



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Título

**CAUSAS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN EL CENTRO
HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingenieros Civiles

Autor:

Alarcón Vizuite Bryan Vinicio
Flores Llamuca Yadira Alexandra

Tutor:

Mgs. Ángel Paredes García

Riobamba, Ecuador. 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Alarcón Vizúete Bryan Vinicio, con cédula de ciudadanía 0604033050 y Flores Llamuca Yadira Alexandra, con cédula de ciudadanía 0604248997 autores del trabajo de investigación titulado: CAUSAS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 31 de Julio de 2023.



Bryan Vinicio Alarcón Vizúete



Yadira Alexandra Flores Llamuca

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación: CAUSAS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA, por Alarcón Vizaete Bryan Vinicio, con cédula de ciudadanía 0604033030 y Flores Llamaca Yadira Alexandra, con cédula de ciudadanía 0604248997, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor, no teniendo más nada que observar.

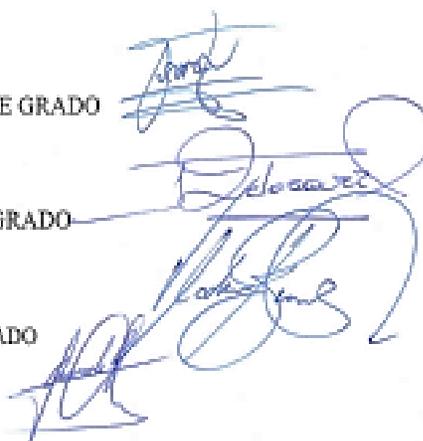
De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 31 de Julio de 2023

Ing. Oscar Cevallos PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Víctor Velásquez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Vladimir Pazmiño
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Mgs. Ángel Paredes García
TUTOR

The image shows four handwritten signatures in blue ink, arranged vertically on the right side of the page. Each signature is positioned to the right of its corresponding name and title. The signatures are stylized and appear to be written in a cursive or semi-cursive script. The first signature is for Oscar Cevallos PhD, the second for Víctor Velásquez, the third for Vladimir Pazmiño, and the fourth for Ángel Paredes García.

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación: CAUSAS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA, presentado por Alarcón Vizúete Bryan Vinicio, con cédula de ciudadanía 0604033050 y Flores Llamuca Yadira Alexandra, con cédula de ciudadanía 0604248997, bajo la tutoría del Mgs. Ángel Paredes; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de sus autores; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 31 de Julio de 2023

Presidente del Tribunal de Grado
Ing. Oscar Cevallos PhD

Miembro del Tribunal de Grado
Ing. Víctor Velásquez

Miembro del Tribunal de Grado
Ing. Vladimir Pazmiño

CERTIFICADO ANTIPLAGIO



**Dirección
Académica**
VICERECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-02.20
VERSIÓN 02: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **Alarcón Vizcete Bryan Vinicio** con CC: 060403305-0 y **Flores Llamuca Yadira Alexandra** con CC: 060424899-7; estudiantes de la Carrera **Ingeniería Civil, NO VIGENTE**, Facultad de **Ingeniería**; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"CAUSAS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA"**, cumple con el 10 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **Urkund**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 25 de julio de 2023

Mg. Ángel Paredes
TUTOR

DEDICATORIA

Dedico este estudio a mis padres, por su apoyo incondicional, por enseñarme a ser constante y disciplinado por ser, la principal motivación en todo lo que realice, a decidir que cuando caiga debo levantarme una y otra vez.

El presente trabajo es dedicado a mi familia en especial a mi padre Vinicio a mi madre Carmen, mi hermano Mauricio, mi sobrina Karlita y a mi abuelito Carlos que desde el cielo me guía y mis a tías quienes han sido parte fundamental para culminar mi carrera profesional, ellos son mi pilar e impulso para lograr las metas que me proponga ya que me dieron grandes enseñanzas y ejemplos de vida siendo así los principales protagonistas de este “sueño alcanzado”.

A todos quienes me proporcionaron lo necesario para realizar este trabajo a cabalidad. Sé que estas palabras no son suficientes para expresar todos mis sentimientos de aprecio y cariño a todos ellos.

Bryan A.

El presente trabajo es dedicado a mis padres, Víctor y Norma quienes son mi principal motivación y apoyo en todo momento, que a través de sus enseñanzas siempre me alentaron a la realización de todo lo que me proponga en la vida.

A mi abuelita Luz María y a mi tía Norma Beatriz “mis guerreras invencibles” que Dios las tiene en su santa gloria porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona, me dieron grandes enseñanzas y ejemplos de vida siendo así las principales protagonistas de este “sueño alcanzado”.

A mis hermanos Danny, Leonel y sobre todo a mi pequeña hermana Luz Alejandra ese pequeño ser de luz que llegó a mi vida a llenarme de amor y cariño, a mi Tía Nelly quien me brindó su apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento.

A toda mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Yadira F.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a mis padres hoy que concluyo una etapa importante en mi vida que son mis estudios superiores, gracias por ser los mejores guías de mi vida y por estar siempre a mi lado y creer en mí.

A mi tutor Ingeniero Ángel Paredes “por su guía oportuna en la realización de este trabajo aportándome sus conocimientos rigurosos y precisos. Gracias por su paciencia y por compartir su profesionalismo. A todos mis profesores que compartieron sus conocimientos a lo largo de esta carrera profesional y han sido las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí.

A mis amigos y compañeros de viaje universitario, por todas las anécdotas compartidas y que gracias a Dios hoy nos toca cerrar un capítulo maravilloso en esta historia de vida. Gracias por estar siempre allí.

Bryan A.

Agradezco a Dios por haberme dado una familia ejemplar que han depositado su confianza en mí y me han brindado todo su apoyo, dándome ejemplo de superación, sacrificio, honestidad y humildad y sobre todo a valorar todo lo que tengo.

A mi madre por su paciencia, por su comprensión, y sobre todo por su infinito amor en este camino llamado vida quien siempre confió en mí y me repetía una y otra vez que yo puedo, esa mujer que es mi vida y le estaré eternamente agradecida por el resto de mis días.

A mi tutor Ángel Paredes que sin su guía, paciencia y constancia no hubiese logrado terminar este trabajo. Sus sugerencias fueron siempre de vital importancia para avanzar en la investigación. A todos mis profesores a quienes debo mis conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera universitaria.

Y como no a todos mis amigos y compañeros con los que compartí dentro y fuera de las aulas gracias por estar allí siempre compartiendo momentos buenos y malos a lo largo de este camino universitario.

Yadira F.

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR

DICTAMEN FAVORABLE DEL AUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I	19
1.1 Introducción.....	19
1.2 Planteamiento del Problema.....	20
1.3 Justificación.....	21
1.4 Objetivos	22
1.4.1 General.....	22
1.4.2 Específicos	22
CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1 Congestión vehicular.....	23
2.2 Intersecciones viales.....	23
2.2.1 Análisis del nivel de servicio	23
2.2.2 Capacidad.....	23
2.2.3 Aforos de Tráfico.....	24
2.3 Variables que intervienen en la evaluación del nivel de servicio	24
2.3.1 Velocidad de recorrido.....	24

2.3.2 Tiempos y demoras.....	24
2.4 Tiempos de viaje	24
2.5 Gestión del Tránsito.....	24
2.6 Gestión de la Demanda	25
2.7 Fundamentación del Arte	25
2.7.1 Casos de congestión vehicular en Centros Históricos e Intersecciones y propuestas de solución.....	25
CAPÍTULO III	29
3.1 Metodología	29
3.1.1 Tipo y Diseño de la investigación.....	29
3.1.2 Técnicas de recolección de Datos.....	29
3.1.3 Población de estudio y tamaño de muestra	35
CAPÍTULO IV	36
4.1 Resultados y Discusión	36
4.1.1 Intersecciones con mayor incidencia de congestionamiento vehicular.	36
4.1.2 Tiempo de viaje entre las vías transversales y longitudinales	46
4.1.3 Análisis de la capacidad y niveles de servicio de las calles del casco histórico de Riobamba.....	48
CAPÍTULO V.....	73
CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Ruta 1- A: Primera Constituyente y García Moreno hasta Primera Constituyente y Pichincha	47
Tabla 2.	Ruta 1- B: Primera Constituyente y García Moreno hasta Primera Constituyente y Pichincha	47
Tabla 3.	Ruta 2-A: Guayaquil y 5 de junio hasta Guayaquil y Espejo.....	47
Tabla 4.	Ruta 2-B; Guayaquil y 5 de junio hasta Guayaquil y Espejo.....	48
Tabla 5.	Determinación del Factor Diario.....	48
Tabla 6.	Capacidad de Intersecciones Semaforzadas Según HCM 2000.....	50
Tabla 7.	Volumen de tráfico durante 15 minutos en las transversales semaforizadas Días Laborables	50
Tabla 8.	Volumen de tráfico durante 15 minutos en las transversales semaforizadas Fines de Semana	51
Tabla 9.	Relación volumen/capacidad (V/C) Días laborales	52
Tabla 10.	Relación volumen/capacidad (V/C) Fin de semana	52
Tabla 11.	Determinación del nivel de servicio (LOS) Días Laborales.....	52
Tabla 12.	Determinación del nivel de servicio (LOS) Fines de Semana.....	52
Tabla 13.	Determinación de la capacidad de tráfico en intersecciones sin semáforos Días Laborales	53
Tabla 14.	Determinación de los factores de corrección en intersecciones sin semáforos Días Laborales.	53
Tabla 15.	Determinación del nivel de servicio en intersecciones sin semáforos Días Laborales	54
Tabla 16.	Determinación de la capacidad de tráfico en intersecciones sin semáforos Fines de Semana	54

Tabla 17.	Determinación de los factores de corrección en intersecciones sin semáforos Fines de Semana	55
Tabla 18.	Determinación del nivel de servicio en intersecciones sin semáforos FS	55
Tabla 19.	Tipo de transporte más utilizado	56
Tabla 20.	Frecuencia de movilidad.....	57
Tabla 21.	Actividades desarrolladas al movilizarse	58
Tabla 22.	Tiempo de desplazamiento	59
Tabla 23.	Percepción del congestionamiento vehicular	60
Tabla 24.	Intersecciones con mayor incidencia de congestionamiento	61
Tabla 25.	Dificultades de movilidad en las intersecciones	62
Tabla 26.	Percepción de la calidad y seguridad del transporte.....	63
Tabla 27.	Adecuada señalización	64
Tabla 28.	Nuevas alternativas de circulación vehicular	65
Tabla 29.	Campaña de un día libre de humo vehicular	65
Tabla 30.	La bicicleta como medio de transporte alternativo.....	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Determinación del factor diario.....	49
Gráfico 2.	Tipo de transporte más utilizado	56
Gráfico 3.	Frecuencia de movilidad.....	57
Gráfico 4.	Actividades desarrolladas al movilizarse	58
Gráfico 5.	Tiempo de desplazamiento	59
Gráfico 6.	Percepción del congestionamiento vehicular	60
Gráfico 7.	Intersecciones con mayor incidencia de congestionamiento	61
Gráfico 8.	Dificultades de movilidad en las intersecciones.....	62
Gráfico 9.	Percepción de la calidad y seguridad del transporte.....	63
Gráfico 10.	Adecuada señalización.....	64
Gráfico 11.	Nuevas alternativas de circulación vehicular.....	65
Gráfico 12.	Campaña de un día libre de humo vehicular.....	66
Gráfico 13.	La bicicleta como medio de transporte alternativo	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Registro para el conteo vehicular	31
Cuadro 2.	Registro de la velocidad	31
Cuadro 3.	Registro de la longitud de cola	32
Cuadro 4.	Registro de los repartos de tiempo	32
Cuadro 5.	Registros de los tiempos de ciclo	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Tipos generales de entronques a desnivel.....	80
Anexo 2.	Tipos generales de entronques a nivel.....	80
Anexo 3.	Ficha de conteo vehicular.....	82
Anexo 4.	Ficha de conteo vehicular con semaforización.....	83
Anexo 5.	Factores de corrección para el cálculo de la intensidad de saturación	84
Anexo 6.	Encuesta.....	85
Anexo 7.	Fotografías del conteo vehicular de las intersecciones seleccionadas del centro histórico	87
Anexo 8.	Niveles de servicio (LOS)	89

RESUMEN

La investigación corresponde a un estudio de las “Causas del congestionamiento vehicular en el Centro Histórico de la ciudad de Riobamba” con el objetivo de analizar las intersecciones de mayor movilidad. La metodología utilizada fue de tipo exploratoria con métodos analítico, cualitativo, cuantitativo y de observación. La toma de datos se realizó mediante observación directa cuantificando los tiempos para describir el comportamiento del tránsito definido en 8 intersecciones, las cuales fueron escogidas en base a su importancia y ubicación según la ciudadanía, para posteriormente realizar aforos manuales aplicados en 4 días de la semana. En la identificación se consideró las características de operación del tráfico, problemas de seguridad del tránsito, problemas de peatones/ciclistas y estética e impacto visual. Para las mediciones se utilizaron criterios de inclusión y exclusión, mediante conteo manual en estaciones de trabajo durante 8 horas en horarios de 7:00 a 15:00 y horas pico que iban de 7:00 a 8:00am, de 12:00 a 13:00pm y de 16 a 17:00pm. A partir de los datos recopilados se determinó el valor del Tránsito Promedio Diario (TPD), posteriormente el tiempo de viaje, la capacidad de la vía y el nivel de servicio.

Se tomó en cuenta varios puntos críticos para el tiempo de viaje considerándose 4 intersecciones de mayor flujo vehicular con semaforización y sin ella, en las calles Primera Constituyente - García Moreno hasta Primera Constituyente – Pichincha, y; Guayaquil - 5 de junio hasta Guayaquil – Espejo. De acuerdo con el Plan de Movilidad (2020) las menores velocidades de circulación vehicular (congestión vehicular) se dan principalmente sobre las vías transversales (0-15 y 16-30 km/h) incrementando la congestión en las áreas centrales. Al analizar la capacidad y niveles de servicio se determinó que las intersecciones con semáforo eran de tipo E lo que indica que las operaciones de tránsito tenían una gran demora, mientras que las intersecciones sin semáforo eran de tipo D es decir la demora era elevada y C lo que indica que la demora era considerable.

Si bien es cierto un Centro Histórico es considerado como la principal centralidad urbana de las ciudades, también es objeto de análisis de planificadores y políticos, quienes dan sus aportes en base a estrategias de recuperación. Para ello se estableció las posibles soluciones basados en la gestión del tránsito y de la demanda como puntos estratégicos enfocados a las necesidades locales para mejorar el rendimiento de la red vial del centro histórico.

Palabras claves: Congestión vehicular, Tránsito, Tráfico, Capacidad de Carga, Tiempos de demora

ABSTRACT

According to Valencia and Sanchez (2016) "The production or generation of solid waste is a variable that depends on cultural factors such as the size of the population, the dominant socioeconomic activity, the educational level and the environmental awareness that people have". Therefore, the physical characterization of household solid waste in the city of Macas and the people who generate it aims to generate data that will serve as a basis for the creation of environmental programs, promoting education and environmental awareness. Two phases were used to physically characterize household solid waste. Phase 1: General characterization of the urban population of the city of Macas, through the initial application of a survey conducted by Arellano, Gavilanes, & Gonzáles (2013) by the "Method of urban characterization and socioeconomic characterization" same that will allow to know the per capita production (PPC) of solid waste. Phase 2: Statistical analysis was used to characterize the solid waste produced by the inhabitants of the city of Macas. The process consisted of recording for eight days the amount of solid waste produced by the household, classifying, and weighing it according to its physical composition in order to subsequently calculate the sample size and generate data on per capita production, loose density, components, among other tasks that are addressed in this report.

Key words: Solid waste, Production per Capita, Urban Characterization, Socioeconomic Characterization, Physical Composition, Loose Density.



Escanea el código QR para acceder al perfil del revisor:
JHON JAIRO INCA
GUERRERO

Reviewed by:

Lcdo. Jhon Inca Guerrero.

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0604136572

CAPÍTULO I

1.1 Introducción

La ciudad de Riobamba se encuentra en un constante desarrollo y con ello el aumento del parque automotor dentro de la misma, por lo cual se toma en cuenta ciertas variables que permitan identificar las causas del congestionamiento vehicular en el centro histórico. Entre estas está la falta de planificación del tráfico, las pocas estrategias para facilitar la circulación dentro de la zona de estudio que disminuyan los conflictos entre vehículos y peatones, así como la reducción de los accidentes y los posibles riesgos de cruce de intersecciones.

Dentro del casco histórico de la ciudad se encuentran varias instituciones públicas como: mercados, establecimientos educativos, centros de salud, locales comerciales y oficinas particulares que provocan una mayor demanda de viajes; conllevando a un alto nivel de crecimiento de necesidades que requieren plazas de aparcamiento ya que las calles se convierten en estacionamientos de paso y generan una reducción de la capacidad vial afectando directamente a la movilidad urbana.

Las consecuencias de la congestión vehicular están relacionadas con la reducción de la velocidad de los automóviles, el mayor tiempo de viaje que estos tienen, el aumento de accidentes, el alto consumo de combustibles y por ende una gran contaminación auditiva a causa de ellos que afecta la calidad de vida y la salud tanto de los peatones como de los conductores.

