

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Propuesta de mejora en la red semafórica para el ordenamiento vehicular y peatonal de la Av. José de Lama – Sullana”.

Área de Investigación:
Transito

Autor (es):
Br. Aguirre Pariahuache, Maryuri Eriel

Jurado Evaluador:

Presidente: Mamerto Rodríguez, Ramos

Secretario: Geldres Sánchez, Carmen

Vocal: Perrigo Sarmiento, Félix

Asesor:

Durand Orellana, Rocio del Pilar.

Código Orcid: 0000-0002-6592-6520

Piura – Perú
2021

Fecha de sustentación: 2021/11/25

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Propuesta de mejora en la red semafórica para el ordenamiento vehicular y peatonal de la Av. José de Lama – Sullana”.

Área de Investigación:

Transito

Autor (es):

Br. Aguirre Pariahuache, Maryuri Erikel

Jurado Evaluador:

Presidente: Mamerto Rodríguez, Ramos

Secretario: Geldres Sánchez, Carmen

Vocal: Perrigo Sarmiento, Félix

Asesor:

Durand Orellana, Rocio del Pilar.

Código Orcid: 0000-0002-6592-6520

Piura – Perú
2021

Fecha de sustentación: 2021/11/25

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme salud y la sabiduría necesaria para poder lograr mis metas.

A mi abuelita María Esperanza, por haber confiado siempre en mí.

A mis padres Julia y Oswaldo, por el apoyo incondicional que siempre me han brindado, porque sin ustedes no lo hubiese podido lograr.

A mi hermano Harold, por siempre motivarme a salir adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme salud a mí y a toda mi familia, porque sin ello no hubiese podido llegar a donde estoy.

Agradezco a mi abuelita María Esperanza, porque aunque no esté físicamente conmigo, sé que siempre guía y bendice mi camino.

Agradezco a mis padres Julia y Oswaldo por ser mi ejemplo de perseverancia que con esfuerzo y dedicación todo es posible, por su apoyo incondicional y amor infinito, porque sin ellos nada de esto sería posible.

Agradezco a mi hermano Harold, por ser un maestro para mí, por sus enseñanzas, su motivación constante y aunque seamos diferentes por su gran amor y cariño.

Agradezco a mi familia, porque este logro es tan mío como suyo.

RESUMEN

La presente tesis consiste en el estudio de tráfico de la Av. José de Lama ubicada en la ciudad de Sullana, con el fin de determinar las deficiencias que sufre el sistema vial y así poder ofrecer propuestas de mejora a los problemas viales que acontece esta importante avenida y sus intersecciones semaforizadas.

El estudio se basa en la recolección de datos manuales a través de un conteo vehicular en la Av. José de Lama con sus respectivas intersecciones en estudio (con la Transversal Dos de Mayo, con Av. Marcelino Champagnat y Panamericana Norte), el estudio se realizó en intervalos de tiempo de 15 minutos las 12 horas del día durante el periodo de 7 días, con ello se pudo determinar los factores de hora de máxima demanda en cada intersección, concluyendo que para la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo, Av. Marcelino Champagnat y Panamericana Norte los factores de hora de máxima demanda fueron de 0.98, 0.90 y 0.99 respectivamente.

La recolección de datos manuales permitió realizar la simulación en el software Synchro 8, en el cual se pudo determinar los ciclos semaforicos más óptimos para cada intersección en estudio.

La metodología aplicada en esta investigación fue proporcionada por el Manual de Carreteras "Highway Capacity Manual 2000" (HCM 2000). Del cual se pudieron determinar los ciclos semaforicos de cada intersección. Como resultados obtenidos fueron que la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo, con Av. Marcelino Champagnat y Panamericana Norte cuenta con un ciclo semaforico de 42 segundos, 69 segundos y 65 segundos, un tiempo de demora de 25 segundos, 33 segundos y 12 segundos con un nivel de servicio C, D y B respectivamente.

Finalmente se muestra una comparación de los resultados obtenidos en la presente tesis, la propuesta elegida será presentada como alternativa de solución para disminuir el congestionamiento vehicular y peatonal en la Av. José de Lama.

ABSTRACT

The present thesis consists in a traffic study of José de Lama Avenue located in the city of Sullana, in order to determine the deficiencies that the roadway system suffered and to offer proposals for improvement to the road problems that take place in this important avenue and its signalized intersections.

The study is based on the manual data collection through a vehicle count in the José de Lama Avenue with their intersections of study (with the Dos de Mayo Transversal, Marcelino Champagnat Avenue and Panamericana Norte), the study was carried out in intervals of time of 15 minutes the 12 hours of the day during the period of 7 days, with this it was possible to determine the factors of hour of maximum demand in each intersection, concluding that for the intersection of José de Lama Avenue with Dos de Mayo Transversal, Marcelino Champagnat Avenue and Panamericana Norte peak time factors were 0.98, 0.90 and 0.99 respectively.

The manual data collection allowed the simulation in the Synchro 8 software, in which it was possible to determine the most optimal light cycles for each intersection under study.

The methodology applied in this research was provided by the Road Manual "Highway Capacity Manual 2000" (HCM 2000). From which the traffic light cycles of each intersection could be determined. The results obtained were that the intersection of the José de Lama Avenue with Dos de Mayo Transversal, with Marcelino Champagnat Avenue and Panamericana Norte has a traffic light cycle of 42 seconds, 69 seconds and 65 seconds, a delay time of 25 seconds, 33 seconds and 12 seconds with a service level of C, D and B respectively.

Finally, a comparison of the results obtained in this investigation is shown, the chosen proposal will be presented as an alternative solution to reduce traffic and pedestrian congestion in the José de Lama avenue.

“Propuesta de mejora en la red semafórica para el ordenamiento vehicular y peatonal de la Av. José de Lama – Sullana”

Por: Br. Aguirre Pariahuache Maryuri Erikel

Jurado evaluador

Presidente

Ing. Mamerto Rodríguez, Ramos

CIP: 3689

Secretario

Ing. Geldres Sánchez, Carmen

CIP: 80599

Vocal

Ing. Perrigo Sarmiento, Félix

CIP: 29401

Asesora

Ing. Durand Orellana, Rocio del Pilar

CIP: 60518

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de investigación	1
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos Específicos.....	5
1.3. Justificación del estudio	6
II. MARCO DE REFERENCIA	8
2.1. Antecedentes del estudio.....	8
2.2. Marco teórico	10
2.2.1. Generalidades	10
2.2.2. Componentes del tránsito.....	10
2.2.3. Vías urbanas.....	14
2.2.4. Volúmenes de tránsito.	15
2.2.5. Intersecciones a nivel y desnivel	17
2.2.6. Capacidad Vial de una Intersección con Semáforo.	23
2.2.7. Movimientos en una intersección.....	24
2.2.8. Factores de condicionamiento en capacidad Vial.....	25
2.2.9. Niveles de Servicio en intersección.	27
2.2.10. Elección de los grupos de carriles.	33
2.2.11. Determinación de demora.....	35
2.2.12. Señalización Vertical	36
2.2.13. Señalización Horizontal	43
2.2.14. Semáforos	46
2.3. Marco conceptual.....	51
2.3.1. Aforo vehicular.....	51

2.3.2.	Codificar	52
2.3.3.	Flujo vehicular.....	52
2.3.4.	Isla	52
2.3.5.	Parque Automotor.....	52
2.3.6.	Tráfico.....	52
2.3.7.	Tránsito.....	52
2.3.8.	Transporte	52
2.3.9.	Trayectoria.....	52
2.3.10.	Vehículo automotor.....	53
2.4.	Sistema de hipótesis	53
2.4.1.	Hipótesis General	53
2.4.2.	Variables e indicadores	53
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA	55
3.1.	Tipo y nivel de investigación	55
3.2.	Población y muestra de estudio	55
3.2.1.	Población.....	55
3.2.2.	Muestra.....	55
3.3.	Diseño de investigación	55
3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación.....	56
3.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	56
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADO	58
4.1.	Análisis e interpretación de resultados	58
4.1.1.	Intersección semaforizada: Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.....	58
4.1.2.	Intersección semaforizada: Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.	75
4.1.3.	Intersección semaforizada: Av. José de Lama con Panamericana Norte.....	92

4.2. Propuestas de investigación	112
4.2.1. Propuesta de ciclo semafórico en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.....	112
4.2.2. Propuesta de ciclo semafórico en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.....	114
4.2.3. Propuesta de ciclo semafórico en Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte	117
4.2.4. Simulación en software Synchro 8.....	118
4.2.5. Propuesta de señalización vertical y horizontal	131
4.3. Docimasia de hipótesis	133
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	134
5.1. Características geométricas de las intersecciones de estudio.....	¡Error!
Marcador no definido.	
5.2. Tráfico vehicular en Av. José de Lama con intersecciones de estudio	136
5.3. Tipos de vehículos que circulan en intersecciones de estudio.....	138
5.4. Niveles de servicio en intersecciones de estudio.....	139
5.5. Ciclos semafóricos en las intersecciones de estudio	141
CONCLUSIONES	144
RECOMENDACIONES	146
REFERENCIAS.....	147
ANEXOS	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas notables Av. José de Lama.....	20
Tabla 2 Categorías según vehículos ligeros.....	29
Tabla 3 Categorías según vehículos pesados.....	30
Tabla 4 Tipo de Intersecciones a nivel.....	35
Tabla 5 Niveles de Servicio Según la demora.....	52
Tabla 6 Algunos ejemplos de señalización vertical.....	56
Tabla 7 Variable analítica.....	71
Tabla 8 Técnicas e instrumentos.....	73
Tabla 9 Conteo vehicular en Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo del Lunes 04 al Domingo 10 de Octubre.....	76
Tabla 10 Conteo Vehicular: Lunes 04 (08:00 a.m-08:15 a.m.).....	77
Tabla 11 Conteo Vehicular: Lunes 04 (08:15 a.m-08:30 a.m.).....	78
Tabla 12 Conteo Vehicular: Lunes 04 (08:30 a.m-08:45 a.m.).....	79
Tabla 13 Conteo Vehicular: Lunes 04 (08:45 a.m-09:00 a.m.).....	80
Tabla 14 Ancho de calzadas en Intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.....	82
Tabla 15 Ciclo semafórico en Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.....	83
Tabla 16 Resumen de datos de intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.....	85
Tabla 17 Factores de giros a la derecha.....	87
Tabla 18 Factores de giros a la izquierda.....	88
Tabla 19 Capacidad real vehicular de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.....	89
Tabla 20 Nivel de servicio por acceso.....	91

