



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

SEMAFORIZACIÓN EN LAS INTERSECCIONES DE LAS CALLES
BOLÍVAR Y JUAN MONTALVO COMO MEDIDA DE SEGURIDAD DEL
CANTÓN PASAJE

MALDONADO SANCHEZ JHASSON MARCELO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

SEMAFORIZACIÓN EN LAS INTERSECCIONES DE LAS CALLES
BOLÍVAR Y JUAN MONTALVO COMO MEDIDA DE SEGURIDAD
DEL CANTÓN PASAJE

MALDONADO SANCHEZ JHASSON MARCELO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

SEMAFORIZACIÓN EN LAS INTERSECCIONES DE LAS CALLES BOLÍVAR Y JUAN
MONTALVO COMO MEDIDA DE SEGURIDAD DEL CANTÓN PASAJE

MALDONADO SANCHEZ JHASSON MARCELO
INGENIERO CIVIL

ZAMBRANO ZAMBRANO WILMER EDUARDO

MACHALA, 27 DE FEBRERO DE 2020

MACHALA
27 de febrero de 2020

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado Semaforización en las intersecciones de las calles Bolívar Y Juan Montalvo como medida de seguridad del cantón Pasaje, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



ZAMBRANO ZAMBRANO WILMER EDUARDO
0701139941
TUTOR - ESPECIALISTA 1



MEDINA SANCHEZ YUDY PATRICIA
0703642850
ESPECIALISTA 2



OYOLA ESTRADA ERWIN JAVIER
0702019738
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: martes 18 de febrero de 2020 - 18:14

Caso Práctico

por Jhasson Maldonado

Fecha de entrega: 10-feb-2020 08:28p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1255064211

Nombre del archivo: Y_JUAN_MONTALVO_COMO_MEDIDA_DE_SEGURIDAD,_DEL_CANT_N_PASAJE.docx
(51.71K)

Total de palabras: 5185

Total de caracteres: 27346

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

El que suscribe, MALDONADO SANCHEZ JHASSON MARCELO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Semaforización en las intersecciones de las calles Bolívar Y Juan Montalvo como medida de seguridad del cantón Pasaje, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

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

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

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

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

Machala, 27 de febrero de 2020



MALDONADO SANCHEZ JHASSON MARCELO
0706294212

Caso Práctico

ORIGINALITY REPORT

2%

SIMILARITY INDEX

1%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Universidad Internacional de la Rioja

Student Paper

<1%

2

Submitted to Atlantic International University

Student Paper

<1%

3

www.cuencanos.com

Internet Source

<1%

4

www.aeicsalamanca2018.org

Internet Source

<1%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 15 words

RESUMEN

La movilidad urbana es una necesidad social, en la cual el tráfico tanto vehicular como peatonal se dirige a lugares donde se desempeñan; el incremento del parque automotor e inadecuada gestión urbana trae consigo conflictos como congestión, demoras o inseguridad vial.

La problemática estudiada es la falta de control en la intersección de las calles Bolívar y Juan Montalvo del cantón Pasaje, causando congestión e inseguridad al transitar tanto vehículos como peatones en horas pico; además en la zona se encuentra una unidad educativa exigiendo señalética acorde a las necesidades del sector.

Se aplica la metodología Webster, gracias a que es un proceso completo que permite determinar el tiempo de la luz verde y la longitud de ciclo más corta para producir el menor retraso en la intercepción; los datos de entrada como tiempo de retraso y relación de flujo vehicular se obtienen mediante un aforo semanal.

El objetivo general del proyecto es Analizar la implementación de un semáforo de tiempo fijo en la intercepción Bolívar y Juan Montalvo, mediante la metodología de Webster para mejorar la seguridad vial en el sector.

Como resultado se obtiene una longitud de ciclo optima de 45 seg, con los tiempos de 20 seg en verde, 3 amarillo y 23 rojo en la segunda fase de 23 sg rojo, 20 verde y 3 amarillo, esto descongestiona la intersección en conflicto a la vez que evita exceso de tráfico en la intercepción adyacente.

Palabras Claves: semaforización, intercepción, congestionamiento, movilidad urbana.

ABSTRACT

Urban mobility is a social necessity, in which both vehicular and pedestrian traffic is directed to places where they work; The increase in the automotive fleet and inadequate urban management brings conflicts such as congestion, delays or road insecurity.

The problem studied is the lack of control at the intersection of Bolívar and Juan Montalvo streets of the Pasaje canton, causing congestion and insecurity when passing both vehicles and pedestrians at peak times; also in the area there is an educational unit demanding signage according to the needs of the sector.

The web methodology is applied, thanks to the fact that it is a complete process that allows determining the green light time and the shortest cycle length to produce the least delay in interception; The input data such as delay time and vehicle flow ratio are made using a weekly capacity.

The general objective of the project is to analyze the implementation of a fixed time traffic light at the Bolívar and Juan Montalvo interception, using Webster's methodology to improve road safety in the sector.

As a result, an optimum cycle length of 45 sec is obtained, with the times of 20 sec in green, 3 yellow and 23 red in the second phase of 23 sg red, 20 green and 3 yellow, this decongests the intersection in conflict with the while avoiding excessive traffic in the adjacent interception.

Keywords: Traffic light, interception, congestion, urban mobility.

ÌNDICE GENERAL

RESUMEN	- 7 -
ÌNDICE GENERAL	- 9 -
ÌNDICE DE FIGURAS.....	- 10 -
ÌNDICE DE TABLAS	- 10 -
ÌNDICE ANEXOS.....	- 10 -
1.INTRODUCCION	- 11 -
2. DESARROLLO	- 12 -
2.1 Generalidades del objeto de estudio	- 12 -
2.1.1 TÌtulo del proyecto.....	- 12 -
2.1.2 Formulaci3n del problema.....	- 12 -
2.1.3 Justificaci3n	- 12 -
2.1.4 Objetivo General	- 13 -
2.1.5 Objetivo EspecÌficos.....	- 13 -
2.1.6 Ubicaci3n del Proyecto	- 13 -
2.2 Marco Referencial	- 15 -
2.2.1 Movilidad urbana	- 15 -
2.2.2 Intersecciones	- 15 -
2.2.3 Mediciones de flujo Vehicular	- 16 -
2.2.4 Aforo Vehicular	- 16 -
2.2.5 Volumen de transito	- 17 -
2.2.6 Volumen peatonal	- 18 -
2.2.7 Semáforos	- 18 -
2.2.8 Semáforos fijos.....	- 18 -
2.2.9 Parámetros de control.....	- 19 -
2.3 Caso Práctico.....	- 19 -
2.3.1 Diseño Metodol3gico.....	- 19 -
2.3.3 Recolecci3n de datos	- 22 -
2.3.4 Resultados y discusi3n	- 23 -
3. CONCLUSIONES	- 30 -
4. RECOMENDACIONES	- 31 -
5. BIBLIOGRAFÌA.....	- 32 -

ÌNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Lugar de interés	- 14 -
Figura 2. Conflicto ocasionado en intersección debido a la falta de semáforo	- 14 -
Figura 3. Estación de Aforo en intersección Bolívar y Juan Montalvo	- 17 -
Figura 4. Modelo utilizado para aforo manual.....	- 23 -
Figura 5 . Demanda Vehicular en la intersección Bolívar y Juan Montalvo	- 23 -
Figura 6 Direcciones en la intersección Bolívar y Juan Montalvo	- 25 -
Figura 7. Grafica de las fases 1 y 2 obtenidas mediante metodología Webster.....	- 27 -
Figura 8. Grafica de las fases 1 y 2 obtenidas de intersección adyacente	- 28 -
Figura 9. <i>Grafica de las fases 1 y 2 obtenidas con ayuda del software Synchro 8.</i> ..	- 28 -
Figura 10. Grafica de las fases del semáforo peatonal.	- 28 -
Figura 11. Grafica representativa de las fases propuestas.	- 29 -

ÌNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de Ubicación	- 14 -
Tabla 2. Volúmenes vehiculares mínimos	- 24 -
Tabla 3. Volúmenes vehiculares mínimos en acceso a vías	- 24 -
Tabla 4 Resumen de conteo.	- 25 -
Tabla 5 Calculo de vehículos equivalentes.....	- 26 -
Tabla 6 Automóviles directos equivalentes por hora.	- 26 -
Tabla 7 Longitud de intervalos de tiempo.	- 26 -
Tabla 8 Relación de flujos actuales con los de saturación.....	- 27 -

ÌNDICE ANEXOS

Anexo 1. Aforo vehicular de la calle Bolívar (Mayor).	- 34 -
Anexo 2 Aforo vehicular de la calle Juan Montalvo (Menor).	- 35 -
Anexo 3 Aforo Peatonal de la calle Bolívar (Mayor).	- 36 -
Anexo 4 Aforo Peatonal de la calle Juan Montalvo (Menor).	- 37 -
Anexo 5 Anexo Fotográfico.	- 38 -

1.INTRODUCCION

La ingeniería civil es un conjunto de disciplinas encomendadas de gestar el desarrollo social e inculcar conceptos de movilidad, ética e integridad al solventar los problemas de la comunidad, a través de obras e infraestructuras civiles. La movilidad urbana es una de las necesidades más controversiales, gracias a que converge criterios económicos, ambientales, técnicos e inclusive conductas humanas que no pueden ser comprendidas analíticamente; sin embargo, evidentemente las ciudades tienden a crecer.

En el 2017, Pérez [1] destaca que “Históricamente la movilidad de las personas se lograba mediante el caminar del individuo o con la ayuda de animales de tiro”; en la actualidad se usan vehículos de motor que van aumentando a la vez que incrementa su población, esto puede derivar en problemas como congestión, accidentabilidad u otros malestares al superar las capacidades del diseño vial.

La ciudad de Pasaje de las Nieves, es una dependencia territorial de la provincia de El Oro, situada en la costa ecuatoriana, caracterizada por su clima tropical cálido (20 a 30 grados Celsius), humedad alta, actividades económicas principalmente agrícolas, agropecuarias y turísticas, además de estar en constante desarrollo urbano siguiendo la planificación de las dignidades competentes.

El presente escrito aborda la problemática de la congestión vehicular y peatonal en la intersección Bolívar y Juan Montalvo, situación conflictiva que causa saturación, demora, conatos de accidentes, entre otros malestares a la comunidad demandando una solución oportuna por parte de las autoridades competentes, por ende, la Universidad Técnica de Machala ejerce su responsabilidad social al gestionar los estudios pertinentes. Se aplica una metodología de carácter analítica e inductiva, hasta procesar datos de campo en función de normativas técnicas viales; se utiliza las ecuaciones de webster en base al aforo de tráfico para determinar los tiempos óptimos de ciclo en el semáforo dando control a la intercepción en conflicto.

Esto implica interactuar con el objeto de estudio en base a las variables de tráfico, como el volumen e intensidad vehicular, horas pico, variaciones horarias e inferencias empíricas al contrastar con los criterios establecidos en las normativas nacionales vigentes. El alcance del estudio es proponer las connotaciones y conjeturas técnicas para demostrar la necesidad de implementar un semáforo tanto vehicular como peatonal en el sector, el financiamiento e implementación es competencia de la municipalidad; por lo tanto, el proyecto solo se limita a encontrar los tiempos adecuados para disminuir la inseguridad en la intercepción mencionada.

2. DESARROLLO

2.1 Generalidades del objeto de estudio

Describe los preliminares, planteamiento del problema, título, objetivos y demás formalidades al esquematizar el estudio.

2.1.1 Título del proyecto

SEMAFORIZACIÓN EN LAS INTERSECCIONES DE LAS CALLES BOLÍVAR Y JUAN MONTALVO COMO MEDIDA DE SEGURIDAD, DEL CANTÓN PASAJE.

2.1.2 Formulación del problema

En la intersección Bolívar y Juan Montalvo se presenta congestión tanto peatonal como vehicular, causando riesgo de accidentes o atropellos al cruzar las calles; por ello es necesario controlar dicha intersección en forma viable y eficaz acorde a las concepciones técnicas afines al tráfico.

2.1.3 Justificación

El Oro provincia del Ecuador, cuya actividad principal es el comercio agrícola centrado en la exportación de banano. Una de las provincias en desarrollo del país con sus singulares 12 cantones, El cantón Pasaje ubicado a escasos 19.9 km de la capital de la provincia, un cantón que se debe a su crecimiento en los últimos años tanto en población como en su economía, esto ha causado que se generen inconvenientes en sus calles.

La vigorosidad de las actividades desempeñadas ocasiona que en horas pico se produzcan altercados entre “diferentes tipos de vehículos, restricciones de desplazamiento de vehículos” [2]; como lo es en las calles Bolívar y Juan Montalvo; intersección que conduce directamente a varios puntos de interés, el principal inconveniente se refleja en la congestión vehicular, y los incidentes generados por la falta de semáforos en la zona que regulen el tránsito.

El congestionamiento vehicular es generado cuando en una misma intersección requieren circular varios vehículos al mismo tiempo, sin una entidad que regule el tiempo, giro y avance de los vehículos en las vías. Esto entorpece el tráfico produciendo los denominados atasco vehicular donde por determinado tiempo ningún vehículo se mueve e inclusive existe un gran riesgo de colisión pese a que los vehículos no van a gran velocidad la espera por transitar produce al conductor estrés que denota en violencia vial.

Según Elizondo y Hernández el congestionamiento es generado por “El crecimiento del sector transporte genera beneficios sociales, gracias a que facilita la apertura de mercados, desarrolla el comercio y articula las regiones” [3]. Los inconvenientes que se generan en la intersección de las calles Bolívar y Juan Montalvo se ocasionan por el déficit de un semáforo, debido a que estos controlan que el flujo vehicular sea ordenado brindando seguridad a los peatones.

El congestionamiento como problema en el país, en Ecuador las principales ciudades productoras son predominantemente agrícolas o turísticas, en gran parte esto se genera por la afluencia de vehículos de otras regiones hacia estas por lo cual las intersecciones no se diseñaron para tal flujo vehicular por lo tanto y sin remedio alguno colapsa y produce los también llamados embotellamientos.

En cuanto a Quito capital del país Herrera *et al.* [4] señalan “Entre las principales causas de la congestión vehicular están las características topográficas de la ciudad, debido a que cuenta con grandes montañas al lado occidental y desniveles y valles al lado oriental”. Es apreciable que las características del entorno urbano pueden llegar a influenciar en la congestión vehicular de la misma manera las vías muy pequeñas pueden generar atascos y en general el cual requiere de la solución más factible de ser implementada.

2.1.4 Objetivo General

Analizar la implementación de un semáforo de tiempo fijo en la intersección Bolívar y Juan Montalvo de la ciudad de Pasaje, mediante la metodología de Webster para mejorar la seguridad vial en el sector.

2.1.5 Objetivo Específicos

- Revisar textos referentes a la problemática mediante revisión literaria para fundamentar epistemológicamente la elaboración del escrito.
- Recopilar información de campo mediante un aforo vehicular para aplicar analizar los datos acordes a las condiciones del sector y normativas técnicas vigentes.
- Determinar los tiempos óptimos del semáforo en la intersección Bolívar y Juan Montalvo mediante la metodología Webster para mejorar la seguridad del tráfico tanto peatonal como vehicular.

2.1.6 Ubicación del Proyecto

Está ubicado en la provincia de El Oro, cantón Pasaje en la intersección de las calles Bolívar y Juan Montalvo.

Figura 1. Ubicación del Lugar de interés



Fuente: [5]

Dichas calles conducen directamente al centro del cantón por un lado tenemos la calle Bolívar que conduce al parque central y al Gobierno Autónomo descentralizado de Pasaje (GAD Pasaje) y la calle Juan Montalvo que conduce a la zona de mayor afluencia de comercio del cantón. Situando geográficamente al lugar de estudio, se presentan sus coordenadas a través de la *tabla 1*.