La contaminación acústica dentro de las principales ciudades de este país contribuye de forma negativa al tan conocido problema del estrés que se genera especialmente en la población que labora en las diferentes oficinas que integran el centro histórico.

Para la presente investigación mediremos la capacidad y nivel de servicio de las calles pertenecientes al casco histórico tanto longitudinales como transversales de mayor demanda, tiempo de recorrido entre rutas que tengan implementado un modelo de semaforización y las que no lo posean, además de ello se identificará intersecciones con mayor incidencia de congestionamiento vehicular para sugerir posibles soluciones y de esta manera generar una disminución en el porcentaje del congestionamiento vehicular ocasionado en los lugares de estudio principalmente en las horas pico.

Durante el desarrollo de la presente investigación nos centraremos en tres etapas. La primera etapa, estará enfocada a la delimitación del centro histórico de la ciudad. La segunda etapa la recolección de los datos como tiempo de viajes, velocidad media, TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) de las vías longitudinales y transversales de las intersecciones con mayor congestión vehicular mediante conteo manual. La tercera etapa tabulación y análisis de datos obtenidos para determinar las causas y posibles soluciones del congestionamiento vehicular.

1.2 Planteamiento del Problema

Dada las múltiples condiciones poco favorables que presenta el centro histórico de la ciudad de Riobamba el presente estudio analiza la problemática de la movilidad, tomando en cuenta la interrelación de ciertos factores que la ocasionan entre estos destacan la congestión vehicular y peatonal, el bajo mantenimiento de infraestructuras, redes de transporte público poco adecuadas y la disminución del espacio público causado por las diferentes actividades comerciales que no han permitido a los usuarios realizar actividades que fortalezcan una inclusión social equitativa.

Juan Carlos de la Hoz representante del Banco Mundial en Ecuador, señala que esta realidad hizo que el Banco Mundial apoye la implementación de la Estrategia Nacional de Movilidad Segura (Es-Segura) 2022-2030, cuyos objetivos son: Reducir en un 50% los accidentes de tránsito que hay en el país, evitar la muerte de 10.000 personas y ahorrar USD 5.420 millones. Según el artículo publicado por el diario (Primicias, 2022) Marcelo Cabrera representante del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, indicó que dentro de la Estrategia Nacional de Movilidad Segura se ha considerado cinco focos fundamentales de trabajo que están direccionados hacia el logro de los siguientes objetivos: Gestión de la movilidad, vías más seguras, vehículos más seguros, usuarios más seguros y respuestas ante accidentes de tránsito.

El excesivo número de vehículos circulando por las estrechas calles de los centros históricos a nivel mundial, es un problema significativo y repetitivo (Moscoso,2012) es necesario realizar un profundo análisis que dará lugar a la toma de decisiones bien informadas. No obstante, es aconsejable informarse de casos donde se han alcanzado resultados exitosos.

Estos problemas que deben ser resueltos midiendo las tasas de tráfico y determinando a causa de demoras dentro de las intersecciones de mayor congestionamiento realizando encuestas y el monitoreo para cada ruta. Se puede observar que se está convirtiendo en un problema para todas las personas que circulan por las calles del casco histórico como ciclistas, peatones,

comerciantes, ya que, si bien se presenta con mayor énfasis para los usuarios de vehículos privados y públicos.

Con el fin de reducir el congestionamiento vehicular se identificará las causas con las que aportaremos medidas para tratar diezmar este problema, como lo han empezado a realizar en otras ciudades como son peatonalizar calles, cambiar las rutas de transporte público principalmente los buses urbanos, prohibición de estacionamiento en calles con mayor índice de congestión vehicular.

1.3 Justificación

La función del transporte en el desarrollo sostenible es de gran relevancia por lo que, en los últimos años a nivel mundial se le ha dado mayor atención. Los líderes políticos mundiales reconocieron de manera unánime en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible de 2012 (Río+20) que el transporte y la movilidad son esenciales para este desarrollo. Considerando que dentro del marco de la sostenibilidad este puede optimizar el crecimiento económico y mejorar la capacidad de acceso de los diferentes usuarios, ya que logra una mejor integración de la economía y de la misma manera provoca respeto con el medio ambiente, impulsa la equidad social, la salud, la resiliencia de las ciudades, los vínculos entre las zonas urbanas y las rurales y la productividad de las zonas rurales (Naciones Unidas, 2021).

La industria automotriz crece a medida del paso de los años esto ha afectado la movilidad dentro de la ciudad principalmente dentro del centro histórico, lo cual ha aumentado el tiempo de viaje, el gasto de combustible, la contaminación auditiva además de afectar directamente al aumento de estrés y frustración al encontrarse en un atasco.

Todo lo anteriormente mencionado se ha convertido en un punto de partida, ya que Riobamba se encuentra en un problema con la movilidad principalmente en las horas pico dentro de su centro histórico, por lo que se ha considerado necesario estudiar los indicadores del tráfico.

Después del análisis respectivo fue necesario proporcionar posibles soluciones que permitan optimizar el tiempo de viaje, reducción de accidentes y por consiguiente disminuir el tráfico vehicular mejorando así el confort de los usuarios.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

- ❖ Determinar las causas del congestionamiento vehicular en el centro histórico de la ciudad de Riobamba.

1.4.2 Específicos

- ❖ Identificar intersecciones con mayor incidencia de congestionamiento dentro de la zona de estudio.
- ❖ Establecer el tiempo de viaje entre las vías transversales y longitudinales del centro histórico de la ciudad, comparando el lapso de tiempo recorrido entre rutas que tengan implementado un modelo de semaforización y las que no lo posean.
- ❖ Analizar la capacidad y niveles de servicio de las calles del casco histórico de Riobamba, para determinar las causas y posibles soluciones del congestionamiento vehicular.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Congestión vehicular

Se hace alusión a la conceptualización desarrollada por (Bull & Thomson) quienes mencionan que es la demora en la circulación de vehículos (Febres et al., 2020).

2.2 Intersecciones viales

Una intersección vial es la zona específica en donde se encuentran dos o más vías, en las que se producen movimientos de tráfico. Es un elemento importante que forma parte de la red vial urbana; porque faculta el control de la seguridad, los costos de operación, la eficiencia y la velocidad de circulación (Pinos, 2018). Existen 2 tipos que son primordiales: la intersección a nivel (anexo 1) y la intersección a desnivel (anexo 2).

2.2.1 Análisis del nivel de servicio

Según (Pinos, 2018) es una de las consideraciones más importantes dentro del diseño de intersecciones. El nivel de servicio **A** representa una circulación de flujo libre describiendo operaciones con demora baja, hasta 10 s/veh, el **B** denota la presencia de otros vehículos que empiezan a influir en el comportamiento individual de cada uno es decir que presenta demoras entre 10 y hasta 20 s/veh. El **C** corresponde al rango de flujo estable donde la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios tiene operaciones con demoras entre 20 y hasta 35 s/veh, el **D** representa una circulación de densidad elevada, aunque estable sus demoras están entre 35 y hasta 55 s/veh. Mientras que el **E** señala que el funcionamiento está cerca del límite de su capacidad describe operaciones con demoras entre 55 y hasta 80 s/veh. Y finalmente el **F** muestra condiciones de flujo forzado debido a que excede la cantidad que puede pasar por él las operaciones con demoras son superiores a 80 s/vehículo.

2.2.2 Capacidad

La capacidad se considera al número extremo de vehículos que logran pasar por cierto punto durante un tiempo específico, es una particularidad del sistema vial y figura su oferta.

2.2.3 Aforos de Tráfico

Para (Ortúzar, 2011) es el número de vehículos que pasan por una intersección o en una determinada sección vial. Estos conteos de carros se los pueden realizar de manera manual o mediante el uso de aparatos especiales. (Barcia, 2017).

2.3 Variables que intervienen en la evaluación del nivel de servicio

2.3.1 Velocidad de recorrido

Conocida también como velocidad global o de viaje, es el resultado de dividir la distancia recorrida, desde principio a fin del viaje, entre el tiempo total que se empleó en recorrerla.

2.3.2 Tiempos y demoras

Se nombra tiempo de recorrido a aquel tiempo que utiliza cada vehículo al momento de desplazarse entre dos puntos fijos. Al medir el tiempo de recorrido interesa distinguir entre el tiempo que transcurre mientras el vehículo se mueve y el que se pierde con el vehículo parado. En tanto que las demoras son aquellos tiempos previamente establecidos que los vehículos generalmente deben aumentar a su trayectoria normal.

2.4 Tiempos de viaje

Los tiempos de viaje y de demora tienen como finalidad principal de estudio; evaluar la calidad del movimiento de tránsito dentro de una ruta y de esa manera determinar su ubicación, el tipo y alcance de estas demoras en el tránsito vehicular. La eficiencia del flujo de tránsito se mide en función de las velocidades de viaje y recorrido (Library, 2022).

2.5 Gestión del Tránsito

Es el control de procesos y procedimientos que manejan para mantener la capacidad de tránsito de tal manera que mejore la seguridad, la confiabilidad y el rendimiento de los sistemas de transporte (Wallace y Miles, 2014)

2.6 Gestión de la Demanda

Gestionar la demanda es una excelente manera de reducir la congestión, debido a que considera la implementación de técnicas de control de acceso relativamente sencillas o la categorización de vehículos (por ejemplo, el número de placas de matrícula) para restringir su ingreso en un área determinada (Wallace y Miles, 2014).

2.7 Fundamentación del Arte

2.7.1 Casos de congestión vehicular en Centros Históricos e Intersecciones y propuestas de solución.

El aporte teórico de los autores descritos a continuación, representa una compilación de investigaciones similares al tema de estudio que hace referencia a ciudades que tienen un centro histórico que fueron evaluadas y algunas recuperadas con sistemas alternativos de movilidad.

A nivel internacional en la Universidad del Norte en Barranquilla-Colombia (Cohen, 2017) realizó una investigación sobre **“Alternativas de movilidad sostenible en Centros Históricos de ciudades de tamaño intermedio-caso de estudio, Sincelejo, Colombia”** Analizaron el modo y medio en el cual las personas realizan sus desplazamientos, y así verificar la posible implementación de alternativas de movilidad. Según el POT de Sincelejo refiere tres principios para su visión de ordenación del territorio en relación con la movilidad urbana de la ciudad de entre los cuales están el principio de la sostenibilidad que se relaciona con el uso de bicicleta, el principio de equidad regional que se basa en la inclusión y la integración de todos los municipios de ámbito subregional a través de corredores de ciclo rutas que conecten a las vías rurales y el principio funcional que propone la inclusión de los corredores de la infraestructura vial regional articulados a los modos motorizados de movilidad, al espacio urbano y equipamientos, localizando intercambiadores modales en los puntos de intersección entre lo rural y lo urbano, como soporte funcional. Dentro de sus iniciativas para la recuperación del centro histórico está el programa de bicicletas públicas, la creación de infraestructura adecuada para la peatonalización y semi-peatonalización. Como alternativas de movilidad están la gestión del tráfico y la gestión de la demanda que pretenden que se implementen en Sincelejo.

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (Crotte et al., 2018) realizaron una investigación sobre el **“Diagnóstico de Movilidad del Centro Histórico de la Ciudad de**

México y Propuesta para su Peatonalización” estableciendo como principal objetivo brindar una herramienta técnica al Gobierno de la CDMX que le permitiera evaluar el impacto de adoptar medidas de restricción al uso del automóvil en la zona de estudio. Además de elaborar un diagnóstico integral de la movilidad con una toma intensiva de datos; realizaron un modelo de simulación que usó un software reconocido, replicó el esquema de flujos en el período de máxima demanda, estuvo calibrado y validado con los datos recabados en los trabajos de campo. También realizaron la evaluación de escenarios de peatonalización donde señalan que deberían aumentar el espacio peatonal restringiendo el tránsito de vehículos privados; la adquisición del software de macro y micro simulación, parte fundamental también fue la capacitación a los funcionarios de la Secretaría de Movilidad (SEMOVI) del Gobierno de la Ciudad de México (CDMX) para la respectiva utilización, además de fomentarles la toma de decisiones basadas en evidencia.

A nivel nacional (Malla, 2017) realizo un **“Análisis territorial e innovación de la movilidad urbana en el centro histórico de la ciudad de Loja”** este estudio se enfoca en el peatón como el elemento importante que interviene en el problema de circulación en el centro histórico, propone como movilidad alternativa el uso de la bicicleta por todo el centro histórico; definiendo rutas compartidas con los peatones, y que estas no se conviertan en riesgos constantes. Dentro de su propuesta de movilidad alternativa esta la implementación de peatonalización, la generación de espacios socialmente equitativos entre el peatón y el entorno, la creación de sitios de descanso para peatones del centro histórico de la ciudad, el desarrollo de una red vial de ciclovías y así como en los estudios anteriores lo que pide a las autoridades encargadas es la mejora de la infraestructura para la implementación de las diferentes alternativas.

De igual manera dentro del ámbito nacional, (Abata, 2022) en su artículo hizo un **“Análisis del congestionamiento vehicular en diferentes intersecciones en la ciudad de Portoviejo, Ecuador”** donde establece diferentes estrategias que le permitirán disminuir el impacto negativo del actual tránsito, direccionadas hacia el alcance de una movilidad urbana sostenible. Como parte de su estudio central está el análisis de 3 intersecciones semaforizadas dentro de la ciudad, obteniendo datos que le permitieron determinar la cantidad de viajes del transporte y el componente de vehículos privados pertenecientes a la clase “livianos”. Con la

información obtenida concluyó que la composición del tránsito vehicular en los puntos estudiados representaba la mayoría de vehículos livianos (64.83%), seguido de las motocicletas (24.54%), bicicletas (6.40%), camiones (3.76%) y buses (0.47%).

En este sentido (Cueva, 2012) propone en su estudio de **“Síntesis de intersecciones, señalización y semáforos para un Análisis de medidas para reducir la congestión”** desarrollado en la ciudad de Cuenca, pretende evidenciar los problemas de congestión vehicular que reflejan el bajo nivel de servicio que presta el sistema vial mediante un análisis del funcionamiento considerando algunas condiciones como la operación del tráfico, los problemas de seguridad del tránsito, problemas de peatones y ciclistas además de la estética e impacto visual. También enfatiza sobre los costos innecesarios para los usuarios del sistema vial a causa de demoras e incomodidades en los diferentes trayectos usados a diario, el autor denota el inadecuado diseño y uso de las intersecciones identificando así sus posibles soluciones las mismas que deben ser viables de manera económica para mejorar el tránsito actual de la ciudad mediante el aprovechamiento al máximo de las capacidades de las intersecciones, sostiene que se debería mejorar la señalización y la corrección de los ciclos de los semáforos.

A nivel local (Gambarte, 2022) desarrollo un estudio acerca del **“Impacto ocasionado en el tránsito vehicular causado por la ciclovía en la avenida Antonio José de sucre comprendida entre las calles Luz Elisa Borja y Víctor Emilio Estrada de la ciudad de Riobamba”** determinando el área de influencia donde se encuentra una ciclovía que ha sido colocada en el lugar donde fue una vía de dos carriles disminuyéndola a un solo carril, ha ubicado 14 estaciones para realizar un conteo manual de vehículos por tres días para entender el comportamiento del tránsito en diferentes períodos de tiempo para determinar el (VHMD) Volumen horario de máxima demanda y conocer el (TPDA) Tráfico Promedio Diario Anual. Con la información obtenida hizo una comparación con los datos del año 2011 y 2019 para determinar el comportamiento actual de este y de esta manera conocer la factibilidad de la ciclovía. Con todo lo realizado anteriormente realizo una comparación de tráfico para elaborar una simulación vehicular con el software SYNCHRO 11, haciendo diferentes escenarios donde podrá visualizar el impacto en el tránsito vehicular actual con los resultados de las diferentes proyecciones del mismo que se generan en las vías estudiadas.

De manera preliminar, (Rojas, 2016) en su investigación realiza un **“Análisis de movilidad para la zona céntrica (norte av. la prensa, sur calle Juan de Velasco, entre la calle José de Orozco y oeste con la calle José Joaquín de Olmedo) de la ciudad de Riobamba, Chimborazo”** donde responde a un modelo que pretende mejorar la calidad urbana y la calidad de vida de los riobambeños y a la vez optimizar la funcionalidad y organización de los diferentes sistemas urbanos de la ciudad, el autor propone un nuevo modelo de movilidad en relación a los porcentajes de viajes entre las diferentes modalidades de traslado, las mismas que se modifican. En cuanto al número de viajes de los vehículos privados menciona que existe una reducción en beneficio de los modos de transporte que son más sostenibles. De igual manera enmarca un nuevo espacio público con un adecuado reparto para su utilización y función muy distinto al actual. El investigador realizó la evaluación de las vías mediante la observación directa de los elementos que lo conforman para determinar el estado actual del flujo vehicular. Finalmente, concluyen que existe violación constante a las normas de tránsito y de estacionamiento lo que genera una gran congestión vehicular dando lugar a una alta concentración de personas.