Tabla 21 Conteo vehicular en Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat del Lunes 04 al Domingo 10 de Octubre.....	93
Tabla 22 Conteo Vehicular: Lunes 04 (18:00 p.m-18:15 p.m.).....	94
Tabla 23 Conteo Vehicular: Lunes 04 (18:15 p.m-18:30 p.m.).....	95
Tabla 24 Conteo Vehicular: Lunes 04 (18:30 p.m-18:45 p.m.).....	96
Tabla 25 Conteo Vehicular: Lunes 04 (18:45 p.m-19:00 p.m.).....	97
Tabla 26 Ancho de calzadas en Intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.....	99
Tabla 27 Ciclo semafórico en Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.....	100
Tabla 28 Resumen de resultados de intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.....	101
Tabla 29 Factores de giros a la derecha.....	104
Tabla 30 Factores de giros a la izquierda.....	105
Tabla 31 Capacidad real vehicular de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.....	106
Tabla 32 Nivel de servicio por acceso.....	108
Tabla 33 Conteo vehicular en Av. José de Lama con Panamericana Norte del Lunes 04 al Domingo 10 de Octubre.....	110
Tabla 34 Conteo Vehicular: Lunes 04 (07:00 a.m-07:15 a.m.).....	110
Tabla 35 Conteo Vehicular: Lunes 04 (07:15 a.m-07:30 a.m.).....	111
Tabla 36 Conteo Vehicular: Lunes 04 (07:30 a.m-07:45 a.m.).....	113
Tabla 37 Conteo Vehicular: Lunes 04 (07:45 a.m-08:00 a.m.).....	114
Tabla 38 Ancho de calzadas en Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.....	117
Tabla 39 Ciclo semafórico en Av. José de Lama con Panamericana Norte.....	117

Tabla 40 Composición vehicular por giro de movimientos.....	119
Tabla 41 Factores conversión por giros.....	120
Tabla 42 Volúmenes de demanda por giro de movimiento.....	121
Tabla 43 Equivalencia por clase de vehículos.....	122
Tabla 44 Volumen de entrada de la rotonda.....	124
Tabla 45 Resumen de resultados del Método Wardrop.....	126
Tabla 46 Relación volumen- Capacidad.....	127
Tabla 47 Control de demora.....	128
Tabla 48 Niveles de Servicio de acuerdo al control de demora.....	128
Tabla 49 Nivel de servicio en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.....	129
Tabla 50 Ciclo semafórico nuevo en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.....	130
Tabla 51 Demora actual y demora propuesta de intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.....	131
Tabla 52 Ciclo semafórico propuesto en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.....	132
Tabla 53 Demora actual y demora propuesta de intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat	133
Tabla 54 Ciclo semafórico propuesto en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.....	134
Tabla 55 Demora actual y demora propuesta de intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.....	135
Tabla 56 Medidas de la sección vial de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.....	151
Tabla 57 Medidas de la Sección vial de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.....	152

Tabla 58 Medidas de la sección vial de la intersección Av. José de Lama con Panamericana.....	153
--	-----

ÍNDICE DE GRÁFICO

Figura 1 Estación del ferrocarril Sullana- La Huaca-Paita.....	18
Figura 2 Ubicación de la Av. José de Lama.....	20
Figura 3 Exceso de mototaxis Av. José de Lama.....	21
Figura 4 Representación de intersección de nivel y desnivel.....	35
Figura 5 Variedad de tipos de Intersecciones a nivel.....	36
Figura 6 Intersección sin canalizar e intersección canalizada.....	37
Figura 7 Intersección tipo rotonda o glorieta.....	37
Figura 8 Tipos de intersecciones a desnivel.....	39
Figura 9 Funcionamiento de una intersección semaforizada.....	41
Figura 10 Tipos de movimientos en una intersección.....	42
Figura 11 Factor de anchura.....	47
Figura 12 Factor de vehículos pesados.....	47
Figura 13 Factor de inclinación.....	48
Figura 14 Factor de estacionamiento.....	48
Figura 15 Factor de zona urbana.....	49
Figura 16 Factor de paradas de autobús.....	49
Figura 17 Factor de giros a la derecha.....	49
Figura 18 Factor de giros a la izquierda.....	50
Figura 19 Tipos de carriles en una intersección.....	51
Figura 20 Descomposición en grupos de carriles.....	51
Figura 21 Tipos de rayas y marcas planas en el pavimento.....	62
Figura 22 Soporte de semáforo tipo poste.....	66
Figura 23 Soporte de semáforo tipo ménsula.....	67

Figura 24 Intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.....	75
Figura 25 Intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo con flujos de entrada y salida.....	90
Figura 26 Intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.....	92
Figura 27 Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte con flujos de entrada y salida.....	107
Figura 28 Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.....	109
Figura 29 Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte con flujos de entrada y salida.....	115
Figura 30 Medidas de calzadas de entrada, circulación y salida en Av. José de Lama con Panamericana Norte.....	121
Figura 31 Configuración de carril de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo en el software Synchro 8.....	136
Figura 32 Configuración de volumen de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo en el software Synchro 8.....	137
Figura 33 Ciclo semafórico de intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo mediante software Sychro 8.....	138
Figura 34 Intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo con flujos de entrada y salida en software Synchro 8.....	138
Figura 35 Simulación de tráfico 2D en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.....	139
Figura 36 Simulación de tráfico 3D en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.....	139
Figura 37 Configuración de carril de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat en el software Synchro 8.....	140

Figura 38 Configuración de volumen de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat en el software Synchro 8.....	141
Figura 39 Ciclo semafórico de intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat mediante software Synchro 8.....	141
Figura 40 Intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat con flujos de entrada y salida en software Synchro 8.....	142
Figura 41 Simulación de tráfico 2D en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.....	143
Figura 42 Simulación de tráfico 3D en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.....	143
Figura 43 Configuración de carril de la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte en el software Synchro 8.....	144
Figura 44 Configuración de volumen de la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte en el software Synchro 8.....	145
Figura 45 Configuración de nivel de servicio de intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte en el software Synchro 8.....	145
Figura 46 Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte con flujos de circulación, entrada y salida en software Synchro 8.....	146
Figura 47 Simulación de tráfico 2D en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.....	147
Figura 48 Simulación de tráfico 3D en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.....	147
Figura 49 Ejemplo de demarcación en intersección tipo glorieta o rotonda de dos carriles.....	150
Figura 50 Comparación de ciclos semafóricos de Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.....	159
Figura 51 Comparación de ciclos semafóricos de Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.....	159

Figura 52 Comparación de ciclos semafóricos de Av. José de Lama con Panamericana Norte.....	160
Figura 53 Formato de aforo vehicular y clasificación vehicular.....	168
Figura 54 Medición de calzada en Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.....	168
Figura 55 Trans. Dos de Mayo sin señalización vertical y horizontal.....	168
Figura 56 Av. Marcelino Champagnat sin señalización vertical y horizontal.....	169
Figura 57 Panamericana Norte sin señalización vertical y horizontal.....	170

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

Sullana tiene como información más antigua, la existencia de 4,000 habitantes en el año de 1,847, desarrollándose urbanísticamente a lo extenso de dos calles principales, prologadas y muy amplias, siendo estas “San Martín” y “Bolívar”. Es con la colocación en funcionamiento del tren Sullana – La Huaca – Paita, en 1,879 para facilitar la exportación del algodón a través del puerto de Paita, que Sullana experimenta un gran desarrollo industrial, y con ello un auge económico.

Como ha sucedido y sigue sucediendo, las ciudades orientan su crecimiento y desarrollo comercial a lo largo de las vías de comunicación, y en el caso de Sullana, el desarrollo urbanístico se dio a lo largo de la línea del tren Sullana – La Huaca – Paita, es verdad que posteriormente se interconectó Piura, pero el eje comercial más importante era el de Paita, es así como esta vía se convierte en el eje principal de transporte de comercio y desarrollo.

Figura 1

Estación del ferrocarril Sullana- La Huaca-Paita.



Municipalidad Provincial de Sullana, 2021.

En la década de los años 30, con la construcción del Reservorio San Lorenzo, del canal “Miguel Checa”, el puente ubicado sobre el río “Chira” y la carretera Panamericana Norte, se extendieron los flujos comerciales entre las

ciudades de Tumbes, Talara y Ecuador. Este impulso hizo que en las dos décadas siguientes, se tenga un crecimiento demográfico, y con ello un crecimiento del 135% del área urbana.