Tabla 1. Coordenadas de Ubicación

PUNTO DE INTERÉS	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
Bolívar y Juan Montalvo	9631999.97 m S	632414.94 m E

Fuente: [5]

Figura 2. Conflicto ocasionado en intersección debido a la falta de semáforo



Fuente: Elaboración Propia

2.2 Marco Referencial

Comprende las bases teóricas, antecedentes para argumentar la hipótesis propuesta para la resolución del caso práctico, consiste en emplear términos o definiciones en publicaciones indexadas acordes a la temática analizada.

2.2.1 Movilidad urbana

Al desplazamiento de vehículos de motor y personas de un lugar a otro dentro de la ciudad se le denomina movilidad urbana, esta busca mejorar la relación entre las redes viales y la ciudadanía en general mejorando el estilo de vida de esta y de igual manera reduciendo el riesgo de accidentes vehiculares; la falta de acción a tiempo por parte de la movilidad urbana de una ciudad puede implicar en la pérdida de muchas vidas humanas. La movilidad urbana en el cantón pasaje está a cargo del ingeniero José Astudillo que se encarga de la resolución de los problemas de tránsito generados en den cantón, además de gestionar el pintado de pasos peatonales y la implementación de semáforos donde se requiera solucionar el congestionamiento vehicular.

En 2017, Quintero [6] denota que la movilidad urbana es “El modelo general de desarrollo urbano está dado por la configuración de las ciudades en los lugares donde las personas realizan sus actividades cotidianas, algunas de las cuales se desarrollan fuera de sus viviendas y para las que requieren el uso de diversos medios para desplazarse”. Recientes estudios de ingeniería en tránsito a nivel mundial sugieren que el principal problema de la movilidad urbana es la congestión, exceso de demanda vial sobre la oferta aforada.

2.2.2 Intersecciones

Se denomina intersección al área que es compartida dos o más vías de una infraestructura vial, es decir donde se cruzan dos vías se genera una intersección; la principal función que estas ejercen es ayudar al cambio de dirección de los vehículos de motor sin afectar la comodidad y seguridad de los peatones a estas intersecciones las regulan los semáforos y otras señales de tránsito.

Las intersecciones son consideradas como punto de conflicto, en base a que en estas existe una gran posibilidad de que se generen accidentes; pues en estas se suman cuanto posible trayecto puede tomar un vehículo eso sin tomar en cuenta a los peatones que incrementa el porcentaje de que un accidente se produzca en una intersección que no cuente con un respectivo semáforo de control.

En su estudio Alarcón *et al.* [7] señala que “La mortalidad por accidentes de tráfico (AT) es un problema de salud pública a nivel mundial que deja pérdidas humanas estimadas en 1,25 millones cada año, siendo las personas de 15 a 29 años de edad el grupo de mayor mortalidad”. Exceder la velocidad adecuada, no mantener la distancia mínima entre vehículos establecida entre vehículos, el realizar maniobras inadecuadas en intersecciones de alta afluencia de vehículos son factores de relevancia ante los accidentes de tráfico.

2.2.3 Mediciones de flujo Vehicular

Existen requisitos indispensables en el planteamiento y diseño de las carreteras uno de esos es la medición de flujo vehicular que permite denotar las características de una vía además del comportamiento del tránsito que circula por la misma; matemáticamente diversos autores establecen que el análisis de flujo vehicular detalla la manera en que circulan los vehículos en determina estructura.

El flujo vehicular en el mundo va en aumento esto ocasiona el congestionamiento vehicular, como un intento de solucionar este problema es impulsar el uso de transporte masivo es decir buses, trenes; sin embargo, en algunos puntos no es suficiente para solucionar esto por ende se debe realizar una medición y control del flujo paulatinamente.

2.2.4 Aforo Vehicular

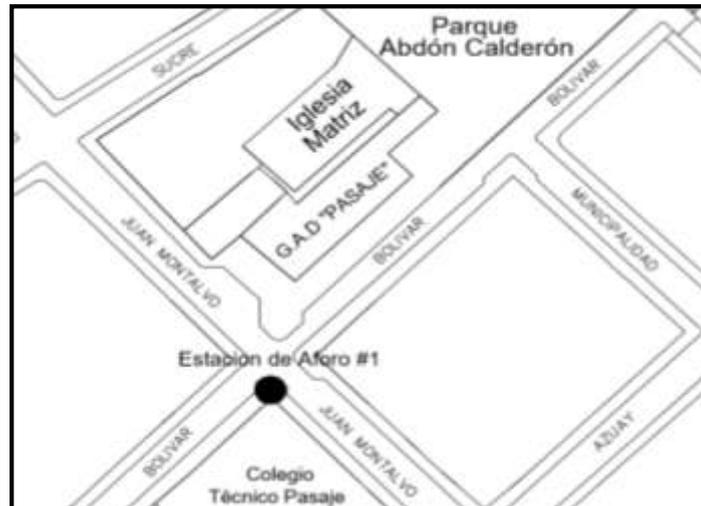
Se denomina aforo vehicular al conteo de vehículos, el aforo se realiza para determinado periodo de tiempo en el cual se calcula el volumen de vehículos; que no es otra cosa que el número de vehículos que pasan por determinado punto o intersección vial; existen métodos conteos manuales que equipo humano; En el 2019, Fernández y Hernández [8] argumentan que “Los conteos automáticos continuos permiten caracterizar el flujo peatonal por medio de las horas pico, el día típico y analizar cómo su comportamiento se ve afectado por el clima, el lugar y el día de la semana”.

Existen varios tipos de aforo usados entre los más usados en la actualidad tenemos:

- **Aforo manual.** - Este método se basa en el conteo de vehículos mediante de uso de personal de campo denominados “aforadores de tráfico” el cual es un proceso manual.
- **Conteo manual electrónico.** -Este método de igual manera que el anterior requiere de personal de campo con la diferencia que se ayuda de un contador electrónico.

- **Lazos inductivos.** -El lazo inductivo se coloca en la calzada de estudio puede ser de manera temporal o permanente esta mediante una aplicación detecta la presencia y transcurso de vehículos.

Figura 3. Estación de Aforo en intersección Bolívar y Juan Montalvo



Fuente: Elaboración Propia

2.2.5 Volumen de tránsito

El volumen de tráfico es estimado como la proporción de vehículos que circula por una intersección “la información de conteos vehiculares se obtuvo en determinado tiempo” [9]; para lo cual se realizan los aforos respectivos; lo que se busca con el volumen de tránsito es ordenar el tráfico en la vía, lo cual es posible localizando el tipo de vehículo que más transita por la zona y las horas en las que se presenta un volumen de tráfico elevado.

El descongestionar la intersección Bolívar y Juan Montalvo es posible gracias a la semaforización; sin embargo, por cuestiones temporales como trabajos en la vía el volumen de tráfico es irregular, los vehículos no desarrollan una velocidad de circulación cómoda ni se interconecta con las calles secundarias, por lo que es muy probable que al culminar las obras se reduzca el volumen vehicular, mientras que se normaliza la densidad peatonal; entonces al retroalimentar a la señalética en las avenidas cercanas se soluciona el problema.

2.2.6 Volumen peatonal

El peatón tiene el papel fundamental en la movilidad urbana puesto que este es vulnerable ante su entorno conflictivo por ende se busca la seguridad de este, ante todo, la forma de medir el volumen peatonal es la misma que con el anterior realizando un conteo de personas que circulan por determinado punto en un periodo de tiempo previsto.

En 2018, Donoso y Herrera [10] establecen el criterio simplificado en “La lectura de los recorridos en las ciudades en pendiente, como el acto mismo de pasear, de ir o deambular, corresponde a la apropiación de un sistema topográfico por parte del peatón, [...] y su potencial habitable, es decir, existe una relación entre la movilidad y su forma”.

2.2.7 Semáforos

El semáforo es un dispositivo de origen electrónico que permite el control de circulación de tráfico; estos constan de señales luminosas de color verde, amarillo y rojo, los cuales indican adelante, advertencia y detenerse respectivamente; que se encienden y se apagan determinando el tiempo que tienen para transitar vehículos o peatones alternando entre estos últimos; además de regular la congestión vehicular permite reducir el riesgo de accidentes en intersecciones.