De acuerdo a (Segarra, 2022) en su estudio sobre la **“Clasificación y conteo vehicular mediante análisis de imágenes”** propone un algoritmo capaz de analizar una muestra de video (grabación) o video en tiempo real del tránsito vehicular, el modelo final es capaz de diferenciar, clasificar y contar 3 tipos de vehículos utilizando conceptos fundamentales de inteligencia artificial y visión por computadora, con bibliotecas de código abierto; TensorFlow para la inteligencia artificial y OpenCV para la visión artificial. La metodología que propone el autor la divide en tres pasos que son; adquisición de datos (consiste en crear una base de datos propia con modelos de automóviles que transitan en ciertos puntos de la ciudad utilizados para este proyecto), el desarrollo de la red (basado en un modelo de red conocido como AlexNet, una red neuronal convolucional muy utilizada en proyectos de imagen clasificación con resultados probados y confiables) y finalmente el procesamiento de la información (que se integra por una subrutina final, a través de la cual se extraen las imágenes de objetos en movimiento detectados en el video para luego contarlos y clasificarlos según su tipo). Los resultados obtenidos superan el noventa por ciento de efectividad si se contrastan con metodologías manuales, estos resultados han sido analizados en diferentes casos separados por horarios: por la mañana, por la tarde y por la noche; donde a pesar de que cambia la luminosidad

y el flujo vehicular, se concluye que el modelo es robusto y puede ser llevado a producción en la industria privada o pública.

CAPÍTULO III

3.1 Metodología

3.1.1 Tipo y Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación fue de tipo exploratoria ya que se realizó una evaluación de las calles longitudinales y transversales que integran las intersecciones de mayor congestión mediante la observación directa de los elementos que lo integran para determinar el estado actual del flujo vehicular.

a. Método Analítico

Este método de investigación permitió analizar todas las causas y efectos de las partes constitutivas de la movilidad vehicular en el centro histórico de Riobamba.

b. Método Cualitativo

Este estudio tuvo un análisis cualitativo ya que se orientó a la “recolección de datos para mejorar las preguntas de investigación que en este caso fueron las encuestas aplicadas de forma aleatoria a la ciudadanía urbana de Riobamba.

c. Método Cuantitativo

Tuvo un enfoque cuantitativo porque consideró que el conocimiento debe ser objetivo, es decir que se recogieron y analizaron datos cuantitativos sobre las variables, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, que en nuestro caso fue hacer el conteo vehicular.

d. Método de Observación

Se realizó una observación externa y una auto observación para obtener los diferentes datos cualitativos sobre las personas que se movilizan en los diferentes vehículos en el entorno del centro histórico en el cual tienen actividad de concurrencia.

3.1.2 Técnicas de recolección de Datos

a. Para recolectar los datos se lo hizo mediante la técnica de observación en tiempos y de esa manera poder cuantificar y describir el comportamiento del tráfico sin influir directamente sobre él. La zona en estudio fue definida en 8 intersecciones dentro de la ciudad de Riobamba,

las cuales fueron escogidas en base a su importancia y ubicación según la ciudadanía, para posteriormente realizar aforos manuales aplicados en 4 días (lunes, miércoles, viernes y sábados) de la semana de afluencia vehicular. En la identificación se consideró los siguientes puntos:

- Operación del tráfico
- Problemas de seguridad del tránsito
- Problemas de peatones y ciclistas
- Estética e impacto visual

b. El trabajo de campo se realizó entre las intersecciones estudiadas donde el conteo de vehículos se hizo utilizando el método de conteo manual en estaciones de trabajo en cada área de estudio. Se realizaron los registros durante 8 horas en horarios de 7:00 a 15:00 y horas pico que iban de 7:00 a 8:00am, de 12:00 a 13:00pm y de 16:00 a 17:00pm. A partir de los datos recopilados se determinó: el tiempo de viaje comparado con tiempo de recorrido, el valor del Tránsito Promedio Diario (TPD) que se determinó en base del total de días diario semanal del año, posteriormente el volumen de tráfico, la capacidad de la vía y el nivel de servicio.

c. Para establecer la condición de flujo (capacidad) y el nivel de servicio se utilizaron los datos obtenidos de la medición de velocidad y de la relación volumen/capacidad, en tres horarios diferentes tanto para las intersecciones con semáforo como las que están sin semáforo. Aplicando las fórmulas que propone en su estudio (Rojas, 2016).

Para determinar la capacidad vial máxima de diseño se mantuvo la disposición del estudio, se realizó el aforo con registros cada 15 min entre las estaciones de cada intersección durante las 8 horas por 4 días de mayor afluencia basándonos en la propuesta de (Gambarte, 2022). Así mismo, como criterio de optimización del trabajo de campo se determinaron las horas de mayor flujo vehicular entre las 7:00 y 15:00, debido a que en este horario se identifican los dos mayores períodos de congestión, ocurriendo un segundo de 16:00 a 17:00 pero con menor longitud de cola y aforo vehicular. Para las mediciones se utilizaron los siguientes criterios:

- Criterios de inclusión: motos, vehículos livianos, buses y vehículos pesados.
- Criterio de exclusión correspondiente a los ciclistas y peatones
- Elementos fijos que constituyen la red de infraestructura vial como calles, intersecciones y señaléticas.

Para el cálculo del tiempo de viaje se consideró la formula del cálculo de la velocidad que es igual a la distancia /tiempo donde se despejo el tiempo es decir que se tomó en cuenta dos intersecciones semaforizadas y se consideró una velocidad de 15Km/h y 10Km/h, el tiempo recorrido en esa distancia fue de 60 segundos para los días laborales. Mientras que para los fines de semana a una velocidad de 14Km/h y 12Km/h, el tiempo recorrido en esa distancia fue de 56 segundos.

En relación a las intersecciones sin semáforo se tomó en cuenta dos intersecciones considerando una velocidad de 25Km/h y 23Km/h, el tiempo recorrido en esa distancia fue de 30 segundos.

En tanto que los fines de semana se consideró una velocidad de 26Km/h y 20Km/h, el tiempo recorrido en esa distancia era de 32 segundos.

Se utilizó la planilla diseñada por Tarek Ziad y Ashhad Verdezoto para el registro manual, contabilizándose los vehículos de las intersecciones seleccionadas:

Cuadro 1. Registro para el conteo vehicular

CONTEO VEHICULAR					
ESTACIÓN:					
FECHA:					
PLANTILLA N°:					
Intervalo de Tiempo (h:min)/(h:min)	Moto	Livianos	Pesados	Buses	Total
					
Observaciones:					

Fuente: Tarek y Ashhad

Cuadro 2. Registro de la velocidad

VELOCIDAD
FECHA:
TIPO DE SEMÁFORO:
PLANTILLA N°:

Hora de registro	Velocidad (m/s)	Hora de registro	Velocidad (m/s)
Observaciones:			

Fuente: Tarek y Ashhad

Cuadro 3. Registro de la longitud de cola

LONGITUD DE COLA			
FECHA:			
TIPO DE SEMÁFORO:			
PLANTILLA N°:			
Hora de registro	Distancia (m)	Hora de registro	Distancia (m)
Observaciones:			

Fuente: Tarek y Ashhad

Finalmente se obtuvo el TPDA como la suma del resultado del aforo actual.

Se identificó los ciclos y repartos de tiempo del sistema semafórico de las intersecciones seleccionadas y las que no lo poseían. Se midió los repartos de tiempo de cada semáforo para controlar el tránsito vehicular. Se utilizó las planillas diseñadas por Tarek Ziad y Ashhad Verdezoto para el registro manual de las mediciones de: tiempos de ciclo semafórico por hora durante 8 horas y repartos de tiempo por semáforo. Se observó una longitud de cola medida a partir del semáforo en rojo.

Cuadro 4. Registro de los repartos de tiempo

REPARTOS DE TIEMPO POR SEMÁFORO
FECHA:
TIPO DE SEMÁFORO:
TIEMPO DEL CICLO:

PLANTILLA N°:					
Semáforo	Reparto de Tiempo por Fase				
	Tiempo	Rojo	Amarillo	Verde	Tiempo Total
Observaciones:					

Fuente: Tarek y Ashhad

Cuadro 5. Registros de los tiempos de ciclo

TIEMPOS DEL CICLO SEMAFÓRICO POR HORA			
FECHA:			
TIPO DE SEMÁFORO:			
PLANTILLA N°:			
Intervalo de Tiempo (h:min)/(h:min)	Tiempo (min)	Intervalo de Tiempo (h:min)/(h:min)	Tiempo (min)
Observaciones:			

Fuente: Tarek y Ashhad

c. Para establecer el nivel de servicio y la condición de flujo (capacidad) se utilizaron los datos obtenidos de la medición de velocidad y de la relación volumen/capacidad, en tres horarios diferentes tanto para las intersecciones con semáforo como las que no contaban con él. Aplicando las fórmulas según la propuesta de (Rojas, 2016).

V: Duración de la fase en verde (es cuando permite el paso vehicular) (seg)

R: Duración de la fase en rojo (es cuando se restringe el paso vehicular) (seg)

T: Ciclo del semáforo = V + R (seg)

De acuerdo a los datos obtenidos de los volúmenes ya sean numéricos, al tipo de vehículos, los tiempos de fases de los semáforos y demás fueron de suma importancia para analizar el comportamiento del tráfico de las intersecciones de este estudio (Barcia, 2017). A continuación, son detallados más ampliamente:

Para medir la capacidad de intersecciones semaforizadas según HCM 2000 (Rojas, 2016) se aplicó la siguiente fórmula:

$$C = S \cdot \frac{V}{T}$$

Dónde:

C: Capacidad (vehículos/hora)

S: Intensidad de saturación (vehículos/hora)

V: Duración de la fase de verde (segundos)

T: Duración del ciclo (segundos)

Mientras que para establecer los Niveles de servicio ((Service of Level "LOS") se consideró la saturación que está definida por la relación volumen vehicular/capacidad vial, del factor 0-9 en adelante es decir que se identifica la demora que experimentan los diferentes conductores y basándonos en los niveles de la escala que van de la A al F.

Para medir la capacidad de las intersecciones sin semáforos según Transportation Research Board 2000 (Rojas, 2016) al igual que en la circulación continua, considera fundamental definir un indicador que denote la idea del funcionamiento de la intersección es decir que identifica la prioridad del derecho de vía a cada flujo de tráfico donde propone su cálculo para determinar la capacidad real, la misma que está condicionada por una serie de factores mediante el uso de la siguiente fórmula (ver el anexo para mayor detalle):

$$C_R = 1900 * N * fa * fvp * fi * fe * fb * fz * fgd * fgi$$

Dónde:

CR: Capacidad Real (vehículos/hora)

N: Número de carriles

fa, fvp, fi, fe, fb, fz, fgd, fgi : Factores de corrección

Además, según el análisis de las causas del congestionamiento en las intersecciones estudiadas nos permitió establecer las posibles soluciones, considerándose la problemática actual de la ciclovía implementada en la ciudad y a partir de ello se establecieron dos puntos estratégicos a trabajar que fueron la gestión de tráfico y la gestión de la demanda.

Dentro de este estudio también se consideró importante el criterio de la población para lo cual fue necesario hacer uso de la herramienta de la encuesta donde se diseñó preguntas que

nos permitieron medir las diferentes necesidades, aspiraciones y una predisposición de aceptar cambios en lo referente a las alternativas de movilidad a los ciudadanos encuestados.

3.1.3 Población de estudio y tamaño de muestra

Para realizar el cálculo de la población del presente estudio se consideró el área urbana de la ciudad, la cual señala que cuenta con 124.807 habitantes (Epemapar, s.f.), posterior a ello se hizo el muestreo de manera aleatoria simple con aplicación de la siguiente fórmula:

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

Determinación de la muestra:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

p = Probabilidad de éxito

q = Probabilidad de fracaso

e = Margen de error (5%) 0.05

Z = Nivel de confianza (95%) 1.96 valor preestablecido

Aplicación de la muestra:

Donde:

$$n = \frac{124807(1.96)^2 * (0.5*0.5)}{(124807-1) (0.05)^2 + (1.96)^2 (0.5*0.5)}$$

n= 383 encuestas a aplicar

CAPÍTULO IV

4.1 Resultados y Discusión

4.1.1 Intersecciones con mayor incidencia de congestamiento vehicular.

De las intersecciones que se identificaron con mayor incidencia de congestamiento vehicular en la zona de estudio no todas están conectadas en una misma ruta o red vial, por lo que el análisis de su comportamiento y las posibles soluciones dadas para cada una son puntuales. Como ya se mencionó con anterioridad, estas se consideran como intersecciones tipo que presentan características en común a varias intersecciones en el centro histórico tomando en cuenta los siguientes parámetros que propone (Cueva, 2012) en su estudio de “Síntesis de Intersecciones, Señalización y Semáforos” donde hace referencia a la Operación de tráfico, problemas de seguridad del tránsito, problemas de peatones y ciclistas, y estética e impacto visual (ver Anexo 3).

a. Intersección Primera Constituyente y Pichincha



Figura 1. Imagen de la intersección calles Primera Constituyente y Pichincha

Fuente: Autores

- Operación del tráfico

El tránsito en esta intersección es un poco desordenado sobre todo en horas de mayor afluencia vehicular (horas pico), lo que se debe principalmente a la escasa señalización horizontal que defina bien los carriles de circulación para la calle transversal y longitudinal. Presenta semaforización para un mejor flujo de tránsito.

- **Problemas de seguridad del tránsito**

A pesar que no se registran muchos choques en esta intersección, sus características de flujo de tráfico se prestan para posibles choques y riegos moderados por exceso de velocidad, mal estacionamiento e ignorar las fases de semaforización.

- **Problemas de peatones y ciclistas**

Debido al gran volumen de vehículos y a un estacionamiento incorrecto por encontrarse cerca un edificio de servicio público, el cruce de peatones en las aproximaciones es un poco complejo.

Los ciclistas son afectados en esta intersección por el desorden que causan los vehículos que transitan, de igual manera para los vehículos motorizados lo cual resulta incómodo en esta intersección por la pérdida de tiempo que conlleva al trasladarse por ella.

- **Estética e impacto visual**

Gracias al buen estado de la rodadura, la intersección es de fácil accesibilidad tanto para los peatones como para los diferentes medios de transporte.

b. Intersección Primera Constituyente y España



Figura 2. Imagen de la intersección calles Primera Constituyente y España

Fuente: Autores

- **Operación del tráfico**

Esta intersección presenta ciertos puntos de conflicto por la congestión que se genera sobre todo en horas de mayor afluencia peatonal y automovilística, lo que se debe principalmente a la poca educación vial por parte de los peatones y conductores. Otro factor que genera problemas

es la escasa planificación por parte de las autoridades para manejar el exceso de vehículos en horas de mayor afluencia. Se pudo observar que cuenta con la señalética respectiva.

- **Problemas de seguridad del tránsito**

Esta intersección no registra muchos choques, sin embargo, sus características de flujo de tráfico se prestan para posibles choques con riesgos moderados sean estos por exceso de velocidad y mal estacionamiento.

- **Problemas de peatones y ciclistas**

Debido al gran volumen de vehículos, el cruce de peatones se vuelve riesgoso porque no existe preferencia para el transeúnte, poco respeto por quienes comparten los carriles de circulación especialmente en horas pico. La circulación peatonal también ha cambiado debido a la implementación de árboles en las aceras reduciendo su tamaño y complicando la movilidad especialmente de las personas con discapacidad.

Los ciclistas son afectados en esta intersección por el desorden vehicular y la escasa educación vial, se considera que los ciclistas deben circular de igual manera que los vehículos motorizados lo cual resulta complejo por el desorden que existe especialmente en horas de mayor afluencia.

- **Estética e impacto visual**

La implementación de vegetación ha generado un impacto visual positivo al sector, al mismo tiempo la buena condición de la rodadura.

c. **Intersección Primera Constituyente y Larrea**

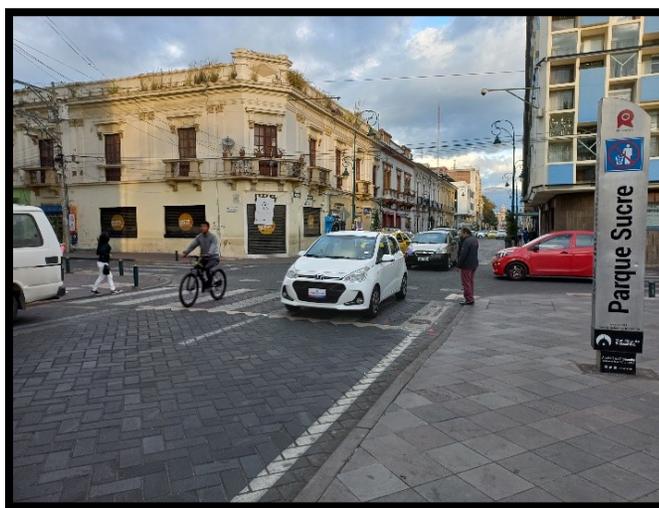


Figura 3. Imagen de la Intersección calles Primera Constituyente y Larrea

Fuente: Autores

- **Operación del tráfico**

Esta intersección presenta un mayor conflicto por la congestión que se genera sobre todo en horas de mayor afluencia peatonal y automovilística, ya que se encuentran próxima una institución educativa y una institución de servicio público, esto se debe principalmente a la poca educación vial que existe en los peatones y conductores. Otro factor que genera problemas es la escasa planificación por parte de las autoridades para manejar el exceso de vehículos en horas de mayor afluencia y el poco conocimiento de las condiciones del tránsito. Se pudo observar que cuenta con la señalética respectiva.