En el año de 1962 el tren deja de funcionar, por lo que se tuvo como de imperiosa necesidad la construcción de la carretera a Paita, sin embargo ya el impulso de desarrollo urbano se había consolidado, impulsándose más con la interconexión eléctrica Piura – Sullana.

Es así como la antigua línea del tren Sullana-La Huaca-Paita, se convirtió en lo que actualmente es la avenida José de Lama, habiendo sido testigo de la evolución urbanística de la ciudad, y que está íntimamente relacionada con su desarrollo económico.

Actualmente La Ciudad de Sullana, está cruzando un proceso de desarrollo económico presuroso, asimismo un crecimiento urbano horizontal, que trae consigo un incremento en las necesidades de la población, especialmente en el tema de transporte, tanto transporte público o particular en los que se percibe un incremento significativo. Ya que el parque automotor de la provincia de Sullana ha aumentado, y la infraestructura de la ciudad no ha sido acondicionada para dicho incremento, se ve necesario encontrar una solución correcta y ha reducido tiempo que elimine el caos vehicular y congestión; como motivo principal inseguridades y accidentes viales como motivo secundario.

La avenida José de Lama se encuentra ubicada en la región Piura, provincia y distrito de Sullana. El tramo inicial se ubica a 415 m de la Plaza de Armas de la ciudad. Esta avenida cuenta con dos vías, es decir consta de dos ejes viales. La avenida José de Lama empieza en la transversal “Dos de Mayo” y culmina en el óvalo “Tallán”, intersección con la Carretera Panamericana.

Figura 2

Ubicación de la Av. José de Lama



(Aguirre, 2021) Ubicación de Av. José de Lama

Utilizando el Datum WGS 84, se tiene que las coordenadas del tramo serian:

Tabla 1

Coordenadas notables Av. José de Lama

Punto	Coordenadas UTM		Coordenadas geográficas		Detalle
	Este	Sur	Longitud	Latitud Sur	
Inicio (Km. 0+000)	534,974.81	9'459,322.48	80° 41' 04"	4° 53' 29"	Intersección Transv. "Dos de Mayo"
Término (Km 01+840)	533,573.37	9'458,201.39	80° 41' 50"	4° 54' 06"	Intersección Panamericana Norte.

(Aguirre, 2021) Coordenadas notables Av. José de Lama

La avenida José de Lama es una de las más importantes avenidas de la provincia de Sullana, ya que en ella se encuentra un conjunto considerable de instituciones educativas y como consecuencia un aumento de vehículos, requiriendo de sistemas autónomos de seguridad vial debido que la policía nacional y/o escolar no se abastece.

La avenida José de Lama siendo la más circulada y la ciudad de Sullana teniendo elevado incremento comercial y poblacional, el parque automotor es ineludible, por ende el desorden vehicular, principalmente en las intersecciones con la carretera Panamericana Norte y/o con la avenida Marcelino Champagnat.

La Red Semafórica que existe en la avenida José de Lama, posibilita la interconexión con las vías arteriales y vías locales que comprenden la salida a la carretera Panamericana Norte y a las diferentes poblaciones y distritos vecinos. Es indispensable ampliar y cambiar este servicio y que no aumente el costo social que los conflictos de tránsito ocasionan.

El deterioro del parque automotor de esta avenida se debe a los incontables viajes que se producen desde la zona céntrica de la ciudad hacia los sectores circundantes y su enlace con la Panamericana Norte, visitas que son producidas usando diferentes maneras de transportes como: Transporte Público (buses interprovinciales, mototaxis, taxis, colectivos, etc.) y Transporte Privado (autos, camionetas, motos y bicicletas). El mototaxi es uno de los transportes más utilizados en la provincia de Sullana se estima un aproximado de 50 mil mototaxistas que recorren diariamente las vías de Sullana.

Figura 3

Exceso de mototaxis Av. José de Lama.



(Aguirre, 2021) Exceso de mototaxis Av. José de Lama.

Algunas Características problemáticas son:

- Escases de señales de tránsito.
- Imprudencia de los conductores.
- Falta de señalización tanto vertical como horizontal.
- Improvisación de paraderos informales
- Carencia de cultura vial.

Hoy los sistemas de semaforización son considerablemente empleados en las ciudades de alto congestionamiento vehicular y de crecimiento, además debido a la evolución de la tecnología, los semáforos no son exclusivamente indicadores de luz, sino también que se dirigen mediante la concentración de vehículos y peatones, inclusive algunos de ellos son diseñados para proteger la ecología y a su vez reducir notablemente el gasto de energía, debido a la utilización de la tecnología Led.

En el año 2016 se instaló un sistema de semaforización que incorporó elementos semafóricos con tecnología tipo Led. La implementación del sistema de semaforización basados en tecnología Led consistió en la instalación de 26 semáforos dobles vehiculares y 10 peatonales en 7 puntos estratégicos.

A partir del tema planteado se abre la probabilidad de comenzar un estudio de red semafórica para mejorar el ordenamiento del tránsito vehicular y peatonal de esta importante vía, otorgando también la probabilidad de comenzar una investigación más a fondo a cerca de los sistemas semaforizados que podrían ser implementados en otras ciudades de nuestra región.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Determinar la propuesta de mejora en la red semafórica para el ordenamiento vehicular y peatonal de la Av. José de Lama-Sullana.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características de la Av. José de Lama a través de un diagnóstico.

- Realizar el conteo vehicular para determinar el flujo vehicular en la hora de máxima demanda.

- Realizar la simulación en el software Synchro 8 para determinar los ciclos semafóricos.

- Desarrollar una comparación entre los resultados manuales y los resultados del software Synchro 8 para brindar al menos dos propuestas de semaforización.

1.3. Justificación del estudio

La justificación del proyecto es ofrecer propuestas para mejorar el tránsito vehicular y peatonal que se genera en la principal Av. José de Lama de la ciudad de Sullana, desarrollando la técnica de conteo vehicular en un periodo de 7 días consecutivos en intervalos de 15 minutos las 12 horas del día. Con ello, permitirá realizar una simulación con el software Synchro 8 para poder determinar los ciclos semafóricos según su fase y de esta manera poder obtener una perspectiva en tiempo real de lo que acontece en las intersecciones de estudio para idear alternativas de propuestas que permitan disminuir el congestionamiento en dicha avenida. Este estudio será relevante debido a que en la ciudad de Sullana aún no se ha realizado el uso de este software para poder proponer alternativas de solución a los presentes y futuros problemas de congestionamiento.

Metodológicamente se justifica debido a que su implementación se debe a la aplicación del método científico; metodologías adquiridas del manual de carreteras, manual de diseño geométrico de vías urbanas, manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, entre otros; los cuales cuentan con procedimientos y definiciones dirigidos al cálculo de capacidad y niveles de servicios de distintas estructuras viales.

Técnicamente la presente investigación se desarrollará con la finalidad de mejorar el actual estado en el que se encuentran las vías, permitiendo adquirir propuestas de planificación a futuro, es decir pretendiendo dar solución a largo plazo al problema de congestionamiento que aqueja todos los días, satisfaciendo las necesidades no solo de los habitantes residentes sino de todo público que transita por la Av. José de Lama, ya sea que lo realicen por medio de vehículos de transporte público o privado y/o a pie, logrando ordenar adecuadamente el

paso alternado de vehículos y peatones en las intersecciones, otorgándoles seguridad y fluidez vial y de esta manera minimizar la gravedad y cantidad de cualquier tipo de accidentes. Asimismo, contribuir con el medio ambiente logrando reducir la contaminación sonora y gases tóxicos producidos por los vehículos. Otro aspecto notable es el ahorro energético relacionado al uso de cada semáforo lo cual implicaría tener un impacto ambiental positivo para el ecosistema.

Por ultimo a partir del desarrollo del presente proyecto inicia la posibilidad de búsqueda de nuevas opciones y propuestas de mejora para la solución de nuevos proyectos a través de los resultados obtenidos de esta y de otras investigaciones futuras.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

Caro Rivera (2020) desarrolló la tesis titulada “Estudio y planteamiento de un modelo de semaforización inteligente como solución a problemas de movilidad en Bogotá”. Tuvo como objetivo desarrollar un planteamiento y estudio referente a la colocación de un modelo semaforizado inteligente como salida de los problemas de movilidad en Bogotá, dando la posibilidad de encontrar soluciones vinculadas con la problemática actual. Para ello se tomó en cuenta las investigaciones antiguas relacionadas al tema, tomando referencia de sus conclusiones, que aporten mejora de sugerencias desarrolladas con anterioridad. Considerar los precedentes de tecnología, sostenibilidad e infraestructura. Finalmente, se concluyó que el modelo en estudio así como las aplicaciones actuales, necesitan de la financiación económica en la infraestructura y tecnología, al momento de modernizarse y ser eficaz en sus procedimientos, la apreciación de calidad de vida de los pobladores irá en aumento, en conjunto con una actividad social sostenible que permita desarrollar ambientes llamados ciudades inteligentes.