En 2016, Cantillo, Garcés y Márquez [11] indican que “teóricamente es posible reducir el número de accidentes a través de acciones específicas en los sitios de accidentes más altos”; para que se puede reducir el índice de accidentes no solo es necesario implementar un semáforo si no lo mas importante es respetar la señal de transito establecida; puesto que por falta de cultura muchas personas cometen al imprudencia de pasar esta señal y ocasionan daños irreparables a la ciudadanía en general, se puede decir que más implementar un semáforo se requiere de conciencia en las personas.

2.2.8 Semáforos fijos

Es un dispositivo de control de tráfico, con la diferencia de otro semáforos es son de tiempo fijo es decir no los intervalos de tiempo perduran durante todo el día, este es el semáforo más usado dentro del país, gracias a que los semáforos inteligentes son aquellos q pueden asimilar o interactuar con otros semáforos y cambiar sus intervalos estos son usados en vías con una congestión vial densa caso contrario a lo que se tiene en la intersección de estudio por ende no es necesario usar uno de tiempo variable puesto que no existe demanda si no se requiere proteger a los peatones; este tipo de señales de tránsito puede ser colocados horizontal o verticalmente.

En 2018, Nacht, Falco y Robiolo [12] destacan que los semáforos “tendrán dos estrategias de funcionamiento: tiempos fijos o tiempos variables, siendo la primera por tiempos determinados previamente, donde el semáforo estará en verde o rojo por un tiempo predeterminado”.

2.2.9 Parámetros de control

En 2017, González, Ruiz y Castilla [13] determinan que “Normalmente, la autorización de movimientos para los vehículos de una corriente de tránsito es hecha por medio de un equipamiento instalado en el cruzamiento, denominado semáforo”. Sin embargo, existen parámetros que se utilizan para el control de los semáforos entre los cuales tenemos:

- *Ciclo.* - Es el lapso de tiempo para que sea efectuado una secuencia completa en las indicaciones del semáforo.
- *Reparto.* - Se refiere a la forma en que los tiempos están establecidos en las diversas fases de programación.
- *Fase.* - Es el lapso de tiempo en donde está permitido que los vehículos y peatones realicen movimientos dentro de la intersección.
- *Desfase.* - Es el instante de tiempo entre el inicio de una fase de intersección y el tiempo de referencia o la coordinación entre intersecciones semaforizadas.
- *Intervalo del semáforo.* - Se denomina de esta manera a los tiempos indistintos conformados en la programación de semáforos.
- *Entre verde.* - Intervalo de tiempo medidos desde que finaliza el cambio de luz verde hasta que vuelva a iniciar el color verde.
- *Tiempo de verde.* - Lapso de tiempo en que los vehículos tienen permitido el flujo continuo por una intersección determinada.
- *Tiempo perdido.* - Tiempo en el cual no es posible realizar ningún movimiento vehicular debido a la congestión vehicular.
- *Rojo efectivo.* - Tiempo transcurrido durante el cual no es posible realizar ningún tipo de movimiento es decir los vehículos permaneces detenidos.

2.3 Caso Práctico

Comprende la descripción del proceso al obtener, analizar e interpretar datos con la finalidad de dar solución a la situación en conflicto que motiva la realización del proyecto.

2.3.1 Diseño Metodológico

Con el fin de evitar accidentes futuros y mejorar la circulación vehicular en la intersección de las calles Bolívar y Juan Montalvo del cantón Pasaje se tiene pensado implementar

un semáforo fijo que controle el tráfico en la mencionada intersección, para lo cual se realizara conforme lo estipulado en las normas respectivas del país; además usando la metodología Webster se calculara los tiempos óptimos para el mismo.

La norma INEN 004-2012 parte 5 “Semaforización”, estipula que para la instalación de un semáforo, se requiere que cumpla por lo menos uno de los ocho requisitos detallados a continuación, de no ser así no se podrá poner en operación un semáforo [14].

- a) *Volumen de Transito.*
- b) *Acceso a vías Principales.*
- c) *Volumen Peatonal.*
- d) *Cruces peatonales escolares.*
- e) *Conservación de progresión.*
- f) *Frecuencia de accidentes.*
- g) *Sistemas.*
- h) *Combinación de requisitos.*

2.3.2 Metodología Webster

En 2014, Ruiz y Alpizar [15] destacan que “El funcionamiento del semáforo se basa en la ejecución de planes, dichos planes están formados por una serie de fases o combinaciones de luces las cuales tienen una duración determinada y se ejecutan en un horario establecido”. La metodología encargada en hacer esto fue fundamentada en el estudio de diversas intersecciones en Londres, Inglaterra por Webster en el año 1966 en el cual se determinó la influencia de diversos aspectos sobre el tránsito.

En [16], Webster toma en consideración la acción del vehículo en la intersección es decir la manera en la que gira además de examinar la presencia del peatón en su influencia sobre dicha punto, asimismo relaciona directamente con el flujo de congestión con los vehículos que se encuentra estacionados; usado todo esto el método procede al cálculo de tiempos y varios parámetros usados en los semáforos fijos.

Intervalo de cambio de fase (intervalo ámbar y todo rojo)

Indica al usuario el cambio en asignación de derecho de uso de dicha intersección.

$$y = \left(t + \frac{v}{2a} \right) + \left(\frac{W+L}{v} \right) \text{ (Ec 1)}$$

Donde:

y = Intervalo de cambio de fase, amarillo más tono rojo (s)

t = Tiempo de percepción-reacción del conductor (usualmente 1.00s)

v = Velocidad de vehículos (m/s)

a = Tasa de desaceleración (valor usualmente 3.05 m/s)

W = Ancho de intersección (m)

L = Longitud del vehículo (m)

Longitud de Ciclo

Es el tiempo que produce el mínimo retraso en la acción de los vehículos en la intersección.

$$C_o = \frac{1.5L+5}{1-\sum_{i=1}^{\phi} \gamma_i} \text{ (Ec 2)}$$

Donde:

C_o= Tiempo óptimo de ciclo (s)

L= Tiempo total perdido por ciclo (s)

γ_i= Máximo valor de relación entre el flujo actual y movimiento crítico de la fase i

φ= Numero de fases

Vehículos Equivalentes

Dado que el flujo de vehículos no se puede predecir se propone un parámetro que estimara un factor de equivalencia.

$$f_{vp} = \frac{100}{100+P_c(E_c-1)+P_B(E_B-1)} \text{ (Ec 3)}$$

Donde:

f_{vp}= Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados

P_c= Porcentaje de camiones

P_B= Porcentaje de autobuses

E_c= Automóviles equivalentes a un camión 1.5

E_B= Automóviles equivalentes a un autobús 1.5

Automóviles directos equivalentes por hora

El volumen de máxima demanda (VHMD) son convertidos a través del factor de máxima demanda (FHMD); se convierten en automóviles directos que no generan ningún tipo de vuelta se obtiene de la relación.

$$q_{ADE} = \frac{VHMD}{FHMD} \left(\frac{1}{f_{vp}} \right) (E_v) \text{ (Ec 4)}$$

El resultado final del flujo se obtiene sumando los flujos equivalentes de cada movimiento de la fase en la intersección.

$$q_T = q_D + q_{VI} + q_{VD} \text{ (Ec 5)}$$

Donde:

q_D = Flujo equivalente directo.

q_{VI} = Flujo equivalente de vuelta a la izquierda

q_{VD} = Flujo equivalente de vuelta a la derecha

Asignación de tiempos verdes

Los que se estiman necesitan de que se organice correctamente las fases en la intersección en la metodología aplicada se expresa que es la diferencia entre la longitud de ciclo y la pérdida total de tiempo.

2.3.3 Recolección de datos

La importancia de la buena planificación urbana lleva a la gestión de establecer el estudio de la intersección Bolívar y Juan Montalvo; para lo cual se establecerá comunicación con lo el director de movilidad vehicular del cantón Pasaje Ing. José Astudillo, quien supo corresponder al problema de congestionamiento vehicular en la intersección mencionada, el cual dijo que se tiene pensado la implementación de un semáforo a futuro para la dicha intersección.