- **Problemas de seguridad del tránsito**

En esta intersección no se registran muchos choques en esta intersección, sus características de flujo de tráfico se prestan para choques con consecuencias moderadas por exceso de velocidad y mal estacionamiento.

- **Problemas de peatones y ciclistas**

Debido al gran volumen de vehículos, el cruce de peatones se vuelve riesgoso porque no existe preferencia para el transeúnte, en especial en horas de mayor afluencia y fin de semana que hay mercado donde esta próxima la conocida Plaza Roja que tiene una feria exclusiva de artesanías y más. La circulación peatonal también ha cambiado debido a la implementación de árboles en las aceras reduciendo su tamaño y complicando la movilidad especialmente de las personas con discapacidad.

Los ciclistas son afectados en esta intersección por el desorden vehicular y la escasa educación vial, se considera que los ciclistas deben circular de igual manera que los vehículos motorizados lo cual resulta complejo por el desorden que existe especialmente en horas de mayor afluencia.

- **Estética e impacto visual**

La implementación de vegetación ha generado un impacto visual positivo al sector, al mismo tiempo la buena condición de la rodadura.

d. Intersección Guayaquil y Espejo

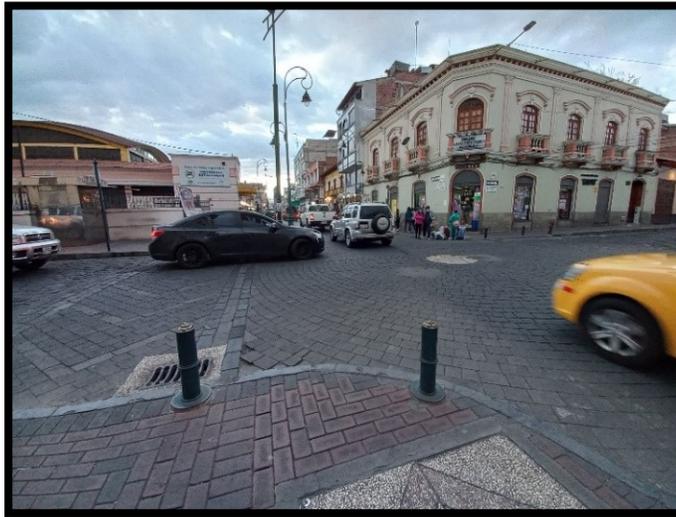


Figura 4. Imagen de la Intersección calles Guayaquil y Espejo

Fuente: Autores

- **Operación del tráfico**

Esta intersección presenta un mayor conflicto por la congestión que se genera sobre todo en horas de mayor afluencia peatonal y automovilística, ya que se encuentran próxima a los principales edificios de administración pública, bancos, vendedores informales, mercado y locales de abastecimiento de productos de primera necesidad, esto se debe principalmente a la poca educación vial por parte de los peatones y conductores. Otro factor que genera problemas es la escasa planificación por parte de las autoridades para manejar el exceso de vehículos en horas de mayor afluencia y la mala práctica de estacionamiento hace que en horas del mediodía se genere una gran congestión vehicular. Se pudo observar que hay una escasa señalética horizontal.

- **Problemas de seguridad del tránsito**

Aunque no se registran muchos choques en esta intersección, sus características de flujo de tráfico se prestan para posibles choques con consecuencias moderadas por exceso de velocidad y mal estacionamiento.

- **Problemas de peatones y ciclistas**

Debido al gran volumen de vehículos, el cruce de peatones se vuelve algo riesgoso porque no existe preferencia para el transeúnte, en especial en horas de mayor afluencia y fines de semana por la actividad comercial del sector.

Los ciclistas son afectados en esta intersección por el desorden vehicular y la escasa educación vial, se considera que los ciclistas deben circular de igual manera que los vehículos motorizados lo cual resulta complejo por el desorden que existe especialmente en horas de mayor afluencia.

- **Estética e impacto visual**

La buena condición de la rodadura hace que exista una buena movilidad ya sea para los peatones, así como para los diferentes medios de transporte.

e. **Intersección Guayaquil y 5 de junio**



Figura 5. Imagen de la Intersección calles

Fuente: Autores

- **Operación del tráfico**

Esta intersección presenta un mayor conflicto por la congestión que se genera sobre todo en horas de mayor afluencia peatonal y automovilística, ya que se encuentran próximas varias instituciones de servicio público, entidades financieras, instituciones educativas, vendedores informales, un centro de abastecimientos de alimentos de primera necesidad y un mercado, esto se debe principalmente a la poca educación vial por parte de los peatones y conductores. Otro factor que genera problemas es la escasa planificación por parte de las autoridades para manejar el exceso de vehículos en horas de mayor afluencia, y el desorden al estacionar los vehículos en sitios de circulación en especial en horas del mediodía lo que genera una considerable congestión vehicular. Se pudo observar que cuenta una escasa señalética horizontal.

- **Problemas de seguridad del tránsito**

Aunque no se registran muchos choques en esta intersección, sus características de tránsito vehicular se prestan para posibles choques con consecuencias moderadas por exceso de velocidad y mal estacionamiento

- **Problemas de peatones y ciclistas**

Debido al gran volumen de vehículos, el cruce de peatones se vuelve riesgoso porque no existe preferencia para el transeúnte, en especial en horas de mayor afluencia y fin de semana que hay mayor actividad comercial en la zona.

Los ciclistas son afectados en esta intersección por el desorden vehicular y la escasa educación vial, se considera que los ciclistas deben circular de igual manera que los vehículos motorizados lo cual resulta complejo por el desorden que existe especialmente en horas de mayor afluencia.

- **Estética e impacto visual**

La combinación de material de la rodadura en esta intersección da una mala imagen a la vez que dificulta la movilidad.

f. **Intersección Primera Constituyente y García Moreno**



Figura 6. Imagen de la intersección calles Primera Constituyente y García Moreno

Fuente: Autores

- **Operación del tráfico**

Esta intersección presenta cierto conflicto por la congestión que se genera sobre todo en horas de mayor afluencia peatonal y automovilística, ya que se encuentran próximas varias

instituciones de servicio público, entidades financieras, instituciones educativas y los diferentes negocios por ser una zona comercial, esto se debe principalmente a la poca educación vial por parte de los peatones y conductores. Otro factor que genera problemas es la escasa planificación por parte de las autoridades para manejar el exceso de automóviles en horas de mayor afluencia, y el desorden al estacionar los vehículos en sitios de circulación en especial en horas del mediodía lo que genera una considerable congestión vehicular. Se pudo observar que no cuenta con señalética horizontal.

- Problemas de seguridad del tránsito

No se registran muchos choques en esta intersección, sus características de flujo de tráfico se prestan para posibles choques con consecuencias moderadas por exceso de velocidad y mal estacionamiento.

- Problemas de peatones y ciclistas

Debido al gran volumen de vehículos, el cruce de peatones se vuelve un poco riesgoso porque no existe preferencia para el transeúnte, especialmente no existe una señalización apropiada que alerte a los vehículos del cruce de peatones, en especial en horas de mayor afluencia y fin de semana que hay mayor actividad comercial en la zona.

Los ciclistas son afectados en esta intersección por el desorden vehicular y la escasa educación vial, se considera que los ciclistas deben circular de igual manera que los vehículos motorizados lo cual resulta complejo por el desorden que existe especialmente en horas de mayor afluencia.

- Estética e impacto visual

El material de la rodadura por ser de piedra antigua dificulta la movilidad por no tener un mismo nivel.

g. Intersección 10 de agosto y Carabobo



Figura 1. Imagen de la Intersección calles 10 de agosto y Carabobo

Fuente: Autores

- **Operación del tráfico**

Esta intersección presenta un mayor conflicto por la congestión que se genera sobre todo en horas de mayor afluencia peatonal y automovilística, ya que se encuentra en la zona rosa de la ciudad y está integrada por diferentes negocios de alta demanda, esto se debe principalmente a la poca educación vial por parte de los peatones y conductores. Otro factor que genera problemas es la escasa planificación por parte de las autoridades para manejar el exceso de vehículos en horas de mayor afluencia, y el desorden al estacionar los vehículos en sitios de circulación en especial en horas del mediodía y tarde lo que genera una considerable congestión vehicular. Se pudo observar que cuenta con señalética y semaforización.

- **Problemas de seguridad del tránsito**

Aunque no se registran muchos choques en esta intersección, sus características de flujo de tráfico se prestan para posibles choques con consecuencias moderadas por no respetar la semaforización, mal estacionamiento, y conducir en estado etílico ya que se encuentran cerca algunos establecimientos de bebidas y entretenimiento.

- **Problemas de peatones y ciclistas**

A pesar del gran volumen de vehículos, el cruce de peatones presenta un bajo riesgo gracias a la semaforización presente. Los ciclistas son afectados en esta intersección por la gran cantidad vehicular y la escasa educación vial, se considera que los ciclistas deben circular de igual manera que los vehículos motorizados lo cual resulta complejo especialmente en horas de mayor afluencia.

- **Estética e impacto visual**

El material de la rodadura en esta intersección es mixta asfalto y piedra antigua, lo cual dificulta la movilidad por no tener un mismo nivel y ocasiona cierta inseguridad en los peatones.

h. Intersección Veloz y Espejo



Figura 2. Imagen de la Intersección calles Veloz y espejo

Fuente: Autores

- **Operación del tráfico**

Esta intersección presenta un mayor conflicto por la congestión que se genera sobre todo en horas de mayor afluencia peatonal y automovilística, ya que se encuentra próxima una institución educativa, las principales oficinas administrativas municipales, centros financieros, vendedores informales, mercados, parques e iglesias, esto se debe principalmente a la poca educación vial por parte de los peatones y conductores. Otro factor que genera problemas es la

escasa planificación por parte de las autoridades para manejar el exceso de vehículos en horas de mayor afluencia. Se pudo observar que cuenta con la señalética horizontal respectiva.

- **Problemas de seguridad del tránsito**

Aunque no se registran muchos choques en esta intersección, sus características de flujo de tránsito vehicular se prestan para posibles choques con consecuencias moderadas por exceso de velocidad y mal estacionamiento.

- **Problemas de peatones y ciclistas**

Debido al gran volumen de vehículos, el cruce de peatones se vuelve riesgoso porque no existe preferencia para el transeúnte, en especial en horas de mayor afluencia y fin de semana que hay feria en los mercados cercanos. La circulación peatonal también ha cambiado debido a la implementación de árboles en las aceras reduciendo su tamaño y complicando la movilidad especialmente de las personas con discapacidad.

Los ciclistas son afectados en esta intersección por el desorden vehicular y la escasa educación vial, se considera que los ciclistas deben circular de igual manera que los vehículos motorizados lo cual resulta complejo por el desorden que existe especialmente en horas de mayor afluencia.

- **Estética e impacto visual**

La implementación de vegetación ha generado un impacto visual positivo al sector, al mismo tiempo la buena condición de la rodadura hace que sea una intersección de fácil accesibilidad.

4.1.2 Tiempo de viaje entre las vías transversales y longitudinales

Para establecer el tiempo entre las vías del centro histórico, se tomaron en cuenta varios puntos críticos en la ciudad; y para el análisis se consideraron 4 intersecciones dado que son de mayor flujo vehicular y éstas son: Primera Constituyente - García Moreno hasta Primera Constituyente – Pichincha, y; Guayaquil - 5 de junio hasta Guayaquil – Espejo.

De acuerdo al Plan de Movilidad (2020) las menores velocidades de circulación vehicular (congestión vehicular) se dan principalmente sobre las vías transversales (0-15 y 16-30 km/h) incrementando la congestión en las áreas centrales. A continuación, se detallan los cálculos:

a. Con Semaforización días laborales

Tabla 1. Ruta 1- A: Primera Constituyente y García Moreno hasta Primera Constituyente y Pichincha

Movimientos	Distancia (Km)	Velocidad (Km/h)	Tiempo (S)
1	0,1	15	24
2	0,1	10	36
Total			60

Fuente: Autores

El sector se encuentra en el centro de la ciudad, en donde existe un alto flujo vehicular y más en días laborales; tomando en cuenta las dos intersecciones semaforizadas y considerando una velocidad de 15Km/h y 10Km/h, el tiempo recorrido en esa distancia es de 60 segundos.

b. Con Semaforización fin de Semana

Tabla 2. Ruta 1- B: Primera Constituyente y García Moreno hasta Primera Constituyente y Pichincha

Movimientos	Distancia (Km)	Velocidad (Km/h)	Tiempo (S)
1	0,1	14	26
2	0,1	12	30
Total			56

Fuente: Autores

Considerando los fines de semana y a una velocidad de 14Km/h y 12Km/h, el tiempo recorrido en esa distancia es de 56 segundos.

c. Sin Semaforización días laborales

Tabla 3. Ruta 2-A: Guayaquil y 5 de junio hasta Guayaquil y Espejo

Movimientos	Distancia (Km)	Velocidad (Km/h)	Tiempo (S)
1	0,1	25	14
2	0,1	23	16
Total			30

Fuente: Autores

El sector se encuentra en el centro de la ciudad, en donde existe un alto flujo vehicular y más en días laborales; tomando en cuenta las dos intersecciones sin semaforización y

considerando una velocidad de 25Km/h y 23Km/h, el tiempo recorrido en esa distancia es de 30 segundos.

d. Sin Semaforización fin de Semana

Tabla 4. Ruta 2-B; Guayaquil y 5 de junio hasta Guayaquil y Espejo

Movimientos	Distancia (Km)	Velocidad (Km/h)	Tiempo (S)
1	0,1	26	14
2	0,1	20	18
Total			32

Fuente: Autores

Considerando los fines de semana y una velocidad de 26Km/h y 20Km/h, el tiempo recorrido en esa distancia es de 32 segundos.

4.1.3 Análisis de la capacidad y niveles de servicio de las calles del casco histórico de Riobamba

Para determinar la capacidad se identificó los tiempos de demora que experimentaban los conductores de los diferentes automóviles que transitaban por las intersecciones en estudio, considerándose las tasas de flujo de tránsito en periodos de 15 minutos, los números máximos de vehículos, los tiempos de espera en las fases del semáforo y a partir de ello determinar los niveles de servicio que representan los rangos permitidos de demora.

a. Cálculos Tipo

Tabla 5. Determinación del Factor Diario

DÍAS DE LA SEMANA	VOLUMEN DIARIO (VEH/DIA)	TPDS (VEH/DIA)	FACTOR DIARIO (FD)
LUNES	60968	59315	0,97
MIÉRCOLES	60875	59315	0,97
VIERNES	60952	59315	0,97
SÁBADO	54464	59315	1,09
TOTAL SEMANA	237259		
TPDS (VEH/DIA) (TS/4)	59315		

Fuente: Autores

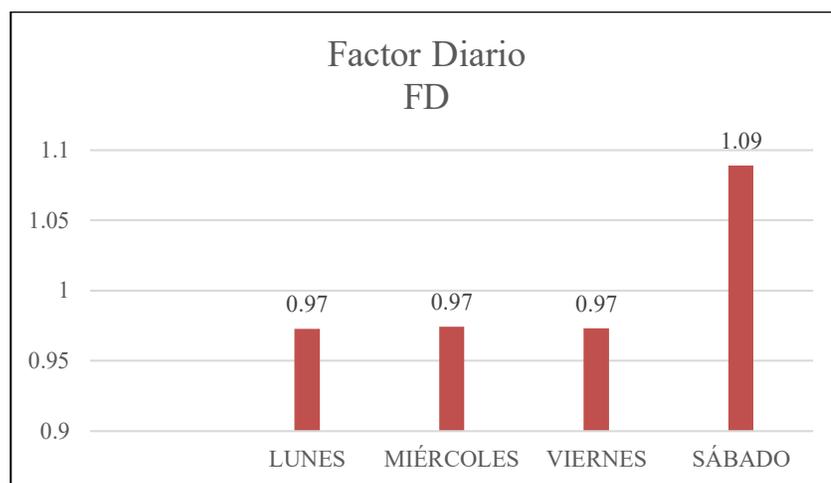


Gráfico 1. Determinación del factor diario

La determinación del factor diario nos permitió obtener el promedio del volumen diario de vehículos que se obtuvo en el conteo durante los cuatro días de la semana donde se pudo evidenciar que durante los cuatro días el factor fue de 59315 en las 8 intersecciones estudiadas.

Tabla 6. Capacidad de Intersecciones Semaforizadas Según HCM 2000

Intersección	Duración de la fase verde (V)(seg)	Número de Vehículos en cola verde (vehículos)	Duración de la fase roja (R)(seg)	Ciclo del Semáforo T=(V+R) (seg)	Intensidad de Saturación (S) (vehículos/ hora verde) Días laborables	Intensidad de Saturación (S) (vehículos/ hora verde) Fin de semana	Capacidad (C=S*V/T) (Vehículos /Hora) D. L	Capacidad (C=S*V/T) (Vehículos /Hora) F. S
10 de agosto y Carabobo	35	10	30	65	697	728	375	392
Primera Constituyente y Pichincha	30	9	21	51	1370	1100	806	647
Primera Constituyente y García Moreno	30	10	21	51	1020	1044	600	614

Fuente: Autores

Según los cálculos obtenidos, y lo normado por el HCM 2000, podemos decir que las intersecciones se encuentran dentro del rango máximo de vehículos por hora es decir que su capacidad es real.