Castillo Chú & Olaya Riofrio (2020) desarrolló la tesis titulada “Estudio y propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Ignacia Schaeffer, del Distrito de Tambogrande – Piura – Piura”. Tuvo como objetivo desarrollar un estudio de tráfico en la Av. Ignacia Schaeffer que explique las fallas técnicas en el sistema vial y de esta manera lograr ofrecer las propuestas de mejoramiento peatonal y vehicular de esta principal avenida con sus intersecciones semaforizadas en la ciudad de Tambogrande. Para ello se realizó la metodología que otorga el Manual de Capacidad de Carreteras y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Lo cual se determinó la hora con mayor intensidad vehicular en horas puntas, la tipología de vehículos, las demoras, ciclo semafórico, entre otros. Finalmente, se concluyó según los datos alcanzados en el conteo vehicular hechos en la Av. Ignacia Schaeffer y en sus distintas calles que se intersectan, se llegó con la conclusión que la gran parte de los vehículos que transitan son las llamadas “mototaxis” con el 70% sobre otros vehículos en las distintas intersecciones.

Silva Cornejo (2019) desarrolló la tesis titulada “Análisis del congestionamiento vial y formulación de propuestas de mejora en la intersección semaforizada de las Av. América oeste, Av. Pablo casas y Av. Mansiche en Trujillo, La Libertad”. Tuvo como objetivo estudiar las condiciones de los habitantes. El estudio desarrollará a través un modelo macroscópico de la intersección con la finalidad examinar la realidad vigente y mostrar sugerencias de mejora para los inconvenientes viales ocurrientes en el sector, tales como el caos vehicular. Para ello se realizó un examen mediante formas de aforos o conteos, con ayuda de fotográficas, en un tiempo de 7 días seguidos, para poder precisar volúmenes de elevada demanda y datos adicionales que se necesiten para el estudio. Finalmente se concluyó, que la fecha de mayor flujo vehicular, fue día sábado con una totalidad de 64,253 vehículos, total que nos da base para la selección de volúmenes turnos de demanda máxima. El volumen horario de máxima demanda para el día sábado es de 4,250Veh/h en el turno tarde.

Peña Pacheco & Zúñiga López (2017) desarrolló la tesis titulada “Análisis comparativo del sistema tradicional de semaforización vs una propuesta de semaforización inteligente, para la reducción del congestionamiento vehicular, en la ciudad de Guayaquil”. Tuvo como objetivo disminuir y examinar el congestionamiento vehicular el cual fue causado por la afluencia de vehículos; serán estudiadas las principales calles y avenidas suelen estar propensas a congestionarse en las distintas horas punta. Una de las causas que fomentaron el desarrollo del proyecto es la persistente pérdida de tiempo detrás del volante, esa espera de cambio de luz del semáforo. Para ello se realizó un sistema que estará dado por la placa Arduino de la mano con un algoritmo inteligente se podrá sincronizar de una eficiente manera las intersecciones de las avenidas en estudio, dando como resultado que el tráfico disminuya. Finalmente, se concluyó que el sistema propuesto ofrecerá un mejor desarrollo en distintas actividades tales como: en el aspecto social, ambiental y económico. A su vez ayudará a desligar la cantidad de agentes o autoridades responsables del tránsito en lo que respecta al ahorro de sueldos que podrían ser utilizados en otras necesidades de la ciudad.

Uceda Trujillo & Leyva Eustaquio (2016) desarrolló la tesis titulada “Propuesta de Mejoramiento de la Red Semaforica del Centro Histórico de la ciudad de Trujillo”. Tuvo como objetivo desarrollar un método de mejora que

proporcione estimular el tránsito en ciertas intersecciones, seleccionar sitios claves de caos vehicular y la concordancia de los existente semáforos instalados en el Centro Histórico. Para ello se realizó mediante diferentes técnicas de recolección de instrumentos e información de estudios como: Conteos, grabaciones, estudio situacional, se pudo observar el porqué del problema de gestión vial del Centro Histórico de la Ciudad de Trujillo. Finalmente concluyó que el volumen vehicular horario (Q) se desarrolla con una alta precisión en las intersecciones de Jr. Ayacucho con Jr. Mariscal Orbegoso con una totalidad de 2095 Veh/h que denota una alta repetición de las intersecciones.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Generalidades

El transporte cumple un importante papel en lo que respecta al desarrollo de la civilización moderna y a su vez antigua. A medida que la sociedad se torna más compleja, aumenta la necesidad de conectar las diferentes actividades que realizan en lugares distantes, a través del transporte de mercancías y personas en diferentes medios de comunicación. El logro en complacer esta necesidad, es y será uno de los principales cooperadores en el ascenso del nivel de vida de las sociedades de todos los países del mundo.

Por otro lado, la ingeniería de tránsito es la fase de la ingeniería de transporte que consiste en la planificación, proyecto geométrico y la acción del tránsito por carreteras, calles, lugares adyacentes y todo modo de transporte. (Cal y Mayor & Cárdenas G., 2007, p.28-29).

2.2.2. Componentes del tránsito

Los componentes que agrupan la ingeniería de tránsito, tendrán que ser estudiados detalladamente para poder conocer las funciones, características y limitaciones, así conseguir abastecer un transporte seguro y eficiente.

2.2.2.1. Usuario. Son elementos fundamentales del tránsito de carreteras y calles, los cuales tienen que ser analizados y comprendidos claramente con la finalidad de poder ser guiados y controlados de una manera apropiada. (Venegas, 2020, p.6)

2.2.2.1.1. Peatón. Según Cal y Mayor & Cárdenas (2007), básicamente se toma como peatón a la población en general, siendo de suma importancia ya que no solo es víctima del tránsito sino puede ser una de sus causas.

Esto sucede por falta de educación vial puesto que en la mayoría de los casos muchos peatones no cruzan la pista en las señalizaciones horizontales marcadas para ellos e ignoran las luces de los semáforos peatonales, los cuales le permiten al peatón un mejor control al momento de transitar.

2.2.2.1.2. Conductor. Es la persona encargada de orientar los vehículos con el fin de transportar a terceros. La población en general no se ha adecuado al vehículo automotor, el conductor tiene una gran responsabilidad al estar al volante puesto que con un leve movimiento puede acabar con la vida de varias personas en unos cuantos instantes. (pp.40-44)

2.2.2.1.3. Ciclista. (Manual para ciclistas del Perú, 2020, p.4) Define como ciclista al usuario que emplea como medio de transporte los vehículos que son accionados por el esfuerzo muscular y que no son parte del grupo de vehículos eléctricos ni automotores, es decir los ciclistas son personas que utilizan la bicicleta como medio de transporte.

2.2.2.2. Vehículos. Según el Reglamento Nacional de Vehículos (2005), los vehículos cuentan con diversas características que definen los aspectos del dimensionamiento estructural y geométrico de las vías.

- El ancho del vehículo que se determina para el diseño, predomina en el ancho del carril de movimiento, vías transversales, bermas laterales, ancho de estacionamientos y sobreancho de las curvas.

- La distancia entre ejes predomina en el ancho y en los radios menores exteriores e interior de las vías.

- La longitud total del vehículo tiene dominio en el ancho de la berma central, en la prolongación de los carriles de espera, en estacionamientos y en los paraderos.

- El peso bruto, predomina en la pendiente máxima aceptable para la vía y colabora en la especificación de la carencia de carriles complementarios de subida.

2.2.2.2.1. Clasificación vehicular. Se tiene en cuenta como vehículos ligeros a los pertenecientes a la categoría L y categoría M1. Y como vehículos pesados a los correspondientes de las categoría M (excepto M1), categoría N, categoría O y categoría S. (pp. 54-55)

Tabla 2

Categorías según vehículos ligeros

Vehículos ligeros	
L1	Vehículos de 2 ruedas con máx. 50 cm ³ y una velocidad de 50 km/h.
L2	Vehículos de 3 ruedas con máx. 50 cm ³ y una velocidad de 50 km/h.
L3	Vehículos de 2 ruedas con máx. 50 cm ³ y una velocidad superior de 50 km/h.
L4	Vehículos con 3 ruedas asimétricos a su eje longitudinal, de 50 cm ³ a más y una velocidad superior a 50 km/h.
L5	Vehículos de 3 ruedas simétricos a su eje longitudinal, de 50 cm ³ a más, velocidad superior a 50 km/h y su peso bruto no debe exceder a 1 ton.
M1	Tiene 8 asientos como máximos sin incluir el del conductor.

Adaptado de “*Clasificación vehicular*”, (pp.54-55), 2005, Reglamento nacional de vehículos vigente.

Tabla 3*Categorías según vehículos pesados*

Vehículos pesados	
M2	Tiene más de 8 asientos sin incluir al conductor, su peso bruto máx. 5 ton.
M3	Tiene más de 8 asientos sin incluir al conductor, su peso bruto máximo es superior a 5 ton.
Clase I	Vehículos que cuentan con espacio permitido para pasajeros de pie para su desplazamiento.
Clase II	Vehículos que permiten el transporte de pasajeros sentados y de pie en el pasadizo y en una zona que no exceda el espacio de dos asientos dobles.
Clase III	Vehículos únicamente contruidos para el transporte de pasajeros sentados.
N1	En carga su peso máximo es 3.5 ton
N2	En carga su peso máximo es superior a 3.5 ton pero menor e igual a 12 ton.
N3	En carga su peso máximo es superior a 12 ton
O1	Estos son los llamados vehículos remolques, su peso bruto no excede las 0,75 ton.
O2	Estos son los llamados vehículos remolques, su peso bruto supera las 0,75 ton menor igual a 3.5 ton.
O3	Estos son los llamados vehículos remolques, su peso bruto supera las 3.5 ton menor igual a 10 ton.
O4	Estos son los llamados vehículos remolques, su peso bruto supera las 10 ton.
SA	En esta categoría se encuentra las casas rodantes
SB	En esta categoría se encuentra los vehículos blindados.
SC	En esta categoría se encuentra las ambulancias.
SD	En esta categoría se encuentra los carros funerarios.