La coordinación de las horas de estudio de zona se lleva a cargo del encargado de semaforización y señalética Alfredo Arias, con el cual luego de informar acerca de los inconvenientes se llegó a un día establecido para realizar los respectivos aforos necesarios para la justificación del semáforo.

Figura 4. Modelo utilizado para aforo manual

AFORO VEHICULAR DE LA INTERSECCION BOLIVAR Y JUAN MONTALVO DEL CANTON PASAJE						
Coordinador: Ing. Wilmer Zambrano Condicion Climatica: Soleado Interseccion: Bolivar - Juan Montalvo Calle: Bolivar (Mayor)						
						
VOLUMEN DE TRANSITO						
Hora Inicial	Hora Final	Livianos	Busetas	Camiones	Motos	Total Hora
8:00	9:00	297	6	8	201	512

Fuente: Elaboración Propia

2.3.4 Resultados y discusión

En el aforo vehicular en un lapso de 8 horas se obtuvo como resultado la demanda que está generando la congestión vehicular; luego de registrar la información generada en la intersección de estudio tenemos como resultado los porcentajes estimados de cada tipo de vehículo que circula por la intersección de estudio (ver figura 5)

Figura 5 . Demanda Vehicular en la intersección Bolívar y Juan Montalvo



Fuente: Elaboración Propia

Se ubicó en la intersección una estación de aforo vehicular el día miércoles en horario laborable, puesto que las horas pico son desde 16H00 - 17H00 de salida de labores del municipio y de la unidad educativa "Colegio Bachillerato Pasaje", el cual se encuentra adyacente a la intersección de estudio.

De acuerdo a la norma INEN 004-2012 parte 5 "Semaforización"; estipula una tabla con volúmenes vehiculares mínimos, además estipula que la palabra "mayor" y menor" se utilizara para identificar el volumen de cada vía; sea grande o pequeño respectivamente.

Tabla 2. Volúmenes vehiculares mínimos

No. DE CARRILES EN CADA ACCESO		VEHICULOS POR HORA EN LA VIA MAYOR VOLUMEN (TOTAL EN AMBAS DIRECCIONES)	VEHICULOS POR HORA ACCESO DE MAYOR VOLUMEN DE LA VIA MENOR (UNA SOLA DIRECCION)
VIA MAYOR	VIA MENOR		
1	1	500	150
2 o más	1	600	150
2 o más	2 o más	600	200
1	2 o más	500	200

Fuente: [14]

El respectivo aforo se llevó acabo el día miércoles, 15 de enero del presente año en el horario establecido previamente, dando lugar a un volumen máximo horario establecido de 504 vehículos en la calle Bolívar (Mayor); (*ver anexo 1*); y 420 vehículos en cuanto a la calle Juan Montalvo (Menor); (*ver anexo 2*). De igual manera existe una tabla que estipula volúmenes mínimos en el caso de acceso a vías principales el cual se detalla a continuación.

Tabla 3. Volúmenes vehiculares mínimos en acceso a vías

No. DE CARRILES EN CADA ACCESO		VEHICULOS POR HORA EN LA VIA MAYOR VOLUMEN (TOTAL EN AMBAS DIRECCIONES)	VEHICULOS POR HORA ACCESO DE MAYOR VOLUMEN DE LA VIA MENOR (UNA SOLA DIRECCION)
VIA MAYOR	VIA MENOR		
1	1	750	75
2 o más	1	900	75
2 o más	2 o más	750	100
1	2 o más	750	100

Fuente: [14]

La normativa estipula que bastan con que se cumpla un requisito para la implementación de un semáforo en este caso comparando los resultados obtenidos con los mínimos establecidos se determina que se cumplen los requisitos a, c y d con los valores de establecidos para el volumen peatonal anteriormente en cuanto a los otros requisitos.

Los volúmenes peatonales mínimo es total de 150 personas circulan por la vía mayor en una hora, por ende, en las 4 horas de aforo que dicta la norma, las cuales fueron realizadas el día jueves 16 de enero del presente año dando como resultado un promedio de 180 peatones circulan en la vía mayor (*ver anexo 3*); puesto q es mayor al mínimo requerido se cumple con el requisito.

En lo relacionado a cruces peatonales escolares el requisito indica que el volumen de la vía mayor debe exceder los 600 vehículos/h, Al tener un número mayor a 50 personas que circulan en la vía mayor; sin embargo, se podría decir que se requiere un semáforo, en base a que en la intersección existe una institución académica “Colegio de Bachillero Pasaje”, el cual consta de un promedio de 450 alumnos los cuales circulan esta intersección sin seguridad alguna, con un alto riesgo de sufrir algún tipo de accidente en el transcurso de su día a día escolar.

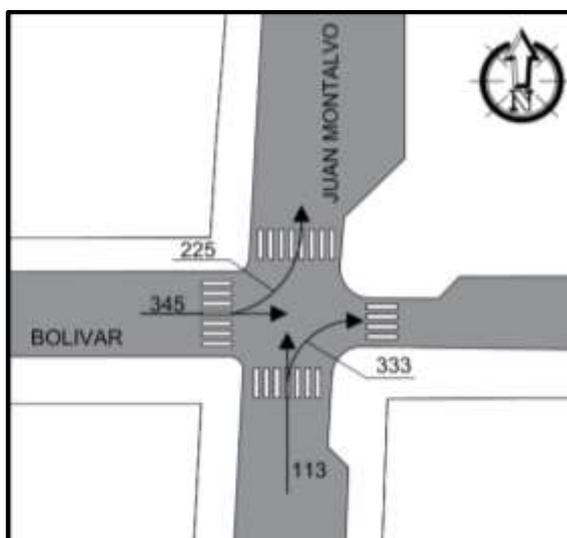
Se presenta un resumen del volumen horario de máxima demanda establecido en la hora pico estudiada anteriormente, en todo sentido permitido en la intersección.

Tabla 4 Resumen de conteo.

Calle	Sentido	VHMD		
		Izquierda	Centro	Derecha
<i>Bolívar</i>	O - E	225	345	0
<i>Juan Montalvo</i>	S - N	0	133	333

Fuente: Elaboración Propia

Figura 6 Direcciones en la intersección Bolívar y Juan Montalvo



Fuente: Elaboración Propia

Aplicando la metodología de Webster para semáforos de tiempo fijo se obtiene los siguientes parámetros establecidos a continuación:

Vehículos equivalentes. - Debido a que en la intersección de estudio los vehículos que transitan no son de un solo tipo, el método propone homogenizar los vehículos estimando un factor de ajuste para los vehículos pesados, debido a que en dicha intersección la afluencia de buses y camiones es mínima el factor de ajuste es 0.99 es decir un factor nulo.

Tabla 5 Calculo de vehículos equivalentes.

CALLE	Porcentaje de camiones	Automóviles equivalentes a un camión	Porcentaje de autobuses	Automóviles equivalentes a un autobús	Factor de ajuste por efecto de vehiculos pesados
	P_c	E_c	P_B	E_B	f_{vp}
<i>Bolivar</i>	0,02	1,5	0,02	1,5	0,99
<i>Juan Montalvo</i>	0,03	1,5	0	1,5	0,99

Fuente: Elaboración Propia

Automóviles directos equivalentes por hora. - De la misma manera se calcula un factor equivalente para los automóviles puesto que estos realizan giros en sentidos permitidos y el método los estandariza al multiplicarlos por un factor, expresando los máximos en la *tabla 6*.

Tabla 6 Automóviles directos equivalentes por hora.