Tabla 7. Volumen de tráfico durante 15 minutos en las transversales semaforizadas Días Laborables

Intersección	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	16:00 a 17:00
10 de agosto y Carabobo	182	212	234
Primera Constituyente y Pichincha	378	398	402
Primera Constituyente y García Moreno	255	285	292

Fuente: Autores

Tabla 8. Volumen de tráfico durante 15 minutos en las transversales semaforizadas Fines de Semana

Intersección	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	16:00 a 17:00
10 de agosto y Carabobo	282	307	315
Primera Constituyente y Pichincha	306	325	331
Primera Constituyente y García Moreno	247	275	252

Fuente: Autores

Tabla 9. Relación volumen/capacidad (V/C) Días laborales

Intersección	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	16:00 a 17:00
10 de agosto y Carabobo	v/c =182/375 0,49	v/c =212/375 0,57	v/c =234/375 0,624
Primera Constituyente y Pichincha	v/c =378/806 0,47	v/c =398/806 0,49	v/c =402/806 0,50
Primera Constituyente y García Moreno	v/c =255/600 0,43	v/c =285/600 0,48	v/c =292/600 0,49

Fuente: Autores**Tabla 10.** Relación volumen/capacidad (V/C) Fin de semana

Intersección	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	16:00 a 17:00
10 de agosto y Carabobo	v/c =282/392 0,49	v/c =307/392 0,82	v/c =315/392 0,84
Primera Constituyente y Pichincha	v/c =306/647 0,47	v/c =325/647 0,50	v/c =331/647 0,51
Primera Constituyente y García Moreno	v/c =247/614 0,40	v/c =275/614 0,45	v/c =252/614 0,41

Fuente: Autores**Tabla 11.** Determinación del nivel de servicio (LOS) Días Laborales

Intersección	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	16:00 a 17:00
10 de agosto y Carabobo	E	E	E
Primera Constituyente y Pichincha	E	E	E
Primera Constituyente y García Moreno	E	E	E

Fuente: Autores**Tabla 12.** Determinación del nivel de servicio (LOS) Fines de Semana

Intersección	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	16:00 a 17:00
10 de agosto y Carabobo	E	F	F
Primera Constituyente y Pichincha	E	E	E
Primera Constituyente y García Moreno	E	E	E

Fuente: Autores

Tabla 13. Determinación de la capacidad de tráfico en intersecciones sin semáforos Días Laborales

Intersección	Nivel de Carriles (N)	Ancho de carril (A) (m)	Porcentaje de Pesados (P) (%)	Inclinación de la Rasante (I)	Movimiento de estacionamientos/Hora (M)	Autobús que para por hora (B)	Proporción de vehículos que giran a la derecha (Pd)	Proporción de vehículos que giran a la izquierda (Pi)
Guayaquil y Espejo	2	8,50	0,00%	2	24	0	28	0
5 junio y Guayaquil	2	8,50	0,00%	2	28	0	0	67
Primera Constituyente y España	2	10,00	0,00%	2	32	3	0	26
Primera Constituyente y Larrea	2	9,00	0,00%	2	29	0	48	0
Espejo y Veloz	2	9,00	5,00%	2	12	16	41	0

Fuente: Autores

Tabla 14. Determinación de los factores de corrección en intersecciones sin semáforos Días Laborales

Intersección	fa	fvp	fi	fe	fb	fz	fgd	fgi	Capacidad (CR)
	$(5,4 + A)/9$	$100/(100+P)$	$1-(I/100)$	$1-((0,1+M/20)N)$	$1-(B/(250N))$	0,9	$1-0,015Pd$	$1/(1+0,05Pi)$	
Guayaquil y Espejo	1,54	1,00	0,98	0,35	1	0,90	0,58	1	1050,80
5 junio y Guayaquil	1,54	1,00	0,98	0,25	1	0,90	1	0,23	297,49
Primera Constituyente y España	1,71	1,00	0,98	0,15	0,99	0,90	1	0,43	371,78
Primera Constituyente y Larrea	1,60	1,00	0,98	0,23	1	0,90	0,28	1	337,84
Espejo y Veloz	1,60	1,00	0,98	0,65	0,97	0,90	0,39	1	1299,04

Fuente: Autores

De acuerdo al manual Transportation Research Board 2000 la capacidad de intersecciones sin semáforos cumple con la capacidad ideal que propone el manual que es de 1900 vehículos ligeros por hora.

Tabla 15. Determinación del nivel de servicio en intersecciones sin semáforos Días Laborales

Intersección	Capacidad (CR)	Volumen			Volumen/ Capacidad			Niveles de Servicio		
		7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	16:00 a 17:00	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	16:00 a 17:00	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	16:00 a 17:00
Guayaquil y Espejo	1050,8	175	182	170	0,17	0,17	0,16	C	C	C
5 junio y Guayaquil	297,49	193	208	189	0,65	0,70	0,64	F	F	F
Primera Constituyente y España	371,78	238	269	245	0,64	0,72	0,66	F	F	F
Primera Constituyente y Larrea	337,84	207	249	228	0,61	0,74	0,67	F	F	F
Espejo y Veloz	1299,04	146	182	164	0,11	0,14	0,13	B	B	B

Fuente: Autores

Tabla 16. Determinación de la capacidad de tráfico en intersecciones sin semáforos Fines de Semana

Intersección	Nivel de Carriles (N)	Ancho de carril (A) (m)	Porcentaje de Pesados (P) (%)	Inclinación de la Rasante (I)	Movimiento de estacionamientos/Hora (M)	Autobús que para por hora (B)	Proporción de vehículos que giran a la derecha (Pd)	Proporción de vehículos que giran a la izquierda (Pi)
Guayaquil y Espejo	2	8,50	0,00%	2	28	0	25	0
5 junio y Guayaquil	2	8,50	0,00%	2	35	0	0	56
Primera Constituyente y España	2	10,00	0,00%	2	37	2	0	31
Primera Constituyente y Larrea	2	9,00	0,00%	2	33	0	37	0
Espejo y Veloz	2	9,00	5,00%	2	16	12	45	0

Fuente: Autores

Tabla 17. Determinación de los factores de corrección en intersecciones sin semáforos Fines de Semana

Intersección	fa	fvp	fi	fe	fb	fz	fgd	fgi	Capacidad (CR)
	$(5,4 + A)/9$	$100/(100+P)$	$1-(I/100)$	$1-((0,1+M/20)N)$	$1-(B/(250N))$	0,9	$1-(0,015Pd)$	$1/(1+0,05Pi)$	
Guayaquil y Espejo	1,54	1,00	0,98	0,35	1	0,90	0,625	1,00	1132,33
5 junio y Guayaquil	1,54	1,00	0,98	0,25	1	0,90	1	0,26	340,55
Primera Constituyente y España	1,71	1,00	0,98	0,15	0,99	0,90	1	0,39	335,33
Primera Constituyente y Larrea	1,60	1,00	0,98	0,23	1	0,90	0,45	1	536,93
Espejo y Veloz	1,60	1,00	0,98	0,65	0,97	0,90	0,33	1	1096,59

Fuente: Autores

Tabla 18. Determinación del nivel de servicio en intersecciones sin semáforos FS

Intersección	Capacidad (CR)	Volumen			Volumen/ Capacidad			Niveles de Servicio		
		7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	16:00 a 17:00	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	16:00 a 17:00	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	16:00 a 17:00
Guayaquil y Espejo	1132,33	229	135	127	0,20	0,12	0,11	C	C	B
5 junio y Guayaquil	340,55	194	117	108	0,57	0,34	0,32	E	D	D
Primera Constituyente y España	335,33	248	213	199	0,74	0,64	0,59	F	F	E
Primera Constituyente y Larrea	536,93	205	190	175	0,38	0,35	0,33	D	D	D
Espejo y Veloz	1096,59	116	108	97	0,11	0,10	0,09	B	B	B

Fuente: Autores

4.1.3.1 Encuesta - Análisis de la Percepción Ciudadana

La aplicación de este instrumento tuvo como finalidad conocer la percepción de los ciudadanos con respecto a la congestión vehicular en las intersecciones del centro histórico de la ciudad de Riobamba, donde se obtuvo la siguiente información.

1. Generalmente cual es el tipo de transporte que más utiliza para moverse?

Tabla 19. Tipo de transporte más utilizado

Variable	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Bus	129	34%
Vehículo propio	154	40%
Taxi	54	14%
Moto	11	3%
Bicicleta	4	1%
A pie	31	8%
TOTAL	383	100%

Nota. Esta tabla muestra el porcentaje del tipo de transporte de mayor uso de los ciudadanos para moverse

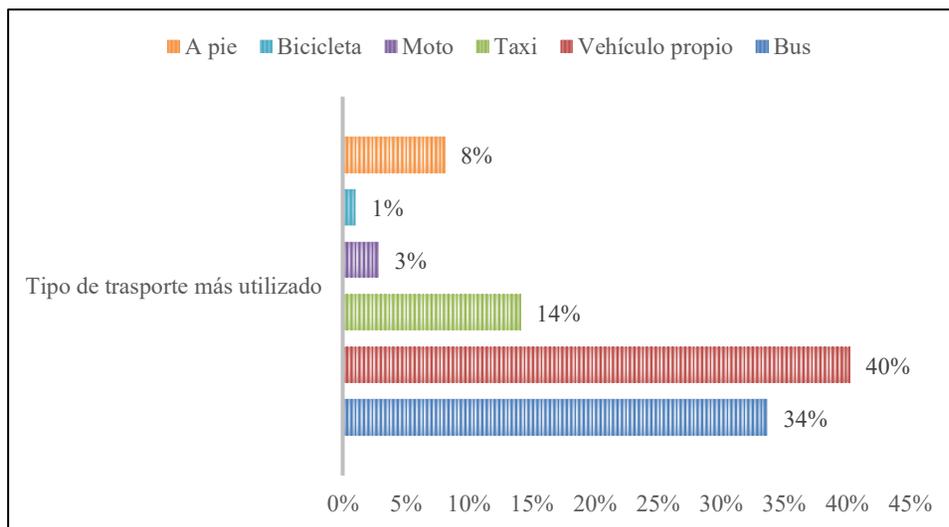


Gráfico 2. Tipo de transporte más utilizado

Análisis e Interpretación

En referencia al perfil de la muestra de investigación se aplicó la encuesta a 383 ciudadanos riobambeños de forma aleatoria donde el 40% señala que utiliza como medio de transporte para movilizarse su vehículo propio, el 34% el transporte público o bus, mientras que el 14% se transporta en taxi, el 8% lo hace a pie, el 3% lo hace en moto y en menor porcentaje están quienes lo hacen en bicicleta representados por el 1%. Es claro que existe un alto porcentaje de demanda de transporte privado lo que implica que exista un mayor crecimiento del parque automotor en la ciudad.

2. Con qué frecuencia se moviliza al centro histórico de la ciudad?

Tabla 20. Frecuencia de movilidad

Variable	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Los días laborables	94	25%
Fines de semana y feriados	197	51%
Todos los días	92	24%
TOTAL	383	100%

Nota. Esta tabla muestra el porcentaje de la frecuencia de los ciudadanos al movilizarse en el centro histórico

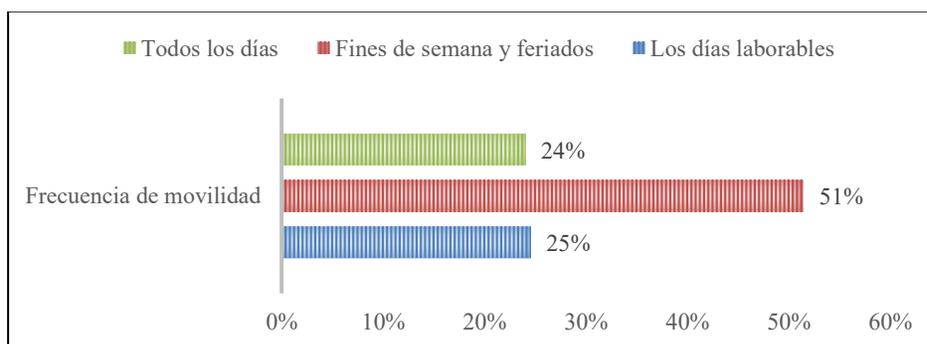


Gráfico 3. Frecuencia de movilidad

Análisis e Interpretación

Según el 51% de los ciudadanos encuestados los fines de semana y feriados son los días de mayor frecuencia para movilizarse al centro histórico de la ciudad, en tanto que el 25% manifiesta que lo hace en días laborables y el 24% establece que todos los días se movilizan a esta área. los días de feria generan una mayor afluencia de personas y por ende una mayor

movilidad lo que preocupa es que tan organizada esta esta zona para evitar problemas de circulación vehicular y peatonal.

3. Qué actividades desarrolla cuando se moviliza por el centro histórico?

Tabla 21. Actividades desarrolladas al movilizarse

Variable	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Comerciales	118	31%
Educación	37	10%
Laborales	69	18%
Trámites	55	14%
Recreacionales	48	13%
Sociales	41	11%
Vivienda	7	2%
Otros	8	2%
TOTAL	383	100%

Nota. Esta tabla muestra el porcentaje de las actividades que realizan los ciudadanos cuando se movilizan al centro histórico

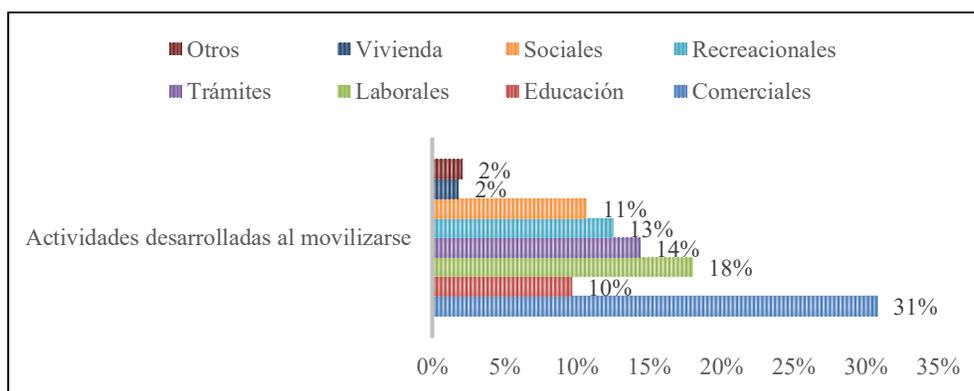


Gráfico 4. Actividades desarrolladas al movilizarse

Análisis e Interpretación

Con respecto a las actividades que desarrollan los encuestados cuando se movilizan por el centro histórico el 31% considera que son de tipo comercial, mientras que el 18% indica que básicamente son de carácter laboral, en tanto que el 14% manifiesta que es para realizar trámites,

para el 13% son recreacionales, el 11% señala que son exclusivamente sociales, el 10% lo hace por educación y finalmente están quienes lo hacen para dirigirse a sus viviendas y están por otras actividades representados en un mismo porcentaje del 2%. Es evidente que existe una alta preferencia por las actividades que están directamente relacionadas con los factores socioeconómicos ya que son el pilar fundamental para el desarrollo social.

4. ¿Qué tiempo usted se demora en desplazarse desde su vivienda hasta el centro histórico?

Tabla 22. Tiempo de desplazamiento

Variable	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
En vehículo (media hora)	272	37%
En vehículo (una hora)	65	9%
En vehículo (más de una hora)	33	4%
Caminando (media hora)	122	17%
Caminando (una hora)	117	16%
Caminando (más de una hora)	126	17%
TOTAL	735	100%

Nota. Esta tabla muestra el porcentaje del tiempo de desplazamiento de los ciudadanos desde su vivienda al centro histórico

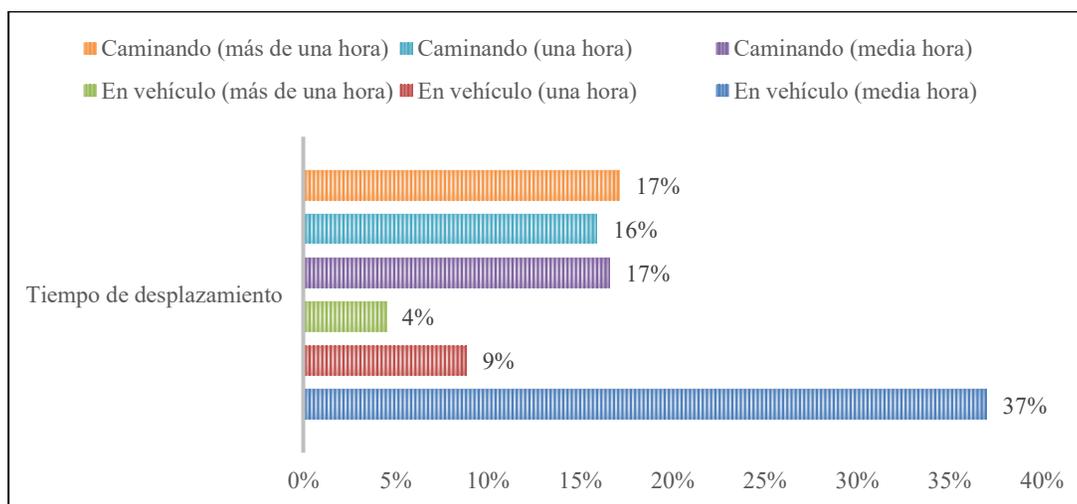


Gráfico 5. Tiempo de desplazamiento

Análisis e Interpretación

En relación al tiempo que se demoran las personas encuestadas en desplazarse desde su vivienda hasta el centro histórico la mayoría manifiesta que le toma media hora hacerlo en vehículo representados por el 37%, en el mismo porcentaje del 17% están quienes dicen que les toma entre media hora y más de una de hora caminar para llegar a este destino, el 16% indica que se demora caminando alrededor de una hora, el 9% señala que al movilizarse en vehículo su trayecto es de una hora y al 4% le lleva un tiempo de más de media hora en vehículo. El porcentaje alto determina que hay una buena afluencia vehicular en esta zona.