Adaptado de “*Clasificación vehicular*”, (pp.54-55), 2005, Reglamento nacional de vehículos vigente

2.2.3. Vías urbanas

Según el Manual de diseños geométrico de las vías urbanas (2005), el sistema de clasificación es aplicado al tipo de vías públicas urbanas terrestres las cuales pueden ser: jirones, calles, avenidas, transversales, prolongaciones, etc. Y se clasifican en 4 categorías primordiales: expresas, arteriales, colectoras, locales y 1 adicional que son las vías especiales.

2.2.3.1. Vías Expresas. Las vías expresas son consideradas para la circulación de paso, elevados volúmenes e importante velocidad en la entrada y salida son verificadas por intercambios que se unen con las vías arteriales u otras vías expresas por intersecciones a desnivel. Se consideran 3 tipos de vías expresas

2.2.3.1.1. Nacional-Regional. Funcionamiento nacional o regional que ayudan a la circulación de camiones de carga pesada entre las ciudades.

2.2.3.1.2. Sub-Regional. Vías que, circunvalan el área metropolitana para poder mejorar el acceso a las cuencas, interconectando las áreas aledañas y también permitiendo mejorar su desarrollo.

2.2.3.1.3. Metropolitana. Se unen en áreas principales dentro de la ciudad.

2.2.3.2. Vías Arteriales. Las vías arteriales Las vías arteriales cumplen la función de ayudar a la buena distribución del tráfico a las vías colectoras y locales. La descarga de mercadería y el estacionamiento están prohibidos y los semáforos deben estar sincronizados para disminuir la interrupción del flujo directo. Las intersecciones de las vías arteriales entre dos vías arteriales o con vías expresas son a desnivel. Aunque en la actualidad en su mayoría las intersecciones son a nivel y contando con la presencia de semáforos, no tienen un funcionamiento adecuado.

2.2.3.3. Vías Colectoras. Las vías colectoras tienen como finalidad unir el tránsito de las vías locales con las vías arteriales de esta manera permite la distribución dentro de los diversos lugares de la ciudad. Estas se encuentran conectadas con las vías locales por intersecciones a nivel para las entradas y las salidas por lo general no están semaforizadas.

2.2.3.4. Vías Locales. Las vías locales ayudan a acceder directamente con los predios, llevando únicamente su propio tránsito, teniendo acceso tanto de entrada como de salida. El alto volumen de vehicular es liviano y cuentan con el 100% de tránsito peatonal.

2.2.3.5. Vías de diseño especial. Son aquellas que con sus características no se acomodan a la clasificación antes planteada.

Existen los siguientes tipos:

- Vías peatonales de acceso a frentes de lote.
- Pasajes peatonales.
- Malecones y paseos.
- Las que forman parte de parques, plazas o plazuelas.
- Vías en túneles. (pp.2-5)

2.2.4. Volúmenes de tránsito

Manual de diseño geométrico de vías urbanas (2005), se determina como volumen de tránsito, al número de vehículos que transitan en una determinada vía o en un determinado punto y tiempo, se expresa de la siguiente manera:

$$Q = \frac{N}{T} \quad (1)$$

Donde:

Q = Volumen

N = Número total de vehículos o personas

T = Unidad de tiempo

2.2.4.1. Volúmenes de Tránsito Absolutos o Totales. Se define en minutos o en días seguidos.

2.2.4.1.1. Tránsito Anual (TA). Se expresa como el número de vehículos que circulan en el periodo de un año, $T = 1$ año.

2.2.4.1.2. Tránsito Mensual (TM). Se expresa como el número de vehículos que circulan en el periodo de un mes, $T = 1$ mes.

2.2.4.1.3. Tránsito Semanal (TS). Se expresa como el número de vehículos que circulan en el periodo de una semana, $T = 1$ semana.

2.2.4.1.4. Tránsito Diario (TD). Se expresa como el número de vehículos que circulan en el periodo de un día, $T = 1$ día.

2.2.4.1.5. Tránsito Horario (TH). Se expresa como el número de vehículos que circulan en el periodo de una hora, $T = 1$ hora.

2.2.4.1.6. Tiempo de Flujo (q). Se expresa como el número de vehículos que circulan en un periodo menor a una hora, $T < 1$ hora.

2.2.4.2. Volúmenes de Tránsito Promedio Diarios (TPD). Se expresa como el número total de vehículos que circulan en un intervalo de tiempo determinado $X \geq 1$ año y $X > 1$ día, por ultimo este, se dividirá con el número de días.

2.2.4.2.1. Transito promedio diario anual. Se conoce como Índice Medio Diario Anual (IMDA).

$$TPDA = \frac{TA}{365} \quad (2)$$

2.2.4.2.2. Transito promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDM = \frac{TM}{30} \quad (3)$$

2.2.4.2.3. Transito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{TS}{7} \quad (4)$$

2.2.4.3. Volúmenes de tránsito horarios. A continuación se definen los volúmenes por hora, es decir se establecen en vehículos por hora.

2.2.4.3.1. Volumen horario máximo anual (VHMA). Se expresa como el mayor volumen horario de las 8760 horas del año que circula por un carril o calzada en un año determinado.

2.2.4.3.2. Volumen horario de máxima demanda (VHMD). Es el que representa el mayor tiempo de demanda que ocurre en un determinado día. Se expresa como el mayor número de vehículos que circulan por una sección o punto de carril o calzada por 60 minutos consecutivos.

2.2.4.3.3. Volumen horario – décimo, vigésimo, trigésimo – anual (10VH, 20 VH, 30VH). Se expresa como el volumen horario que circula por un carril o calzada en un año determinado, el cual es superado por 9, 19, 29 respectivamente. Es conocido también como el volumen horario de décima, veintea y treintava hora de volumen máximo.

2.2.4.3.4. Volumen horario de proyecto (VHP). Se refiere al volumen de tránsito horario que ayudará a determinar las características geométricas. No consiste en tomar el mayor número de vehículos por hora dentro de un año porque esto implicaría unas cuantiosas inversiones sino al contrario tomar un volumen horario que pueda darse un máximo número de veces en el año. (pp.1-2)

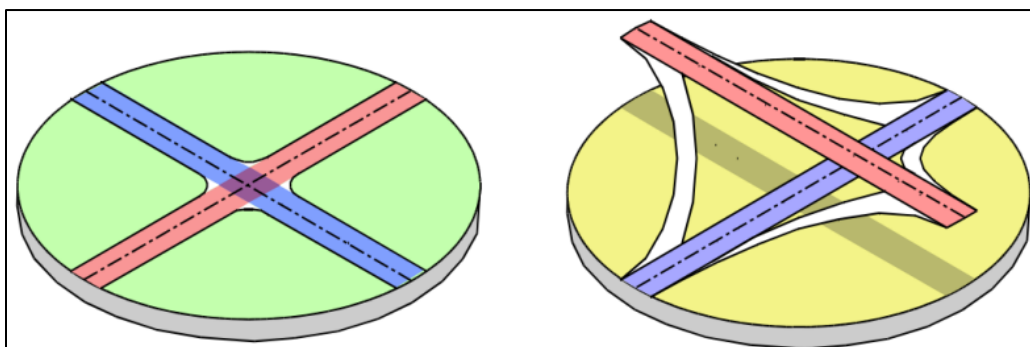
2.2.5. Intersecciones a nivel y desnivel

(Bañón & Bevia, 2014, p.1) Las intersecciones nacen como solución a la problemática que se da en la unión o cruce de dos o más vías, estos puntos son críticos debido a la conducta de los vehículos y condición de movimiento que modifican su entorno.

Cuando se genera la unión o cruce al mismo nivel del área que se encuentra compartida por las vías se le designa intersección a nivel en cambio si la unión o cruce se genera a diferentes niveles se le designa intersección a desnivel.

Figura 4

Representación de intersección de nivel y desnivel



Adaptado de “*Representación de intersección de nivel y desnivel*” (p.1) por Bañón B. y Bevía G., 2000, Manual de Carreteras

2.2.5.1. Intersecciones a nivel. Una de las soluciones para las intersecciones a nivel es recurrir a la mayoría de elementos que se disponen tales como: islas, isletas, carril auxiliar, entre otros) con el fin de evitar maniobras peligrosas y difíciles o innecesarios recorridos.

Para su clasificación se debe tener en cuenta como base su conformación: topografía, número de ramales, estudio de tránsito y el tipo de servicio que sea necesario. En la Tabla 4, se muestran los tipos de intersecciones a nivel:

Tabla 4

Tipo de Intersecciones a nivel

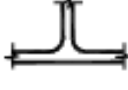

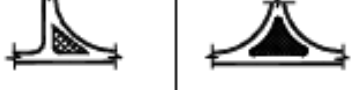

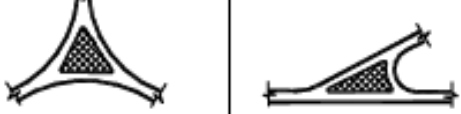






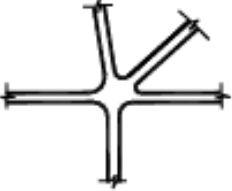

Intersección	Ramales
En T	Tres
En Y	Tres
En X	Cuatro
En +	Cuatro
En estrella	Más de cuatro
Intersecciones Rotatorias o rotondas	Más de cuatro

Adaptado de “*Tipo de intersecciones a nivel*” (p.216) por Diseño Geométrico revisada y corregida Enero 2018, Manual de carreteras.