Calle	f_{vp}	FHMD	IZQUIERDA			CENTRO		DERECHA			TOTAL
			VHMD	E_{vi}	QD	VHMD	QD	VHMD	E_{VD}	QD	
<i>Bolivar</i>	0,99	0,88	225	1,6	413	345	396	0	1,4	0	809
<i>Juan Montalvo</i>	0,99	0,94	0	1,6	0	133	143	333	1,4	501	644

Fuente: Elaboración Propia

Longitud de intervalos de tiempo. - Tomando en consideración que la intersección de estudio se encuentra en la zona urbana donde la velocidad máxima establecida es de 20 km/h, se obtiene la longitud de tiempo (amarillo – rojo) establecidos en base al ancho de carril, tiempo de reacción del conductor, aceleración y longitud de vehículo, teniendo como resultado:

Tabla 7 Longitud de intervalos de tiempo.

Calle	Datos Iniciales			v 20 km/h	W Ancho (m)	A1 Amarillo	TR2 Rojo	Total (s)
	Longitud (m)	Aceleracion (m/s ²)	Tiempo (s)					
<i>Bolivar</i>	6,1	3,05	1	5,56	4	3	2	5
<i>Juan Montalvo</i>					8	3	3	6

Fuente: Elaboración Propia

Redondeando los datos estima que se tendrá 2 fases de 5 s cada una una tomando en consideración la suma el tiempo ámbar y rojo.

Relación de flujos actuales con los de saturación. - La relación de demora vehicular en el semáforo no se puede calcular, debido a que no existe actualmente un semáforo en dicho punto y, por ende, es la primera vez que se planea colocar uno en la intersección en conflicto; se tomó como dato el flujo correspondiente de un semáforo adyacente a la zona, el cual fue estimado y maximizado obteniendo así un flujo de saturación de 1000 ADE/h futuro, del cual se obtuvo el resultado siguiente:

Tabla 8 Relación de flujos actuales con los de saturación.

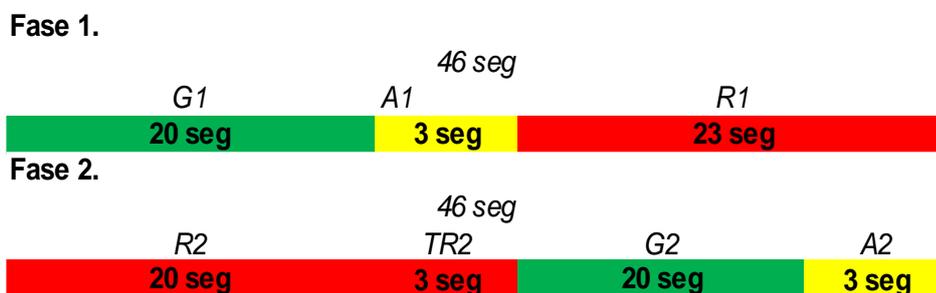
Calle	q (ADE/h)	S (ADE/h)	Yi
<i>Bolívar</i>	809	1000	0,81
<i>Juan Montalvo</i>	644		0,64

Fuente: Elaboración Propia

Longitud de ciclo óptimo. - Es el tiempo total que durar el ciclo del semáforo, este se obtiene a través de la suma de los intervalos de rojo, ámbar y verde, calculado mediante la ecuación (Ec 2), del cual se obtiene el valor de $C_o = 45$ seg.

El tiempo verde efectivo se obtiene de la diferencia entre C y L que son la longitud optima redondeada a 5 seg próximos y los ciclos ámbar y rojo, dando como resultado $g_t = 35$ seg; tiempo que será repartido para las fases de análisis dado como resultado las gráficas de fases 1 y 2 con los intervalos de tiempo establecidos.

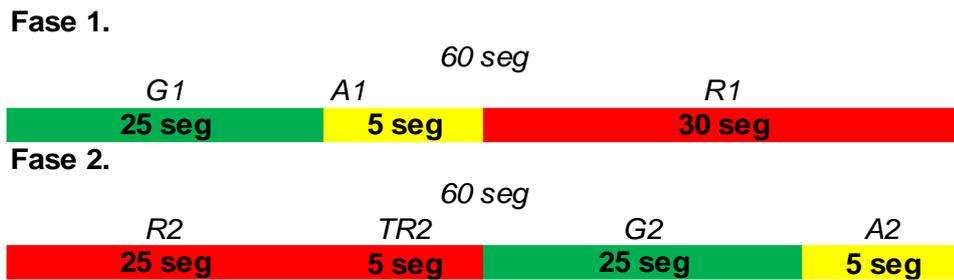
Figura 7. Gráfica de las fases 1 y 2 obtenidas mediante metodología Webster.



Fuente: Elaboración Propia

Además, con motivos prácticos se tomó los tiempos establecidos de una semaforización cercana a la zona de estudio en las cuales tiene los siguientes resultados para las dos fases existentes en tiempos de verde, ámbar y rojo.

Figura 8. Grafica de las fases 1 y 2 obtenidas de intersección adyacente

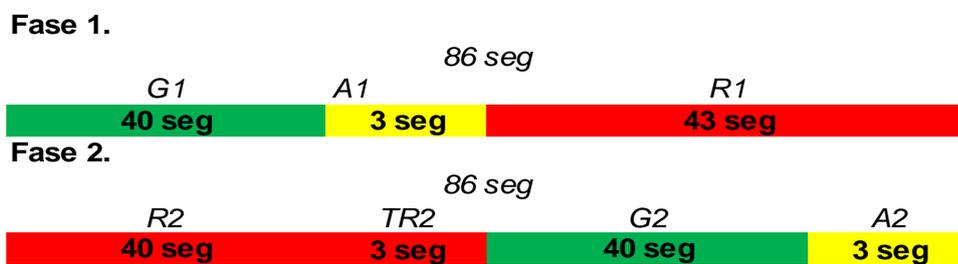


Fuente: Elaboración Propia

En 2017, Oyola *et al.* [17] indica que la simulación realizada en el software Synchro 8, permite analizar el comportamiento que origina la congestión vehicular en la intersección objeto de estudio y sugerir una solución prioritaria y viable.

El software sugiere los siguientes intervalos de tiempos para la intersección de estudio, los cuales se aprecian en la *figura 8*.

Figura 9. Grafica de las fases 1 y 2 obtenidas con ayuda del software Synchro 8.



Fuente: Elaboración Propia

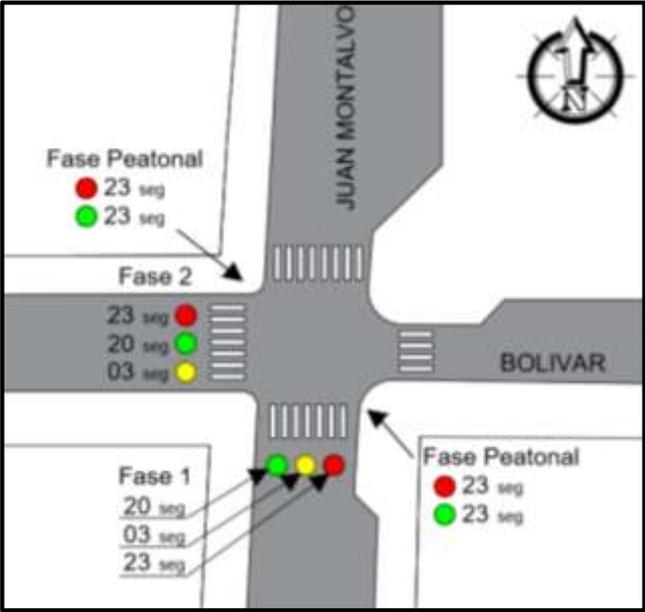
En cuanto al semáforo peatonal se propone la implantación de dicho semáforo que consta de dos tipos de luz verde y roja; además de contar con un cronometro que indique el tiempo con el que consta para pasar este, se plantea una sola fase para este semáforo que se colocara en sincronización con el semáforo vehicular.

Figura 10. Grafica de las fases del semáforo peatonal.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 11. Grafica representativa de las fases propuestas.



Fuente: Elaboración Propia

3. CONCLUSIONES

En función de los criterios, cálculos, análisis e interpretaciones vertidas en el escrito y en contraste con los objetivos específicos que delinear el estudio se concluye lo siguiente:

Las concepciones teóricas apegadas a la problemática indican que es inadecuado dejar una intersección sin señalética; se destaca que la movilidad urbana debe ser caracterizada por la comodidad, seguridad y eficiencia procurando generar el menor malestar a la ciudadanía. Por lo cual, desde las apreciaciones técnicas se deduce que es necesario colocar un semáforo, debido a que un simple disco Pare no es capaz de controlar el tránsito en la zona.