5. ¿Cuál es su percepción del congestionamiento vehicular en el centro histórico?

Tabla 23. Percepción del congestionamiento vehicular

Variable	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Falta de congestión	11	3%
Poca congestión	18	5%
Normal	69	18%
Mucha congestión	285	74%
TOTAL	383	100%

Nota. Esta tabla muestra el porcentaje de la percepción de los ciudadanos frente al congestionamiento vehicular

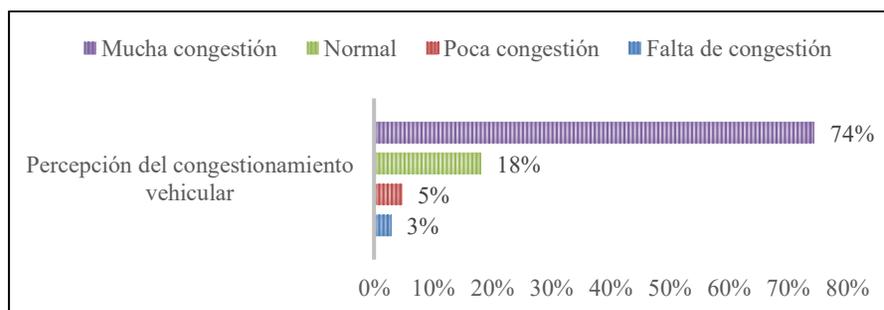


Gráfico 6. Percepción del congestionamiento vehicular

Análisis e Interpretación

El 74% de los encuestados percibe que existe mucha congestión vehicular en el centro histórico, mientras que el 18% manifiesta que es normal, el 5% señala que hay poca congestión y en menor porcentaje están quienes creen hay falta de congestión. Las cifras altas nos permiten determinar que hay que tomar medidas correctivas en torno a la percepción ciudadana ya que es un problema que produce un malestar local.

6. Cuál de las siguientes intersecciones considera que tiene mayor incidencia de congestión dentro del centro histórico?

Tabla 24. Intersecciones con mayor incidencia de congestión

Variable	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Primera Constituyente y Pichincha	91	24%
Primera Constituyente y España	75	20%
Primera Constituyente y Larrea	39	10%
Guayaquil y Espejo	33	9%
Guayaquil y 5 de junio	11	3%
10 de agosto y Pichincha	71	19%
10 de agosto y Carabobo	39	10%
Veloz y Espejo	24	6%
TOTAL	383	100%

Nota. Esta tabla muestra el porcentaje de las intersecciones con mayor incidencia de congestión vehicular en el centro histórico

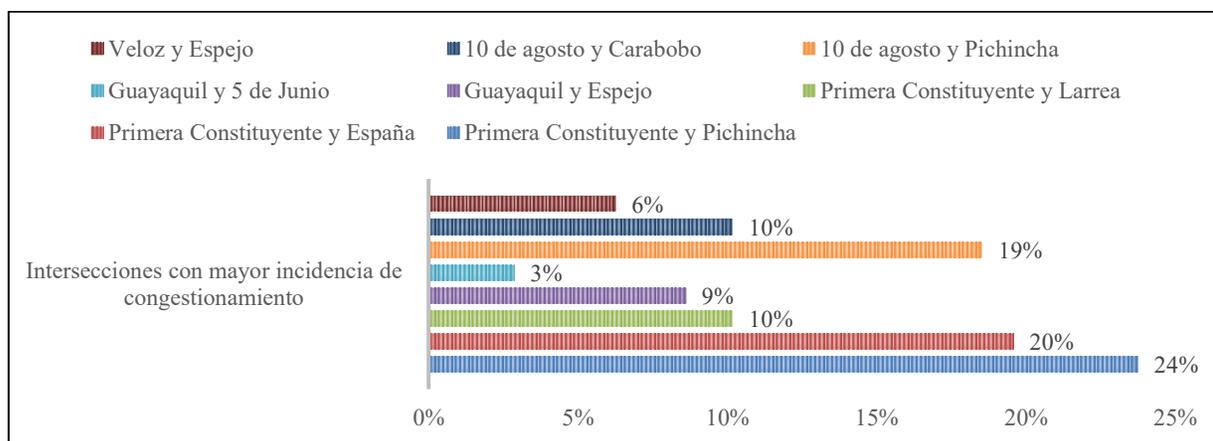


Gráfico 7. Intersecciones con mayor incidencia de congestión

Análisis e Interpretación

Se determinó que el 24% de los ciudadanos encuestados considera que la intersección Primera constituyente y Pichincha tiene mayor incidencia de congestión dentro del centro histórico, seguida por el 20% que corresponde a la intersección Primera constituyente y España,

en tanto que el 19% menciona que es la intersección de las calles 10 de agosto y Pichincha, en un mismo porcentaje están quienes manifiestan que son las intersecciones de la Primera Constituyente y Larrea al igual que la 10 de agosto y Carabobo representadas por el 10%, para el 9% es la intersección de la calle Guayaquil y Espejo, para el 6% la Veloz y Espejo y para el 3% es la interacción de la Guayaquil y 5 de junio. Esta información es relevante a la hora de plantear las diferentes alternativas para mejorar la movilidad de los medios de transporte y que las estrategias sean viables y reales según las necesidades ciudadanas.

7. Normalmente cuando realiza sus actividades en el centro histórico. ¿Qué dificultades de movilidad percibe usted en las intersecciones?

Tabla 25. Dificultades de movilidad en las intersecciones

Variable	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Problemas de estacionamiento	192	50%
Congestión vehicular	144	38%
Congestión peatonal	10	3%
Otros (veredas en mal estado, falta de señalética, semaforización)	37	10%
TOTAL	383	100%

Nota. Esta tabla muestra el porcentaje de las dificultades de movilidad que perciben los habitantes en las diferentes intersecciones

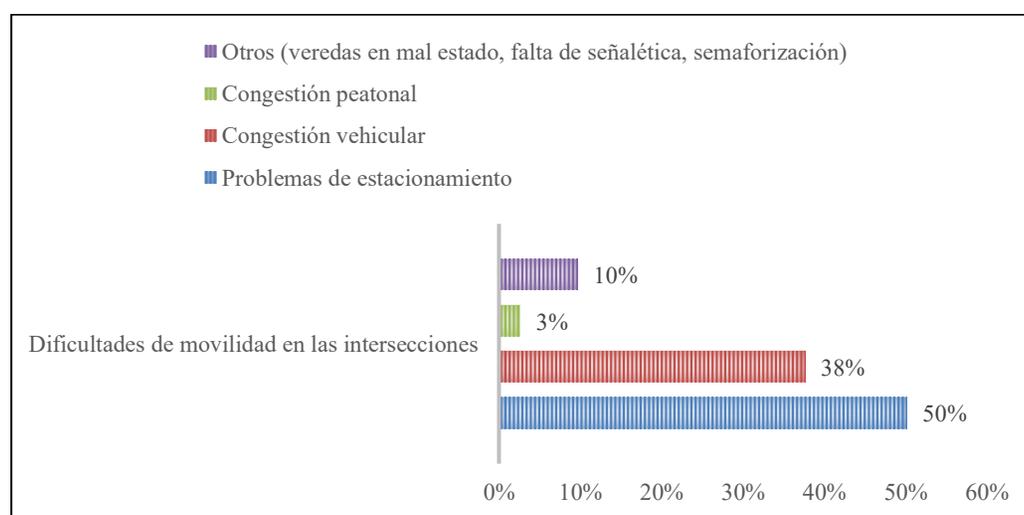


Gráfico 8. Dificultades de movilidad en las intersecciones

Análisis e Interpretación

Para el 50% de las personas encuestadas normalmente cuando realizan sus actividades en el centro histórico perciben que una de sus mayores dificultades de movilidad en las intersecciones estudiadas son los problemas de estacionamiento, mientras que para el 38% es la congestión vehicular, seguidos del 10% que manifiesta que son otros problemas como las veredas en mal estado, la falta de señalética y la semaforización y para el 3% es la congestión peatonal. Esto quiere decir que los gobiernos de turno deben diseñar e implementar estrategias que ayuden con el estacionamiento que circunda la zona d estudio.

8. Cuando usted se moviliza en un medio de transporte por las intersecciones del centro histórico ¿Cómo percibe la calidad y seguridad del transporte?

Tabla 26. Percepción de la calidad y seguridad del transporte

Variable	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Muy bueno	12	3%
Bueno	108	28%
Regular	190	50%
Malo	73	19%
TOTAL	383	100%

Nota. Esta tabla muestra el porcentaje de la percepción de la ciudadanía acerca de la calidad y seguridad del transporte

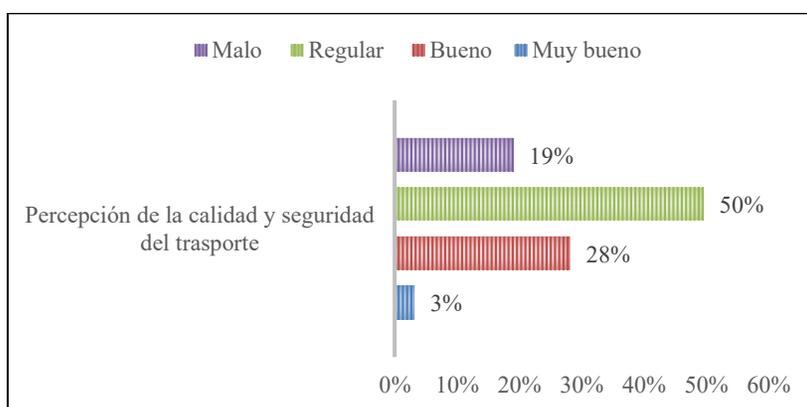


Gráfico 9. Percepción de la calidad y seguridad del transporte

Análisis e Interpretación

Así mismo el 50% de los encuestados perciben que la calidad y seguridad del transporte al movilizarse por las intersecciones del centro histórico es regular, seguidos por el 28% que manifiesta que es bueno, para el 19% es malo y tan solo para el 3% es muy bueno. En definitiva, estos datos revelan que la ciudadanía está inconforme con el sistema de movilidad dentro de la ciudad sobre todo en el casco histórico.

9. Considera usted que existe una adecuada señalización en las diferentes intersecciones del centro histórico de la ciudad (paso cebras, pares, velocidad, semaforización)

Tabla 27. Adecuada señalización

Variable	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Si	139	36%
No	244	64%
TOTAL	383	100%

Nota. Esta tabla muestra el porcentaje de la percepción de los ciudadanos entorno a la existencia de una adecuada señalización

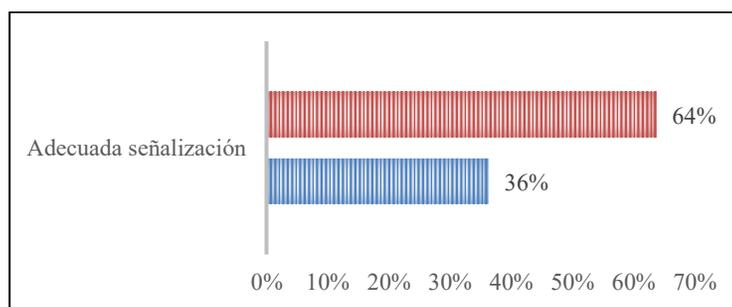


Gráfico 10. Adecuada señalización

Análisis e Interpretación

Se establece que para el 64% de los encuestados no existe una adecuada señalización en las diferentes intersecciones del centro histórico de la ciudad como paso cebras, pares, señalética de velocidad y semaforización, mientras que para el 36% si existe la señalización pertinente. Esto evidencia que el gobierno de turno debe prestar atención a estas percepciones ciudadanas gestionando de manera eficiente sus necesidades.

10. Cree que la entidad gubernamental local de turno debe presentar nuevas alternativas de circulación vehicular para reducir la congestión en las intersecciones del centro histórico?

Tabla 28. Nuevas alternativas de circulación vehicular

Variable	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Si	344	90%
No	39	10%
TOTAL	383	100%

Nota. Esta tabla muestra el porcentaje de las nuevas alternativas de circulación vehicular para reducir la congestión en las intersecciones

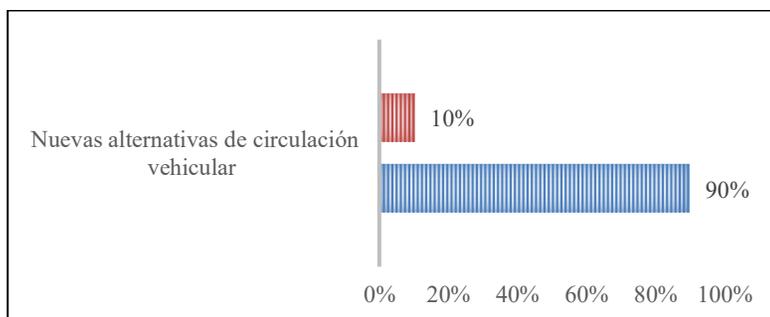


Gráfico 11. Nuevas alternativas de circulación vehicular

Análisis e Interpretación

Se determinó que el 90% de los ciudadanos encuestados cree que la entidad gubernamental local de turno debe presentar nuevas alternativas de circulación vehicular para reducir la congestión en las intersecciones del centro histórico en tanto que el 10% dice que no.

11. ¿Estaría de acuerdo en que se realice una campaña de un día libre de humo vehicular en que se prohíba el uso del vehículo en zonas del centro histórico?

Tabla 29. Campaña de un día libre de humo vehicular

Variable	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Si	329	86%
No	54	14%
TOTAL	383	100%

Nota. Esta tabla muestra el porcentaje de los ciudadanos que están de acuerdo con una campaña de un día libre de humo vehicular

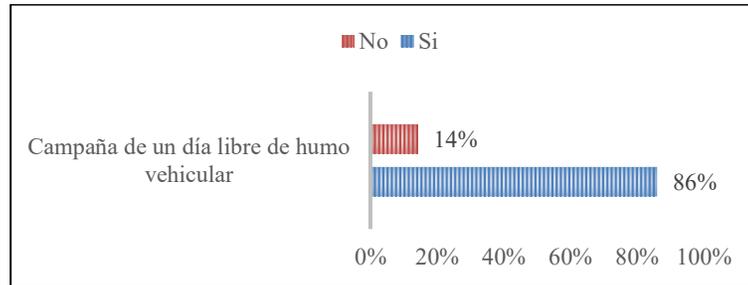


Gráfico 12. Campaña de un día libre de humo vehicular

Análisis e Interpretación

El 86% de la ciudadanía encuestada define que si estaría de acuerdo en que se realice una campaña de un día libre de humo vehicular en el que se prohíba el uso del vehículo en zonas del centro histórico mientras que el 14% dice que no.

12. ¿Usaría la bicicleta como medio de transporte alternativo de circulación en el casco histórico si se implementa un espacio apropiado con las normas adecuadas?

Tabla 30. La bicicleta como medio de transporte alternativo

Variable	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Si	292	76%
No	91	24%
TOTAL	383	100%

Nota. Esta tabla muestra el porcentaje del uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo

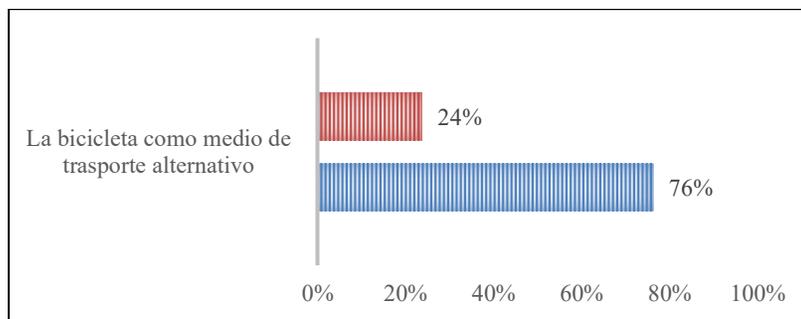


Gráfico 13. La bicicleta como medio de transporte alternativo

Análisis e Interpretación

Finalmente, el 76% señala que si estaría dispuesto a usar la bicicleta como medio de transporte alternativo de circulación en el casco histórico si se implementa un espacio apropiado con las normas adecuadas, en tanto que el 24% manifiesta que no.

a. Hallazgos

En referencia al perfil de la muestra de investigación se aplicó la encuesta a 383 ciudadanos riobambeños de forma aleatoria donde el 40% señala que utiliza como medio de transporte para movilizarse su vehículo propio. Es claro que existe un alto porcentaje de demanda de transporte privado lo que implica que exista un mayor crecimiento del parque automotor en la ciudad.