Cada tipo de intersección a nivel puede cambiar la forma, grado y desarrollo de canalización, como se puede observar en la Figura N°5.

Figura 5

Variedad de tipos de Intersecciones a nivel

DE TRES RAMALES	EMPALME EN T	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADAS 	
	EMPALME EN Y	SIMPLE 	CANALIZADAS 		
DE CUATRO RAMALES	INTERSECCION EN +	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
	INTERSECCION EN X	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
ESPECIALES	EN ESTRELLA 			ROTONDA 	

VEASE FIGURA 501.01

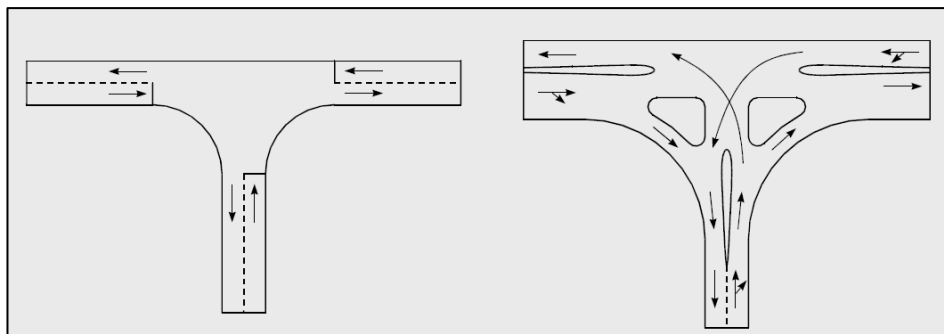
Adaptado de “*Tipo de intersecciones a nivel*” (p.217) por Diseño Geométrico revisada y corregida Enero 2018, Manual de carreteras.

2.2.5.1.1. Intersección sin canalizar. Cuando el espacio de una intersección o los giros de movimientos sean muy limitados se emplearan las intersecciones sin islas de canalización. Siempre se mantendrá los anchos del pavimento y se añadirá lo necesario para las zonas de giro; considerando vías de dos carriles con ángulos de cruzamiento entre 60° a 120° de rango.

2.2.5.1.2. Intersección canalizada. En este caso se emplean en el área de las intersecciones que sea muy amplia debido a que generan una confusión en lo que respecta al tránsito vehicular ya que no se encuentran definidas las trayectorias de giros y movimientos diferentes. Se dispone la intersección canalizada a los ramales cuyo IMD sea mayor o igual a 300 vehículos por día. (Manual de carreteras: Diseño Geométrico revisada y corregida Enero 2018, pp. 220-224)

Figura 6

Intersección sin canalizar e intersección canalizada

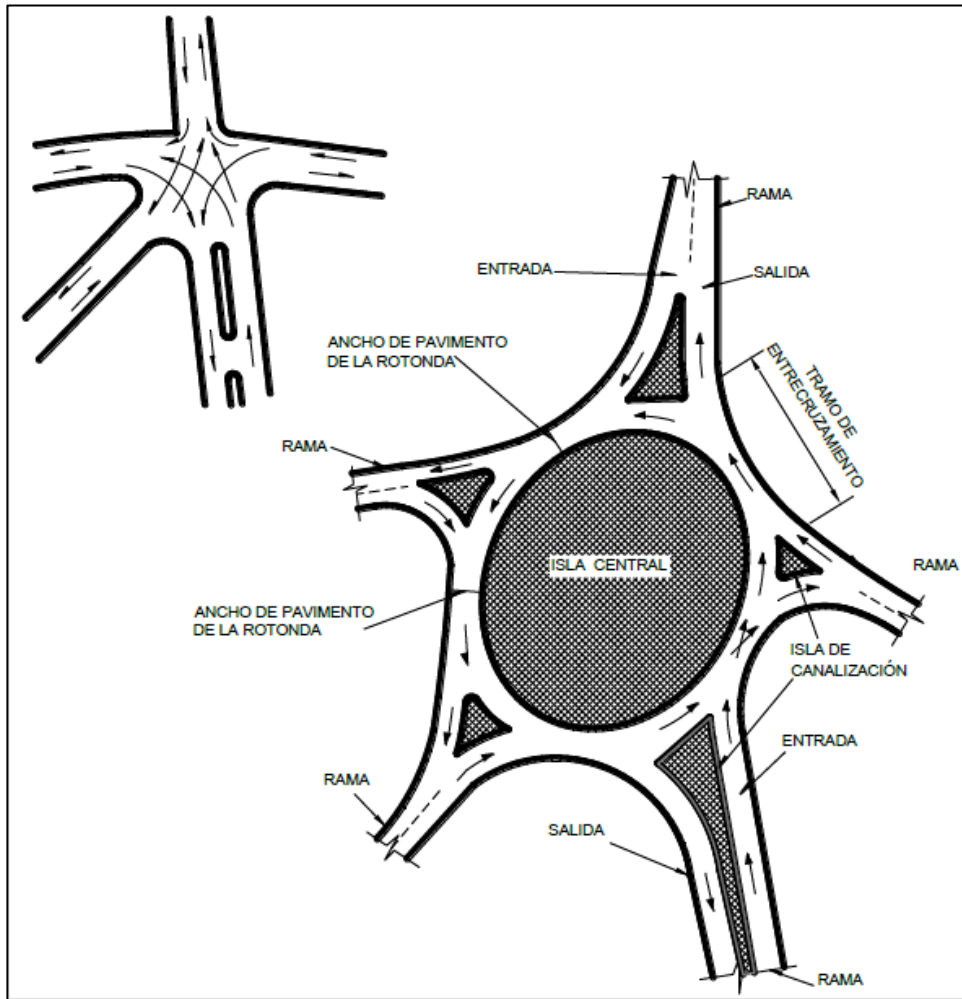


Adaptado de “*Intersección sin canalizar y canalizada*” (p.3) por Bañón B. y Bevía G., 2014, Manual de Carreteras

2.2.5.1.3. Intersecciones rotatorias. Es llamada también glorieta o rotonda, se diferencia por el flujo vehicular que circulan por sus ramas alrededor de una isla central a través de un anillo vial. Las rotondas con semáforo, calman el congestionamiento por el exceso de flujo vehicular o incorrecto desequilibrio de demanda por rama. En la Figura N° 7, se muestra una intersección tipo rotonda o glorieta. (Manual de carreteras: Diseño Geométrico revisada y corregida Enero 2018, p. 244)

Figura 7

Intersección tipo rotonda o glorieta



Adaptado de "intersección tipo rotonda o glorieta" (p.245) por Diseño Geométrico revisada y corregida Enero 2018, Manual de carreteras.

2.2.5.2. Intersecciones a Desnivel. Posibilita el cruce de dos o más vías en diferentes niveles con el fin de que los vehículos realicen todos los movimientos posibles de cambios de una a otra vía con el menor número de puntos de conflictos. Se clasifican de la siguiente manera:

2.2.5.2.1. Intercambios de tres ramas. Una característica es como una vía se integra a otra, perdiendo desde ese punto la continuidad. En este grupo se encuentran: Tipo trompeta "T" y las direccionales en "Y" y "T".

2.2.5.2.2. Intercambios de cuatro Ramas con Condición de Parada. En este grupo se encuentran: los tipos Diamante/ clásico, tipo Diamante/ Partido y Tipo Trébol Parcial.

2.2.5.2.3. Intercambios de Cuatro Ramas de Libre Circulación. Se encuentran los Tipo Trébol Completo, Rotatorios, Omnidireccionales, Tipo Turbina y las de cuatro ramas a más. (Manual de carreteras: Diseño Geométrico revisada y corregida Enero 2018, p. 247)

Figura 8

Tipos de intersecciones a desnivel

DE CUATROS RAMAS				DE TRES RAMAS	
DE LIBRE CIRCULACIÓN		CON CONDICIÓN PARADA		DIRECCIONALES	TROMPETAS
OTROS	TRÉBOL COMPLETO	DIAMANTES	TRÉBOL PARCIAL		

Adaptado de "Tipo de intersecciones a desnivel" (p.247) por Diseño Geométrico revisada y corregida Enero 2018, Manual de carreteras.

2.2.6. Capacidad Vial de una Intersección con Semáforo

(Castillo & Olaya, 2020, p. 39). Se define la capacidad vial de una intersección con semáforo a la tasa de flujo máximo que transita por la intersección de acuerdo a las condiciones del tránsito, la calle y el semáforo.

2.2.6.1. Las condiciones de tránsito. Se hace referencia a los volúmenes que dependen del tipo de movimiento; izquierda, derecha y de frente, también dependerá de la composición vehicular, al estacionarse, paraderos de buses y a los problemas peatonales.

2.2.6.2. Las condiciones de la calle. Se hace referencia a las características geométricas; ancho, pendientes entre otros.

2.2.6.3. Las condiciones de semáforo. Se hace referencia a la secuencia de las fases, es decir al tiempo del semáforo en el que se mantiene en los colores verde, rojo y amarillo.