El aforo del tráfico indica una densidad vehicular de 504 autos en horas pico; con una demanda alrededor del 60% vehículos livianos y un 32% motos con un promedio de 180 peatones; esto re categoriza la intercepción como *vía mayor de orden 1* por su volumen vehicular; además en lo referente a la norma INEN "semáforos" cumple con los requisitos a, b y c respectivamente pero no con los consiguientes por carecer de semáforo, pese a necesitar uno.

Al comparar los tiempos óptimos del semáforo en la intercepción con las ecuaciones de Webster; se obtiene una longitud de ciclo de 46 segundos, luz verde 20 segundos, roja de 23 segundos y 3 segundos ámbar, en sintonía con el semáforo peatonal con un ciclo de 23 segundos para la luz verde de igual manera para la luz roja que constara con un cronometro, para facilitar el cruce seguro de los peatones tomando en cuenta el Colegio de Bachillerato Pasaje, con un promedio de 450 estudiantes que diariamente cruzan la intercepción.

Desde la perspectiva personal se deduce que el origen del problema es la gestión inadecuada, crecimiento poblacional e incremento del parque automotor que supera las prestaciones de las intercepciones céntricas; a su vez se destaca que las configuraciones en la señalética a nivel local carecen de estudios técnicos para proponer una solución holística y definitiva, debido a que el mismo desarrollo urbano genera congestión a lo largo de los años al superar la vida útil de la infraestructura vial.

4. RECOMENDACIONES

Se aconseja recopilar datos sobre la congestión vehicular en las localidades mediante redes sociales, con el afán de diseñar sistemas de semaforización inteligentes capaces de ajustar sus tiempos en función de la demanda vehicular.

Se debe gestionar la ejecución de estudios macro en las ciudades, analizando todas las intersecciones y avenidas para realizar un mapeado de congestión, facilitando la toma de decisiones en torno al diseño e implementación de obras relacionadas a la movilidad urbana.

Se aconseja realizar estudios paralelos para cuantificar el monto de la semaforización, presentar el proyecto a las dignidades competentes para su implementación cumpliendo con la responsabilidad social de la Utmach al vincularse con la resolución de los problemas sociales.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] B. Pérez Stéfanov, «Uso de la bicicleta en Costa Rica: repaso histórico y caracterización del tipo de ciclistas y su movilidad en el entorno vial nacional,» *Infraestructura Vial / LanammeUCR*, vol. XIX, n° 33, pp. 26-34, 2017.
- [2] C. D. Alvarez Cruz, P. Augusto Munari y R. Morabito , «Cotas para el problema de asignación de vehículos,» *Universidad Nacional de Colombia*, vol. LXXXVI, n° 208, pp. 329-335, 2019.
- [3] A. Elizondo y T. Hernández Amezcua, «Regulación de las emisiones de CO2,» *Gestión y Política Pública* , vol. XXVII, n° 2, pp. 571-594, 2018.
- [4] I. Herrera Herrera, N. Luján Mora, . S. Gómez Torres y R. Estevan, «Integración de herramientas para la toma de decisiones en la congestión vehicular,» *Universidad Nacional de Colombia*, vol. LXXXV, n° 205, pp. 363-370, 2018.
- [5] GOOGLE EARTH, «GOOGLE,» Google INC., 2018. [En línea]. Available: <https://earth.google.com/web/@-3.32675097,-79.80960767,30.75833769a,313.56568566d,35y,-38.21674012h,44.63716424t,0r>. [Último acceso: Enero 2020].
- [6] J. R. Quintero González, «Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible,» *Ambiente y Desarrollo*, vol. XXI, n° 40, pp. 57-72, 2017.
- [7] J. D. Alarcón, I. Gich Saladich, L. Vallejo Cuellar, A. M. Ríos Gall, C. Montalvo Arce y X. Bonfill Cosp, «MORTALIDAD POR ACCIDENTES DE TRÁFICO EN COLOMBIA ESTUDIO COMPARATIVO CON OTROS PAÍSES,» *Española de Salud Pública*, vol. XCII, pp. 1-13, 2018.
- [8] A. Fernández Garza y H. Hernández Vega, «Estudio de la movilidad peatonal en un centro urbano: un caso en Costa Rica,» *Geográfica de América Central*, n° 62, pp. 244-277, 2019.

- [9] M. A. Martínez Martínez, «Configuración espacial de la ciudad de Cartago y su relación con volúmenes vehiculares,» *Infraestructura Vial / LanammeUCR*, vol. XIX, n° 34, pp. 18-27, 2017.
- [10] M. E. Donoso y J. F. Herrera, «Trazado peatonal: La vecindad como modo de habitar la pendiente de Valparaíso,» *Arquitectura Revista*, vol. XIV, n° 2, pp. 174-186, 2018.
- [11] V. Cantillo, P. Garcés y . L. Márquez, «Factors influencing the occurrence of traffic accidents in urban roads: A combined GISEmpirical Bayesian approach,» *Universidad Nacional de Colombia*, vol. LXXXIII, n° 195, pp. 21-28, 2016.
- [12] J. Nacht, M. Falco y G. Robio, «Modelado y Simulación de una Intersección de Calles en un Contexto Multi-Agente,» *elektron*, vol. II, n° 2, pp. 83-94, 2018.
- [13] H. González Fernández, P. Ruiz Caballero y A. Castilla González, «ANÁLISIS FUNCIONAL DE LA INTERSECCIÓN CALVARIO-AGUILERA PARA DISMINUIR LOS RIESGOS DE ACCIDENTES EN LA CIRCULACIÓN VEHICULAR Y PEATONAL,» *Ciencia en su PC*, n° 4, pp. 68-77, 2017.
- [14] Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, «Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical,» Registro Oficial No. 207 de 2011-10-28, Quito, 2012.
- [15] A. Ruiz Villalonga y E. Alpizar Arteaga, «Método de sincronización de planes en un controlador semafórico,» *RIELAC*, vol. XXXV, n° 1, pp. 50-56, 2014.
- [16] R. Cal, M. Reyes Spíndola y J. Cárdenas Grisales , *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones*, Mexico: Alfaomega, 2007.
- [17] E. J. Oyola Estrada, J. C. Berrú Cabrera, E. A. Romero Valdiviezo, L. O. Carrión Romero, F. A. Aguirre Morales y M. A. Tacuri Rivas, «Evaluación de la congestión vehicular: Av. Castro Benítez y Vía Pajonal, Machala-Ecuador, año 2016,» *CUMBRES*, vol. III, n° 1, pp. 135-142, 2017.

ANEXOS

Anexo 1. Aforo vehicular de la calle Bolívar (Mayor).