Según el 51% de los ciudadanos encuestados los fines de semana y feriados son los días de mayor frecuencia para movilizarse al centro histórico de la ciudad los días de mercado generan una mayor afluencia de personas y por ende una mayor movilidad lo que preocupa es que tan organizada esta la zona para evitar problemas de circulación vehicular y peatonal. Con respecto a las actividades que desarrollan los encuestados cuando se movilizan por el centro histórico el 31% considera que son de tipo comercial, dejando en evidencia que existe una alta preferencia por las actividades que están directamente relacionadas con los factores socioeconómicos ya que son el pilar fundamental para el desarrollo social.

En relación al tiempo que se demoran las personas encuestadas en desplazarse desde su vivienda hasta el centro histórico la mayoría manifiesta que le toma media hora hacerlo en vehículo representados por el 37%. El porcentaje alto determina que hay una buena afluencia vehicular en esta zona. Este 74% percibe que existe mucha congestión vehicular en el centro histórico. Las cifras altas nos permiten determinar que hay que tomar medidas correctivas en torno a la percepción ciudadana ya que es un problema que produce un malestar local. Se determinó que el 24% de los ciudadanos encuestados considera que la intersección Primera constituyente y Pichincha tiene mayor incidencia de congestionamiento dentro del centro histórico, siendo relevante a la hora de plantear las diferentes alternativas para mejorar la movilidad de los medios de transporte y que las estrategias sean viables y reales según las necesidades ciudadanas.

Para el 50% de las personas encuestadas normalmente cuando realizan sus actividades en el centro histórico perciben que una de sus mayores dificultades de movilidad en las intersecciones estudiadas son los problemas de estacionamiento. Esto quiere decir que los gobiernos de turno deben diseñar e implementar estrategias que ayuden con el estacionamiento que circunda la zona de estudio. Así mismo el 50% de los encuestados perciben que la calidad y seguridad del transporte al movilizarse por las intersecciones del centro histórico es regular. En definitiva, estos datos revelan que la ciudadanía está inconforme con el sistema de movilidad dentro de la ciudad sobre todo en el casco histórico.

Se establece que para el 64% de los encuestados no existe una adecuada señalización en las diferentes intersecciones del centro histórico de la ciudad como pasos peatonales, pare, señalética de velocidad y semaforización, evidenciándose que el gobierno de turno debe prestar atención a estas percepciones ciudadanas gestionando de manera eficiente sus necesidades. Se determinó que el 90% de los ciudadanos encuestados si cree que la entidad gubernamental local de turno debe presentar nuevas alternativas de circulación vehicular para reducir la congestión en las intersecciones del centro histórico. El 86% define que si estaría de acuerdo en que se realice una campaña de un día libre de humo vehicular en el que se prohíba el uso del vehículo en zonas del centro histórico y finalmente el 76% señala que si estaría dispuesto a usar la bicicleta como medio de transporte alternativo de circulación en el casco histórico si se implementa un espacio apropiado con las normas adecuadas.

Según el Plan de Movilidad del Cantón Riobamba del informe fase III. La política de movilidad del cantón responde a la aglomeración de estrategias, proyectos, medidas y acciones eficientes, competitivas, responsables con el medio ambiente, participativas que solidifiquen conceptos de una ciudad integrada, tecnológica y preparada para los nuevos retos urbanos a nivel mundial en materia de vialidad, transportación y de generación de cultura vial. En tal razón, los criterios y principios rectores a tratar como política de movilidad son los siguientes:

Armonización entre el espacio destinado a peatones y a conductores que incluya la determinación de la infraestructura vial y mobiliario urbano pertinente.

Generación de cultura vial mediante la difusión de información vial, información normativa y reglamentaria, así como la toma de medidas y programas competentes a seguridad vial.

- Implementación de proyectos que involucren conexión tecnológica de transporte y tránsito para el cantón de Riobamba.

- Construcción y administración de infraestructura de transporte terrestre y tránsito vigentes o futuras, tales como terminales terrestres, estaciones o veredas, paradas, carriles exclusivos para transporte terrestre y demás trazados de vías rápidas de transporte masivo o colectivo.
- Redistribución del espacio público que cubre las necesidades de transporte público, estableciendo zonificación funcional de entornos urbanos y rurales del cantón.
- Reorganización del sector de transporte que incluya la integración de todos los sistemas de movilidad de forma sustentable y acordes a la estrategia ambiental cantonal.

b. Propuesta de las posibles soluciones para el congestionamiento vehicular en el centro histórico

Para establecer las posibles soluciones se parte de un análisis del estado actual vial del centro histórico entre ellos está la temática relacionada con la ciclovía la misma que ha generado discrepancia en la jurisdicción debido a que algunos ciudadanos están a favor y otros en contra de esta, ya que estaría afectando a la movilidad de vehículos, motos, peatones y ciclistas. Según una especialista menciona que parte de los problemas que se observan es un escaso estudio técnico de la ciclovía ya que considera que no tiene un punto inicial y tampoco destino, sino más bien está estructurada por partes, generando así una obstrucción para la circulación y más por la escasa cultura vial y de ciclismo, se evidencia que existe poca utilización de la misma y en otros casos lo hacen de una forma incorrecta.

Según la investigación realizada por los tesisistas (Soto y Villafuerte, 2022) verificaron la serviciabilidad de la ciclorruta implementada en la ciudad de Riobamba mediante la aplicación de una encuesta a la población urbana, dando como resultado que el 50% de esta se encuentra en óptimas condiciones, además de esto analizaron el impacto social relacionado con la salud, la productividad, la movilidad y la seguridad las cuales arrojaron un resultado negativo. A la par desarrollaron una comparación exhaustiva con la norma técnica de la MTOP para verificar si cumplen con los requerimientos técnicos para su correcto funcionamiento dando como resultado que no se cumplía con la norma antes mencionada.

Si bien es cierto un Centro Histórico es considerado como la principal centralidad urbana de las ciudades, también es objeto de análisis de urbanistas, sociólogos, planificadores y políticos, quienes dan sus aportes en base a una regeneración y aplicación de estrategias de

recuperación. Entonces es elemental partir también del análisis de la encuesta aplicada que evidenció que la mayoría de ciudadanos hacen uso de vehículo propio, quienes realizan la mayor parte de tiempo actividades comerciales y laborales en este espacio, también establecen que existe mucha congestión por lo cual hay problemas para el estacionamiento lo que refleja que sea regular la calidad y seguridad al transportarse.

Por lo tanto, después del análisis anterior se presenta una serie de propuestas de estrategias y acciones que permitan disminuir la congestión vehicular en el centro histórico de la ciudad de Riobamba.

1. Gestión del Tránsito

Estas estrategias hacen referencia a la ejecución de medidas que servirán para garantizar la capacidad de tránsito y mejorar la seguridad del mismo, a continuación, se detallan las de mayor impacto:

Respondiendo a la alta incidencia vehicular que se encontró en el centro histórico se propone planificar y ejecutar políticas urbanas y viales acorde a las necesidades de los ciudadanos locales que respondan a los diversos conflictos que ocasiona el tráfico vehicular, articulando acciones de los distintos niveles de gobierno con los organismos responsables del tránsito y las diferentes empresas de transporte, de manera que se aúnan criterios y lineamientos.

El Gobierno local debe generar propuestas específicas de intervención basados en estudios técnicos, exclusivamente para el centro histórico de la ciudad sobre todo en aquellas áreas identificadas de mayor concentración vehicular como son las intersecciones que integran la calle longitudinal Primera Constituyente y sus calles transversales Larrea, España, García Moreno y Pichincha, esto quiere decir que debería diseñar e implementar un Plan de Gestión del Tránsito Urbano que es una herramienta de control ya que provee las medidas necesarias en respuesta a un tránsito específico, mejora la condición y cooperación entra las instituciones responsables, de igual manera optimiza el uso de la capacidad de la infraestructura urbana.

Para esta gestión también se propone consolidar el transporte público, mejorando su infraestructura y mobiliario urbano, es decir los equipamientos complementarios en relación con

las paradas de buses y taxis y a su vez optimizar las frecuencias de su operación dentro del área de estudio.

Se debería controlar y gestionar de mejor manera los estacionamientos públicos no autorizados para todos los automotores, ubicados dentro del casco histórico los mismos que deben estacionarse dentro de los sectores adyacentes y fomentar la movilidad a pie para llegar a esta zona.

Se deben implementar espacios exclusivos para estacionamientos fuera del perímetro de la zona peatonal del centro histórico de la ciudad de Riobamba que ayuden a disminuir el congestionamiento vehicular.

2. Gestión de la demanda

Estas estrategias buscan reducir los desplazamientos en vehículos privados de manera individual o para distribuirlos a lugares y tiempos donde produzcan menos efectos de congestionamiento.

Para gestionar la demanda se debería restringir el uso de vehículo individual dentro del casco histórico de la ciudad de Riobamba en relación a los itinerarios peatonales, específicamente a la hora de ingreso a clases de 7:00 a 8:00am a las diferentes instituciones educativas que se encuentran dentro del área de afluencia.

Restringir el uso de autos particulares en las transversales de mayor congestión vehicular del centro histórico en horas picos y dar preferencia solo al transporte público y vehículos de emergencia, es decir aplicar pico y placa, en las intersecciones de la calle longitudinal de la Primera Constituyente y las calles transversales de la Pichincha, García Moreno, España y Larrea en horarios de 7:00 a 8:00 am, 13:00 a 14:00 pm, y en horas comprendidas de 16H00 a 17:00 de la tarde con la finalidad de dar prioridad a los buses de la red pública y modos no motorizados.

Implementar incentivos que promuevan el uso compartido de vehículos particulares, a empresas del sector formal e institucional ubicadas en el centro histórico. Para esto la entidad gubernamental local debe generar políticas de promoción de tal iniciativa ya que las empresas

e instituciones son los generadores del mayor número de viajes de personas al centro histórico, tal iniciativa debe hacerse bajo esquemas formales de uso donde se tendrían privilegios de estacionamientos, incentivos financieros, y descuentos al momento de realizar compras en establecimientos públicos.

Verificar que las aceras cumplan con el ancho establecido y que estas se encuentren en óptimas condiciones libres de obstáculos y daños, para fomentar así la movilidad peatonal como una forma alternativa.

Controlar los espacios asignados para estacionamientos dentro del centro histórico, e incrementar su tarifa para disminuir su uso diario.

Dentro de esta estrategia también se contempla la peatonalización para que mejore la movilidad, y genere efectos positivos económicos, sociales y ambientales generando un entorno urbano conveniente, seguro y confortable, para ello es necesario mejorar la accesibilidad de sus espacios públicos más importantes, al igual que la infraestructura para peatones y personas con discapacidad.

Además, se propone estudiar las posibilidades del BID (Banco Internacional de Desarrollo) y Findeter para promover soluciones de movilidad, como apoyo a los procesos de implementación de este tipo de iniciativas que se basan en los componentes de la seguridad, receptividad y educación direccionada a los usuarios y a la recuperación de los centros históricos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- Para un mejor análisis de la problemática actual de la congestión vehicular en el casco histórico fue fundamental partir de la revisión de estudios e investigaciones realizados por varios autores los mismos que se convirtieron en una guía al momento de desarrollar nuestra investigación y poder fundamentar ciertos criterios de inclusión y exclusión que se aplicaron en el transcurso de la misma.
- Para la identificación de las intersecciones con mayor incidencia de congestionamiento dentro de la zona de estudio se las realizó mediante entrevistas cortas a los diferentes ciudadanos que frecuentaban el centro histórico quienes son un punto estratégico ya que en la actualidad las soluciones parten de los criterios de inclusión de los diferentes usuarios, considerando específicamente las características de operación del tráfico, problemas de seguridad del tránsito, problemas de peatones y ciclistas y la estética e impacto visual.
- Se concluye que se debería calibrar los semáforos de acuerdo al tipo de flujo vehicular ya que al momento de establecer el tiempo de viaje entre las vías transversales y longitudinales del centro histórico de la ciudad se pudo comparar el lapso de tiempo recorrido en 4 intersecciones de mayor flujo los tiempos de demora por vehículo en intersecciones con la implementación de semáforo eran de 60 segundos en días laborales y 56 segundos el fin de semana, mientras que en las intersecciones sin semáforo eran de 30 segundos en días laborales y 32 segundos en fin de semana.
- Al analizar la capacidad y niveles de servicio de las calles del casco histórico de Riobamba, se determinó que la causa principal es el alto nivel de afluencia vehicular por que se evidencia mayores volúmenes de automóviles particulares disminuyendo así el desplazamiento de los demás, sin embargo según los cálculos obtenidos, y lo normado por el HCM 2000, podemos decir que las intersecciones se encuentran dentro del rango máximo de vehículos por hora es decir que su capacidad es real, donde su nivel de servicio eran de tipo E entre semana y los fines de semana se evidencia que eran de tipo F señalando que supera el minuto de espera por vehículo y E esto quiere decir que presenta operaciones de tránsito con gran demora por lo que el avance de los vehículos es lento provocando así una alta congestión vehicular, en tanto que las intersecciones

que no tienen semáforo son de tipo B,C Y F los días laborales lo que significa que las de Tipo B presenta una operación con una ligera demora, dentro del tipo C indica que la demora es considerable es decir que la progresión de los vehículos es de calidad media y la de tipo F la demora supera el minuto por vehículo, mientras que los fines de semana presenta niveles de tipo B,C,D, E y F.

- Se pudo reconocer por simple observación que, a niveles bajos de congestión, un incremento del flujo de tránsito no aumenta significativamente el tiempo de viaje, pero a niveles más altos el mismo aumento del tráfico incrementa considerablemente las demoras de viaje, afectando directamente a todos los habitantes de la urbe ya que provoca una mayor contaminación acústica y atmosférica, un impacto negativo sobre la salud mental y obliga a los usuarios que hacen uso del transporte público a tener una mayor demora en sus desplazamientos.
- De las respuestas dadas por los encuestados se concluye que la mayoría manifiesta que existe un alto congestionamiento vehicular causando molestias a los diferentes usuarios por lo que estarían de acuerdo con la implementación de un nuevo modelo de movilidad peatonal alternativo para el centro histórico de la ciudad o la aplicación de estrategias que ayuden a disminuir la problemática actual.
- Al plantear las posibles soluciones se establece dos puntos estratégicos basados en la gestión del tránsito y de la demanda, los mismos que permitirán reducir el congestionamiento vehicular dado que pocos automovilistas perciben claramente el costo real sobre realizar un viaje adicional o el tiempo de espera considerando en términos de mantenimiento, desgaste de llantas entre otros, estos enfoques se adecuan a las necesidades locales y ayudarían a mejorar el rendimiento de la red vial del centro histórico en las operaciones del día a día.
- Se establece que dentro de las estrategias del tránsito el Gobierno local debe generar propuestas específicas de intervención basados en estudios técnicos, sobre todo en aquellas áreas identificadas de mayor concentración vehicular como son las intersecciones que integran la calle longitudinal Primera Constituyente y sus calles transversales Larrea, España, García Moreno y Pichincha, esto quiere decir que debería diseñar e implementar un Plan de Gestión del Tránsito Urbano que es una herramienta de control ideal para centros urbanos de una ciudad.