Generalmente se toman entre cinco y seis segundos de tiempo de transición y despeje, los cuales tres corresponden al color amarillo, dos o tres corresponden a un factor de seguridad en el cual todas las fases se mantienen en color rojo. El tiempo total de un ciclo semafórico se expresa:

$$C = \sum_{i=1}^n V_i + n * (Y + D) \quad (5)$$

Dónde:

n : Numero de fases

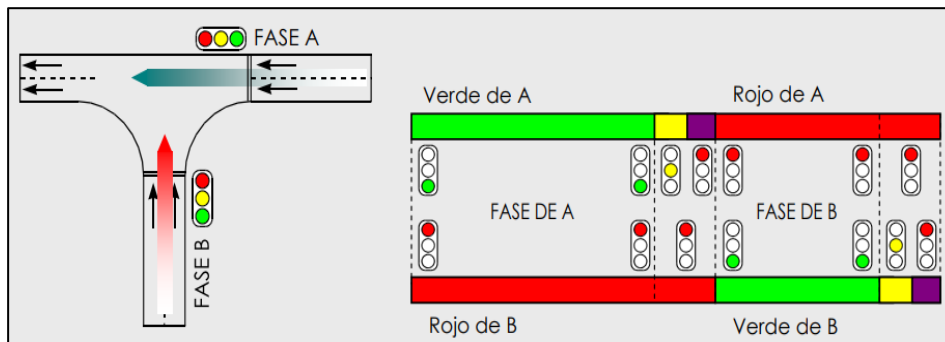
V_i : Fases o verdes que integra el ciclo

Y : Tiempo en ámbar

D : Tiempo de seguridad o despeje

Figura 9

Funcionamiento de una intersección semaforizada



Adaptado de “*Funcionamiento de una intersección semaforizada*” (p.2) por Bañón B. y Beví G., 2000, Manual de Carreteras

2.2.7. Movimientos en una intersección. Bañón & Beví (2000), en una intersección semaforizada no es solo importante el tiempo de verde sino se debe tener en cuenta la disposición de los movimientos de giro dentro de la continuación de las fases. Existen cuatro tipos de movimientos que se muestran a continuación:

2.2.7.1. De paso. Se refiere a que el vehículo permanece en la dirección que se dirigía antes de pasar la intersección.

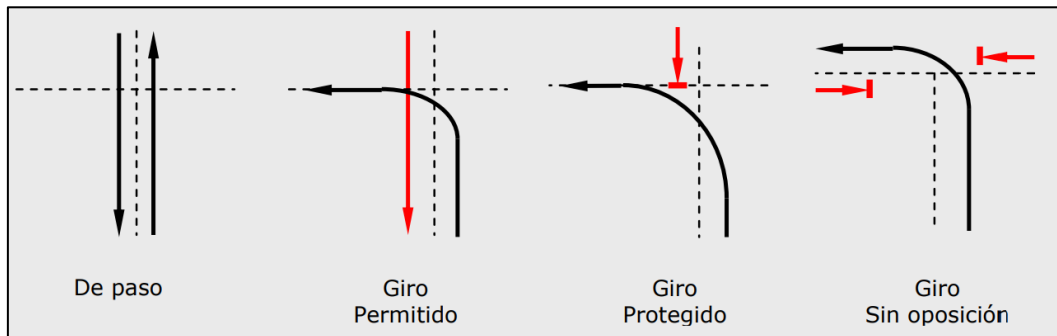
2.2.7.2. Giro permitido. Se considera giro permitido cuando se hace un movimiento a la derecha al mismo tiempo con el cruce peatonal también al movimiento a la izquierda que este simultáneamente con el movimiento de tráfico en sentido opuesto.

2.2.7.3. Giro protegido. En este caso el vehículo no muestra oposición peatonal como vehicular al momento de efectuar una maniobra. Sea un movimiento a la izquierda efectuado en una fase exclusiva o movimiento a la derecha con prohibición de cruce para peatones al momento de esa fase.

2.2.7.4. Giro sin oposición. En este caso no necesita una fase exclusiva debido a que la misma composición de la intersección origina conflictos o interferencias con el tráfico de paso. Es el caso de las intersecciones en T y en calles con un solo sentido. (p.3)

Figura 10

Tipos de movimientos en una intersección



Adaptado de “*Tipos de movimientos en una intersección*” (p.4) por Bañón B. y Beví G., 2000, Manual de Carreteras

2.2.8. Factores de condicionamiento en capacidad Vial

Bañón & Beví (2000). Existen distintos factores que limitan la capacidad de una definida intersección, unos son de tipo geométrico y circunstancial, que muestran el uso de la intersección tanto como vehículo y peatones.

2.2.8.1. Geometría de la calle. La anchura de una calle se refiere al factor más característico al momento de evaluar la capacidad de la intersección. La anchura de la calle puede variar de acuerdo a la disposición de las marcas viales o existencia de isletas entre otros obstáculos.

El número de filas en que se determina el tráfico no depende solo de que se haya señalado sino en algunos casos por los vehículos que circulan en hora punta lo cual forman más filas que las definidas por las marcas viales. Claramente una adecuada demarcación de carriles colabora al aumento de la capacidad de una intersección.

Finalmente la inclinación de la rasante es otro factor que desempeña influencia en la capacidad, debido a que puede dificultar o facilitar el movimiento de los vehículos en especial a los pesados.

2.2.8.2. Estacionamiento. El factor que más afecta a la capacidad de la intersección es la existencia de vehículos detenidos, parados o estacionados cerca a la intersección debido a que disminuye la anchura del acceso y retrasa la circulación de los vehículos sea el caso de que el mismo este realizando maniobras de estacionamiento.

2.2.8.3. Maniobras de giro. En una intersección semaforizada claramente dependiendo del tipo y regulación, el conductor tiene una variedad de trayectorias a seguir tales como: a la derecha, izquierda y de frente.

Se confirma que el porcentaje de vehículos que realizan maniobras de giro perjudican negativamente a la capacidad de la intersección por ejemplo en los giros a la derecha, la existencia de peatones con prioridad de paso disminuye mucho más la capacidad.

2.2.8.4. Factor de hora punta. Claramente el momento más crítico para la intersección en lo que respecta a la capacidad es durante la llamada hora punta, para ello se debe tener en cuenta el factor hora punta (FHP) que se encuentra definido en el Manual de capacidad.

$$FHP = \frac{IHP}{4 * I_{15}} \quad (6)$$

Dónde:

FHP: Factor de hora punta

IHP: índice de hora punta

I: Intensidad de los 15 minutos más cargados

El FHP se aplicará en la intersección para su aforo de intensidad de la hora punta (IHP) y no será máxima a 15 minutos (I_{15}) tal como se encuentra en el Manual de Capacidad. Para las zonas urbanas el factor será entre 0.75 a 0.90 tomando como factor medio a 0.85. (pp 4-5)

2.2.9. Niveles de Servicio en intersección

Silva & Villanueva (2019). Es la medición cualitativa que menciona las condiciones operativas incluidas en el flujo vehicular, se cuenta con 6 niveles de servicios y las letras destinadas a cada nivel son de la A hasta la F que representan desde una buena a una mala condición operativa respectivamente. También son conocidos como LOS que tiene un significado en inglés “Level of service”, siendo la calificación de la calidad que brinda la vía al usuario.

Las causas interiores que perjudican el nivel de Servicio pueden ser: la velocidad, el volumen, el porcentaje de movimientos, composición de tráfico, etc. Y las causas externas: la geometría vial, el ancho de carriles, la pendiente, etc. (p. 36)

2.2.9.1. Nivel de Servicio A. Tiene una circulación con flujo libre, cuenta con la libertad de elegir la velocidad que desee. No tiene efectos que puedan causar la aparición de otro vehículo.

2.2.9.2. Nivel de Servicio B. Cuenta con un flujo estable, pero comienzan a percibirse vehículos adicionales de la circulación y esto empieza a intervenir en el comportamiento de cada uno. Sigue parcialmente libre de elegir la velocidad que desee.

2.2.9.3. Nivel de Servicio C. Se encuentra en el rango de flujo estable, el momento de elegir la velocidad ya se ve perjudicado por la existencia de otros.

2.2.9.4. Nivel de Servicio D. Flujo elevado pero estable, se encuentra con una velocidad y maniobrabilidad reducido. Dando unos pequeños desplazamientos se producirán grandes problemas.

2.2.9.5. Nivel de Servicio E. La velocidad deseada se encuentra reducida y la maniobrabilidad es exageradamente complicada de realizar. Pequeños desplazamientos y se producirá un colapso, incrementa la frustración.

2.2.9.6. Nivel de Servicio F. El rango del flujo se encuentra frustrado, se fomenta el desorden, se visualizan largas colas, paradas, inestabilidad, conocidos “cuellos de botellas”.

2.2.9.7. Determinación de nivel de servicio. (Bañón & Bevía, 2000, p.8) Para determinar el nivel de servicio de una intersección se utilizan dos magnitudes en el tráfico: la intensidad y capacidad.

2.2.9.7.1. Intensidad. Es el número de vehículos que transitan en la intersección en un periodo de tiempo determinado.

- Intensidad por hora de verde

$$I_V = \frac{C}{V} * I = \frac{I}{f_V} \quad (7)$$

- Intensidad por metro de ancho y hora de verde

$$I_{m,v} = \frac{C}{V * A} * I = \frac{I}{A * f_V} \quad (8)$$

2.2.9.7.2. Capacidad. Es la máxima intensidad apta para acoger un acceso.

$$C_R = \frac{V}{C} * C_v = f_v * C_v \quad (9)$$

Dónde:

C_R : Capacidad Real

C_v : Capacidad por hora de verde

f_v : Factor verde, proporción en verde de acuerdo al ciclo en una fase.

