/h	199.28698 75 Veh/h	349.19508 81 Veh/h	199.2869 88 Veh/h
gi	25 Seg	24 Seg	24 Seg	25 Seg	24 Seg	24 Seg	24 Seg	24 Seg	24 Seg	13 Seg	13 Seg	13 Seg
gi/C	0.2450980 39 Seg	0.2352941 18 Seg	0.2352941 18 Seg	0.2450980 39 Seg	0.2352941 18 Seg	0.235294 118 Seg	0.2352941 18 Seg	0.2352941 18 Seg	0.235294 118 Seg	0.1274509 8 Seg	0.1274509 8 Seg	0.127450 98 Seg
C	102 Seg	102 Seg	102 Seg	102 Seg	102 Seg	102 Seg	102 Seg	102 Seg				
D1	34.787775 14	35.418199 03	35.418199 03	31.674126 07	32.385821 71	32.38582 171	34.249091 93	34.249091 93	34.24909 193	40.711044 05	40.711044 05	40.71104 405
D2	19.572434 17	3.9556488 04	31.252419 54	2.0277023 24	2.7570377 83	2.120132 856	18.401986 61	2.9837906 42	8.771648 177	13.744020 53	7.8416731 63	4.347078 352
d	54.360209 31	39.373847 83	66.670618 57	33.701828 4	35.142859 49	34.50595 456	52.651078 55	37.232882 58	43.02074 011	54.455064 58	48.552717 22	45.05812 241
	D	D	E	C	D	C	D	D	D	D	D	D
dN	51.40659913			34.76841863			44.15443493			49.76545946		
	D			C			D			D		
dI	45.53651083											
	D											

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: ENCUESTA

EVALUACIÓN DE INTERSECCIÓN AV COLON TINOCO Y JUAN PALOMINO YSU INCIDENCIA EN LA MOVILIDAD URBANA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO LA OBTENCIÓN

DEL TÍTULO DE MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL, MENCIÓN VIALIDAD.ING. CIVIL

DANNY DANIEL DURAN CABRERA

1. ¿Con qué frecuencia transitas por la intersección Av. Colon Tinoco y Juan Palomino?

 2. ¿Cuánto tiempo sueles esperar en la intersección durante las horas pico?
 3. ¿Has tenido algún incidente o accidente en la intersección en cuestión?
 4. ¿Cómo calificarías la seguridad de la intersección?
 5. ¿Cómo calificarías la capacidad de la intersección para manejar el flujo de tráfico?
 6. ¿Consideras que la intersección es amigable con los peatones y ciclistas?
 7. ¿Consideras que la intersección es amigable con el medio ambiente?
 8. ¿Consideras que la intersección es cómoda y conveniente para los usuarios del transporte público?
 9. ¿Consideras que la intersección es accesible para personas con discapacidad?
 10. ¿Tienes alguna sugerencia para mejorar la intersección en términos de movilidad y seguridad vial?
-

Anexo 4: MEMORIA FOTOGRAFICA



Ilustración 14 Aforo vehicular

Fuente: *Elaboración Consultoría*



Ilustración 15 Aforo vehicular

Fuente: *Elaboración Consultoría*



Ilustración 16 Aforo vehicular

Fuente: *Elaboración Consultoría*



Ilustración 17 Conteo de ciclo semafórico

Fuente: *Elaboración propia*



Ilustración 18 Conteo de ciclo semafórico

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 19 Congestión vial

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 20 Congestión vial

Fuente: Elaboración propia