- Para finalizar se menciona que como estrategia de la demanda se debería restringir el uso de autos particulares en las transversales de mayor congestión vehicular del centro histórico en horas picos, es decir aplicar pico y placa con la finalidad de dar prioridad a los buses de la red pública y modos no motorizados.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los estudios e investigaciones realizadas anteriormente en la ciudad y otras regiones de igual similitud por diferentes investigadores sirvan de base para estudios técnicos de los planes de movilidad o tránsito, ejecutados por los entes de gobierno local y se tome en consideración todos los aportes académicos que se hacen en ellos para proponer líneas de acción frente a esta problemática.
- La movilidad y la planificación urbana en las intersecciones que integran el núcleo central deben ser dinamizadas constantemente para reducir el congestionamiento vehicular que se produce en ellas sobre todo en las de alta demanda y que son semaforizadas, ayudando de esa manera a disminuir los impactos por contaminación visual que alteraran la estética e imagen del centro histórico, al igual que la circulación de los diferentes usuarios.
- Se debe replantear las estrategias de operación de tránsito que maneja actualmente el GAD Municipal para mejorar la operación ya sea en los tiempos de demora como en los niveles de capacidad en las diferentes intersecciones y de esa manera reducir los problemas que se dan por la gran afluencia vehicular en esta área.
- Se debe hacer un cambio de paradigma en la ciudad que fue pensada anteriormente para los desplazamientos en vehículos, a una ciudad centrada en la persona es decir considerar la peatonalización de ciertas calles, esto requerirá de esfuerzos conjuntos entre la autoridad, la sociedad civil y la iniciativa privada para emplear políticas públicas encaminadas a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos a partir de una movilidad y una experiencia de viaje sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

- Bikebitants . (2020). *CONSECUENCIAS DE UNA MOVILIDAD NO SOSTENIBLE*.
<https://bikebitants.com/blog/movilidad-no-sostenible>
- Abata, K. (26 de 04 de 2022). Análisis del Congestionamiento Vehicular en Diferentes Intersecciones en la Ciudad de Portoviejo, Ecuador. *REVISTA RIEMAT*, 7(1), 2-3.
<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/4836/4737>
- Arias, M. (2013). *Resolución administrativa de la municipalidad del cantón RIOBAMBA No.- 105-SMC-2008, que norma la colocación de avisos y letreros publicitarios, y su incidencia en la contaminación visual del centro histórico, en el período enero a junio 2012*". <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/1804/1/UNACH-EC-C-SOC-2013-0003.pdf>
- Barcia, M. (2017). *Análisis y propuesta de solución integral del congestionamiento vehicular de la intersección de la av. del ejército y av. américa de portoviejo*.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28020/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Bouzas, V. (2021). *Los Planes de Movilidad Urbana*. <https://tysmagazine.com/los-planes-de-movilidad/>
- Cohen, E. (2017). *ALTERNATIVAS DE MOVILIDAD SOSTENIBLE EN CENTROS HISTORICOS DE CIUDADES DE TAMAÑO INTERMEDIO-CASO DE ESTUDIO, SINCELEJO, COLOMBIA*.
<https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/8140/132751.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Crotte, A., Arvizu, C., y Marin, A. (09 de 2018). *Diagnóstico de Movilidad del Centro Histórico de la Ciudad de México y Propuesta para su Peatonalización*.
<https://publications.iadb.org/es/resumen-diagnostico-de-movilidad-del-centro-historico-de-la-ciudad-de-mexico-y-propuestas-para-su>
- Cueva, J. (09 de 2012). *SINTESIS DE INTERSECCIONES,SEÑALIZACIÓN Y SEMAFOROS*. Análisis de medidas para reducir la congestión:
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/776/1/ti902.pdf>

- Epemapar. (s.f.). *Datos Generales*. Retrieved 15 de 05 de 2022, from <https://www.epemapar.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/plandesarrollocantonal.pdf>
- Etecé. (2013). *Movilidad urbana*. <https://concepto.de/movilidad-urbana/>
- Febres, V., Guillermo, C., Cuba, S., y Antonio, M. (12 de 2020). Relación del aparcamiento y la congestión vehicular en el Centro Histórico de Cusco. *Estudios del Hábitat*, 18(2), 11. <https://www.redalyc.org/journal/6364/636469089006/636469089006.pdf>
- Fundación Transitemos. (2019). *Qué es la movilidad*. <https://transitemos.org/que-es-la-movilidad/>
- Gambarte, C. (03 de 2022). *Impacto ocasionado en el tránsito vehicular causado por la ciclovía en la avenida Antonio José de sucre comprendida entre las calles Luz Elisa Borja y Víctor Emilio Estrada de la ciudad de Riobamba*. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4699/1/GAMBARTE%20ZABA%20CARLOS%20ARTURO.pdf>
- Ian Thomson, A. B. (Junio de 2001). *La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6381/1/S01060513_es.pdf
- J. Mendoza, F. Q. (2015). *Propuesta metodológica para justificar la construcción de intersecciones a desnivel*. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt436.pdf>
- Jimenez, E. (06 de 06 de 2013). *Contaminación acústica*. <https://www.socha.cl/2013/06/06/ecuador-contaminacion-acustica/#:~:text=Las%20principales%20causas%20de%20la,en%20las%20avenidas%20de%20mayor>
- Library. (2022). <https://1library.co/article/tiempo-recorrido-estudios-t%C3%A9cnicos-eficiencia-transporte-p%C3%BAblico.yng8vlwp>
- Malla, O. (06 de 2017). *ANÁLISIS TERRITORIAL E INNOVACIÓN DE LA MOVILIDAD URBANA EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE LOJA*. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13363/VERSI%c3%93N%20FINAL%20DE%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Naciones Unidas. (16 de 10 de 2021). *Transporte Sostenible*. <https://sdgs.un.org/es/topics/sustainable->

Wallace, C., y Miles, J. (2014). *MANUAL EXPLOTACIÓN DE LA RED VIAL & SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE*. <https://rno-its.piarc.org/es/control-de-la-red/gestion-del-transito>

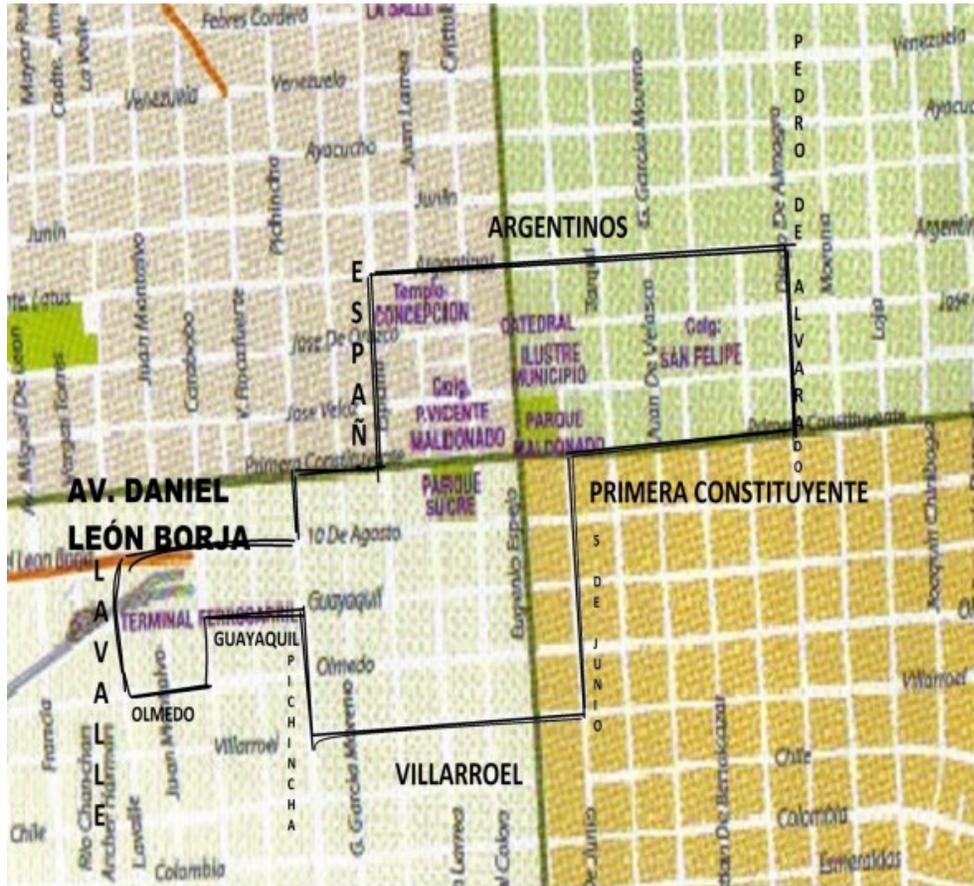


Imagen 1. Límites del Centro Histórico de Riobamba

Fuente: Dirección de Planificación Municipio de Riobamba (Arias, 2013)

Anexo 3. Ficha de conteo vehicular

PROYECTO: FECHA:		DÍA UBICACIÓN						SENTIDO RESPONSABLE				HOJA N°	1
HORA	HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA
		AUTOMOVILES	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	>3 EJES		
								LIVIANOS	MEDIANOS				
7H00	7H00												0
	7H15												
	7H30												
	7H45												
	8H00												
	SUMA PARCIAL		0	0	0	0	0	0	0	0			
8H00	8H00												0
	8H15												
	8H30												
	8H45												
	9H00												
	SUMA PARCIAL		0	0	0	0	0	0	0	0			
9H00	9H00												0
	9H15												
	9H30												
	9H45												
	10H00												
	SUMA PARCIAL		0	0	0	0	0	0	0	0			
10H00	10H00												0
	10H15												
	10H30												
	10H45												
	11H00												
	SUMA PARCIAL		0	0	0	0	0	0	0	0			
11H00	11H00												0
	11H15												
	11H30												
	11H45												
	12H00												
	SUMA PARCIAL		0	0	0	0	0	0	0	0			
SUMATORIA POR TIPO		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS	SUMATORIA TOTAL
		0			0			0				0	0

Anexo 4. Ficha de conteo vehicular con semaforización

VELOCIDAD			
FECHA:			
TIPO DE SEMÁFORO:			
FICHA N°:			
Hora de registro	Velocidad (m/s)	Hora de registro	Velocidad (m/s)
Observaciones:			

LONGITUD DE COLA			
FECHA:			
TIPO DE SEMÁFORO:			
FICHA N°:			
Hora de registro	Distancia (m)	Hora de registro	Distancia (m)
Observaciones:			

REPARTOS DE TIEMPO POR SEMÁFORO					
FECHA:					
TIPO DE SEMÁFORO:					
TIEMPO DEL CICLO:					
FICHA N°:					
Semáforo	Reparto de Tiempo por Fase				
	Tiempo	Rojo	Amarillo	Verde	Tiempo Total
Observaciones:					

TIEMPOS DEL CICLO SEMAFÓRICO POR HORA			
FECHA:			
TIPO DE SEMÁFORO:			
FICHA N°:			
Intervalo de Tiempo (h:min)/(h:min)	Tiempo (min)	Intervalo de Tiempo (h:min)/(h:min)	Tiempo (min)
Observaciones:			

Anexo 5. Factores de corrección para el cálculo de la intensidad de saturación

Factores de corrección			
f	Corrección por	Fórmula	Variable
f_a	Anchura del carril	$(5,4+A)/9$	A : anchura del carril (m)
f_{vp}	Vehículos pesados	$100/(100+P)$	P : Porcentaje de pesados (%)
f_i	Inclinación de la rasante	$1-I/100$	I : Inclinación de la rasante
f_e	Estacionamiento	$1-(0.1+M/20)/N$	M : Movimientos de estacionamiento en una hora
f_b	Paradas autobús	$1-B/(250N)$	B : Autobuses que paran por hora
f_z	Situación	$(0,9-1)$	En centro urbano 0,9, en otras zonas 1
f_{gd}	Giros a la derecha	$1 - 0.15P$	P : Proporción de vehículos que giran a la derecha
f_{gI}	Giros a la izquierda	$1/(1+0.05P)$	P : Proporción de vehículos que giran a la izquierda

Fuente: (Transportation Research Board , 2000)

Anexo 6. Encuesta



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Objetivo: Conocer las causas del congestionamiento vehicular en el centro histórico de la ciudad de Riobamba.

ENCUESTA

1. Generalmente cual es el tipo de transporte que más utiliza para movilizarse?

Bus.... Vehículo propio.... Taxi.... Moto.... Bicicleta.... A pie....

2. Con qué frecuencia se moviliza al centro histórico de la ciudad?

Los días laborables.... Fines de semana y feriados.... Todos los días....

3. Qué actividades desarrolla cuando se moviliza por el centro histórico?

Comerciales.... Educación.... Laborales.... Trámites.... Recreacionales....
Sociales.... Vivienda.... Otros....

4. ¿Qué tiempo usted se demora en desplazarse desde su vivienda hasta el centro histórico?

En vehículo / Media hora.... Una hora.... Más de una hora....
Caminando / Media hora.... Una hora.... Más de una hora....

5. ¿Cuál es su percepción del congestionamiento vehicular en el centro histórico?

Falta de congestión.... Poca congestión.... Normal.... Mucha congestión....

6.Cuál de las siguientes intersecciones considera que tiene mayor incidencia de congestionamiento dentro del centro histórico?

Primera Constituyente y Pichincha.... Primera Constituyente y España....

Primera Constituyente y Larrea.... Guayaquil y Espejo....

Guayaquil y 5 de Junio.... 10 de agosto y Pichincha....

10 de agosto y Carabobo.... Veloz y Espejo....

7. Normalmente cuando realiza sus actividades en el centro histórico. ¿Qué dificultades de movilidad percibe usted en las intersecciones?

Problemas de estacionamiento.... Congestión vehicular.... Congestión Peatonal....
Otros (veredas en mal estado, falta de señalética, semaforización)

8. Cuando usted se moviliza en un medio de transporte por las intersecciones del centro histórico ¿Cómo percibe la calidad y seguridad del transporte?

Muy bueno.... Bueno.... Regular.... Malo....

9. Considera usted que existe una adecuada señalización en las diferentes intersecciones del centro histórico de la ciudad (paso cebras, pares, velocidad, semaforización)

Si.... No....

10. Cree que la entidad gubernamental local de turno debe presentar nuevas alternativas de circulación vehicular para reducir la congestión en las intersecciones del centro histórico?

Si.... No....

11. ¿Estaría de acuerdo en que se realice una campaña de un día libre de humo vehicular en que se prohíba el uso del vehículo en zonas del centro histórico?

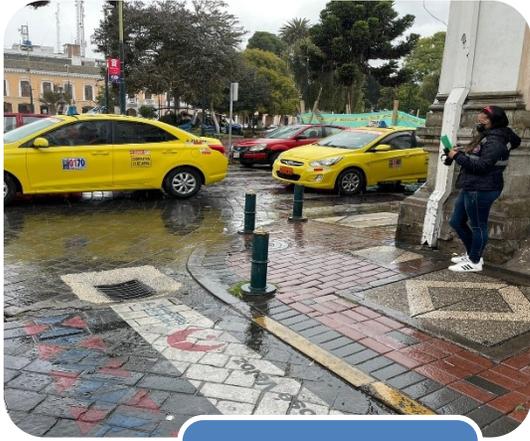
Si.... No....

12. ¿Usaría la bicicleta como medio de transporte alternativo de circulación en el casco histórico si se implementa un espacio apropiado con las normas adecuadas?

Si.... No....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

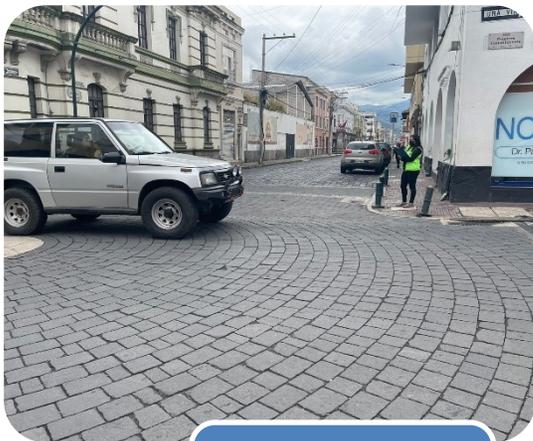
Anexo 7. Fotografías del conteo vehicular de las intersecciones seleccionadas del centro histórico



Veloz y
Espejo



Guayaquil y
Espejo



Primera
Constituyente
y Pichincha



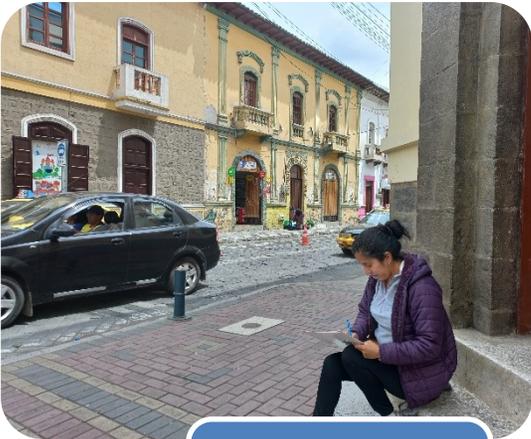
Primera
Constituyente
y Larrea



Primera
Constituyente y
España



Primera
Constituyente y
García Moreno



Primera
Constituyente
y Pichincha



10 de Agosto y
Carabobo

Anexo 8. Niveles de servicio (LOS)

A	<ul style="list-style-type: none"> • Operaciones con muy poca demora (<5 s.) • El avance de vehículos es extremadamente favorable, sin apenas detenerse • La mayoría de los vehículos llegan a la intersección en la fase verde 	
B	<ul style="list-style-type: none"> • Operaciones con ligera demora (5-15 s.) • El avance de vehículos es favorable, produciéndose detenciones esporádicas • Se da en intersecciones con buena progresión y ciclos semafóricos cortos 	
C	<ul style="list-style-type: none"> • La demora es considerable (15 a 25 s.) • La progresión de los vehículos es de mediana calidad y el ciclo es más largo • Detención de un número significativo de vehículos 	
D	<ul style="list-style-type: none"> • La demora es elevada, entre 25 y 40 s. • Notable influencia de la congestión, con progresiones desfavorables y ciclos largos • Muchos vehículos se detienen • Falta de capacidad en ciclos individuales 	
E	<ul style="list-style-type: none"> • Operaciones con gran demora (40-60 s) • Avance lento de los vehículos y largas duraciones del ciclo • Alto grado de congestión • Frecuente falta de capacidad en ciclos individuales 	
F	<ul style="list-style-type: none"> • La demora supera el minuto por vehículo • Nivel inaceptable por los conductores • Sobresaturación: la intensidad de llegada supera la capacidad de la intersección • Progresión deficiente, ciclos prolongados 	

Fuente: (Rojas, 2016)