AFORO VEHICULAR DE LA INTERSECCION BOLIVAR Y JUAN MONTALVO DEL CANTÓN PASAJE

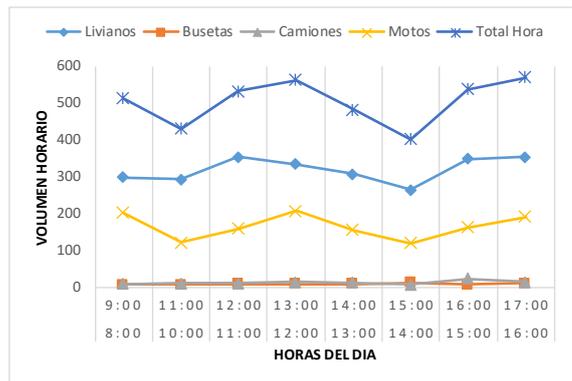
Coordinador: Ing. Wilmer Zambrano
Condicion Climatica: Soleado
Interseccion: Bolivar - Juan Montalvo
Calle: Bolivar (Mayor)

Ubicación:

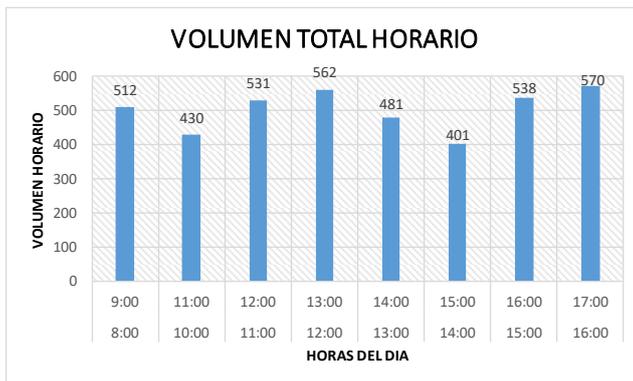


VOLUMEN DE TRANSITO

MIERCOLES	Hora Inicial	Hora Final	Livianos	Busetas	Camiones	Motos	Total Hora
	8:00	9:00	297	6	8	201	512
	10:00	11:00	292	7	10	121	430
	11:00	12:00	353	9	10	159	531
	12:00	13:00	334	8	13	207	562
	13:00	14:00	306	8	12	155	481
	14:00	15:00	263	12	7	119	401
	15:00	16:00	348	6	22	162	538
	16:00	17:00	354	11	14	191	570
	Total 8 Horas			2547	67	96	1315
			63,28 %	1,66 %	2,39 %	32,67 %	100 %



VOLUMEN DE TRANSITO PROMEDIO = 504



Anexo 2 Aforo vehicular de la calle Juan Montalvo (Menor).

AFORO VEHICULAR DE LA INTERSECCION BOLIVAR Y JUAN MONTALVO DEL CANTÓN PASAJE

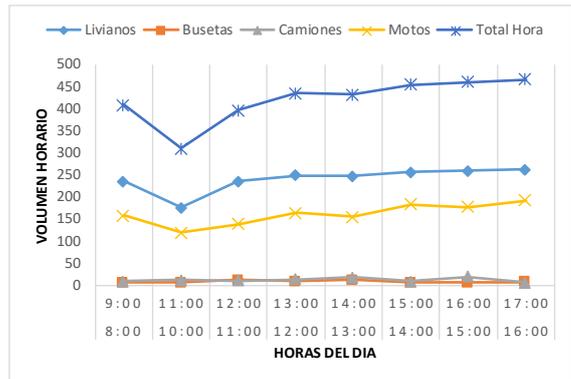
Coordinador: Ing. Wilmer Zambrano
Condicion Climatica: Soleado
Interseccion: Bolivar - Juan Montalvo
Calle: Juan Montalvo (Menor)

Ubicación:



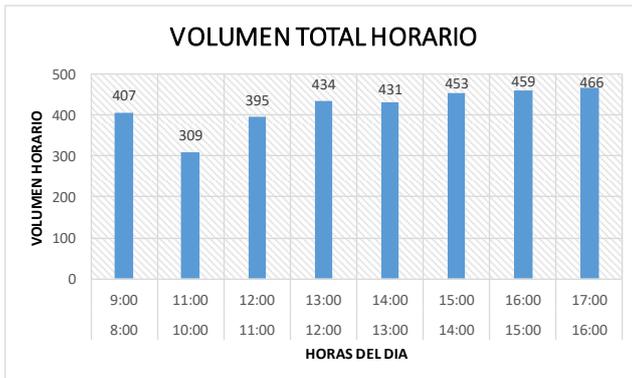
VOLUMEN DE TRANSITO

MIÉRCOLES	Hora Inicial	Hora Final	Livianos	Busetas	Camiones	Motos	Total Hora
	8:00	9:00	235	6	9	157	407
	10:00	11:00	175	5	11	118	309
	11:00	12:00	235	12	10	138	395
	12:00	13:00	248	9	13	164	434
	13:00	14:00	247	12	17	155	431
	14:00	15:00	256	5	9	183	453
	15:00	16:00	258	5	19	177	459
	16:00	17:00	262	7	5	192	466
Total 8 Horas			1916	61	93	1284	3354
			57,13 %	1,82 %	2,77 %	38,28 %	100 %



VOLUMEN DE TRANSITO PROMEDIO

420



Anexo 3 Aforo Peatonal de la calle Bolívar (Mayor).

AFORO VEHICULAR DE LA INTERSECCION BOLIVAR Y JUAN MONTALVO DEL CANTÓN PASAJE

Coordinador: Ing. Wilmer Zambrano
Condicion Climatica: Soleado
Interseccion: Bolivar - Juan Montalvo
Calle: Bolivar (Mayor)

Ubicación:



VOLUMEN PEATONAL

JUEVES	Hora Inicial	Hora Final	Peatones
	8:00	9:00	163
	10:00	11:00	139
	11:00	12:00	171
	12:00	13:00	247
Total 4		720	



VOLUMEN DE TRANSITO PROMEDIO

180

Anexo 4 Aforo Peatonal de la calle Juan Montalvo (Menor).

AFORO VEHICULAR DE LA INTERSECCION BOLIVAR Y JUAN MONTALVO DEL CANTÓN PASAJE

Coordinador: Ing. Wilmer Zambrano
Condicion Climatica: Soleado
Interseccion: Bolivar - Juan Montalvo
Calle: Juan Montalvo (Menor)

Ubicación:



VOLUMEN PEATONAL

JUEVES	Hora Inicial	Hora Final	Peatones
	8:00	9:00	156
	10:00	11:00	125
	11:00	12:00	168
	12:00	13:00	178
Total 4		627	



VOLUMEN DE TRANSITO PROMEDIO

157

Anexo 5 Anexo Fotográfico.

Conflicto generado en la intersección de estudio.



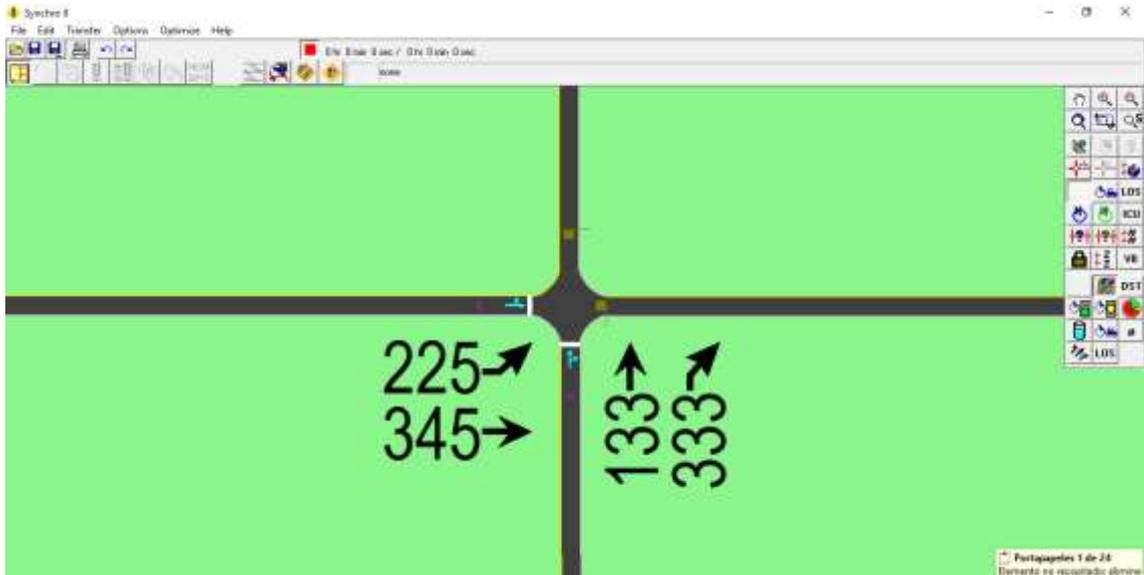
Realizando el aforo vehicular respectivo.



Medición de la longitud de cada una de las calles en la intersección de estudio.



Ingreso de datos de la intersección al software Syncro 8.0 .



Resultado estimado con el software de la luz verde óptima.