La capacidad ideal de una intersección se estima de 1.900 vehículos ligeros por hora en verde y carril (vl/hv/c). Se verá afectada por una serie de factores:

$$C_R = 1.900 * N * F_v * F_A * F_P * F_i * F_e * F_{bb} * F_{gd} * F_{gi} * F_{ar} \quad (10)$$

Donde:

N : Número de carriles del grupo de carriles.

F_v : Factor de verde.

F_A : Factor de corrección por anchura de carriles.

F_P : Factor de ajuste por vehículos pesados.

F_i : Factor de corrección por inclinación de la rasante.

F_e : Factor de corrección por el efecto del estacionamiento.

F_{bb} : Factor de ajuste por la influencia de las paradas de autobús.

F_{gd} : Factor de corrección por efecto de los giros a la derecha.

F_{gi} : Factor de ajuste por efecto de los giros a la izquierda.

F_{ar} : Factor de corrección en función del tipo de zona urbana.

Figura 11

Factor de anchura

ANCHURA (f_A)			
$f_A = 1 + \frac{A - 3.60}{9}$ <p>A = Ancho del carril (2,40 ≤ A ≤ 4.80 m)</p>			
Ancho (m)	f_A	Ancho (m)	f_A
2.40	0.867	3.60	1.000
2.70	0.900	3.90	1.033
3.00	0.933	4.20	1.067
3.30	0.967	4.50	1.100

Adaptado de “Factor de anchura” (p.9) por Bañón B. y Bevía G., 2000, Manual de Carreteras

Figura 12

Factor de vehículos pesados

PESADOS (f_P)			
$f_P = \frac{1}{1 + P_P \cdot (E_C - 1)}$ <p>P_P = % de vehículos pesados (0 ≤ P_P ≤ E_C = 2.0)</p>			
% Pesados	f_P	% Pesados	f_P
0	1.000	25	0.800
2	0.980	30	0.769
4	0.962	35	0.741
6	0.943	40	0.714
8	0.926	45	0.690
10	0.909	50	0.667
15	0.870	75	0.571
20	0.833	100	0.500

Adaptado de “Factor de vehículos pesados” (p.9) por Bañón B. y Bevía G., 2000, Manual de Carreteras

Figura 13

Factor de inclinación

INCLINACIÓN (f_i)		
$f_i = 1 - \frac{i}{200}$ <p>$i =$ Pendiente en % ($-6 \leq i \leq +10$)</p>		
TIPO	PENDIENTE (%)	f_i
Bajada	-6 ó inferior	1.030
	-4	1.020
	-2	1.010
A nivel	0	1.000
Subida	+2	0.990
	+4	0.980
	+6	0.970
	+8	0.960
	+10 ó sup.	0.950

Adaptado de “*Factor de inclinación*” (p.9) por Bañón B. y Bevíá G., 2000, Manual de Carreteras

Figura 14

Factor de estacionamiento

ESTACIONAMIENTO (f_e)			
$f_e = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 \cdot N_m}{3600 \cdot N} > 0.05$ <p>$N_m =$ N° de estacionamientos por hora ($0 \leq N_m \leq 180$)</p>			
N_m	N° de carriles (N)		
	1	2	3
Prohibido	1.000	1.000	1.000
0	0.900	0.950	0.967
10	0.850	0.925	0.950
20	0.800	0.900	0.933
30	0.750	0.875	0.917
40	0.700	0.850	0.900
50	0.650	0.825	0.883
60	0.600	0.800	0.867
70	0.550	0.775	0.850

Adaptado de “*Factor de estacionamiento*” (p.9) por Bañón B. y Bevíá G., 2000, Manual de Carreteras

Figura 15

Factor de zona urbana

ZONA URBANA (f_{ar})		
TIPO DE ÁREA	CENTRO URBANO (CBD)	ZONAS PERIFÉRICAS
FACTOR DE ÁREA (f_{ar})	0.90	1.00

Adaptado de “Factor zona urbana” (p.9) por Bañón B. y Bevía G., 2000, Manual de Carreteras

Figura 16

Factor de paradas de autobús

PARADAS DE AUTOBÚS (f_{bb})						
$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 \cdot N_b}{3600 \cdot N} \geq 0.05$ $N_b = \text{Nº de autobuses que paran por hora}$ $(0 \leq N_m \leq 250)$						
Nº DE CARRILES (N)	Nº DE AUTOBUSES QUE PARAN POR HORA (N_b)					
	0	10	20	30	40	50
1	1.000	0.960	0.920	0.880	0.840	0.800
2	1.000	0.980	0.960	0.940	0.920	0.900
3	1.000	0.987	0.973	0.960	0.947	0.933

Adaptado de “Factor de paradas de autobuses” (p.10) por Bañón B. y Bevía G., 2000, Manual de Carreteras

Figura 17

Factor de giros a la derecha

GIROS A LA DERECHA (f_{gd})						
P_{gd} = Proporción de giros a la derecha $P_{gd,p}$ = Proporción de giros protegidos a la derecha I_p = Intensidad peatonal en conflicto (pt/h)						
CARRIL (EXCL=Exclusivo, COMP=Compartido) FASE (PROT=Protegida, PERM=Permitida, PR+PE=Protegida/Permitida)						
Nº	CASO		RANGO DE VARIABLES			FÓRMULA SIMPLIFICADA
	CARRIL	FASE	P_{gd}	$P_{gd,p}$	I_p	
1	EXCL.	PROT.	1.0	1.0	0	0.85
2		PERM.	1.0	0	0-1700	$0.85 - (I_p/2100)$
3		PR+PE	1.0	0-10	0-1700	$0.85 - (I_p/2100) \cdot (1 - P_{gd,p})$
4	COMP.	PROT.	0-1	1.0	0	$1 - 0.15 \cdot P_{gd}$
5		PERM.	0-1	0	0-1700	$1 - P_{gd} \cdot (0.15 + I_p/2100)$
6		PR+PE	0-1	0-10	0-1700	$1 - P_{gd} \cdot \left(0.15 - \frac{I_p \cdot (1 - P_{gd,p})}{2100} \right)$
7	ACCESO DE UN SOLO CARRIL		0-1	-	0-1700	$0.90 - P_{gd} \cdot (0.135 + I_p/2100)$

Adaptado de “Factor de giros a la derecha” (p.10) por Bañón B. y Bevía G., 2000, Manual de Carreteras

Figura 18

Factor de giros a la izquierda

GIROS A LA IZQUIERDA (f_{gi})			
P_{gi} = Proporción de giros a la izquierda Q_0 = Intensidad en sentido opuesto (veh/h)			
CASO			FÓRMULA SIMPLIFICADA
Nº	CARRIL	FASE	
1		PROT.	0.95
2	EXCL.	PERM.	Procedimiento especial (Ver manual de Capacidad)
3		PR+PE	Caso 1 a fase protegida Caso 2 a fase permitida
4		PROT.	$f_{gi} = 1/(1+0.05 \cdot P_{gi})$
5		PERM.	Procedimiento especial (Ver manual de Capacidad)
6	COMP.	$Q_0 < 1.220$	$f_{gi} = \frac{1400 - Q_0}{(1400 - Q_0) + P_{gi} \cdot (235 + 0.435Q_0)}$
		$Q_0 \geq 1.220$	$f_{gi} = \frac{1}{1 + 4.525 \cdot Q_0}$
7	ACCESO DE UN SOLO CARRIL		No se contempla

Adaptado de “Factor de giros a la izquierda” (p.11) por Bañón B. y Bevía G., 2000, Manual de Carreteras

2.2.10. Elección de los grupos de carriles.

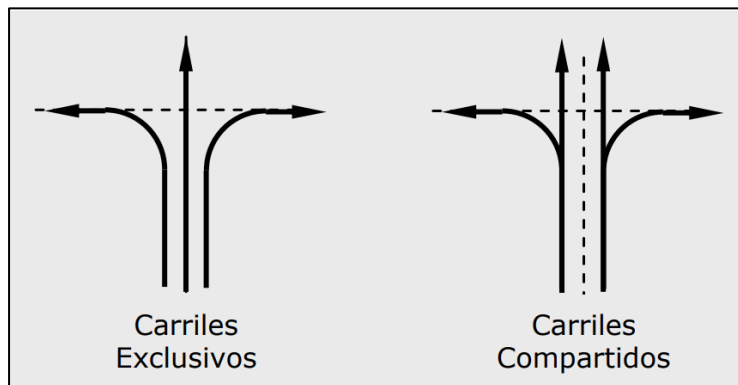
Bañón & Bevía (2000). Para analizar y solucionar adecuadamente una intersección se necesita incluir la definición de grupo de carriles que se desarrolla debido a la deficiencia en el procedimiento de análisis que se realiza para estudiar cada acceso de manera individual. Los grupos de carriles se componen por dos tipos de carriles:

2.2.10.1. Exclusivos. En este tipo de carril los vehículos pueden realizar un solo movimiento ya sea a la derecha o izquierda.

2.2.10.2. Compartidos. En este caso si se pueden realizar varios movimientos.

Figura 19

Tipos de carriles en una intersección



Adaptado de “Tipos de carriles en una intersección” (p.12) por Bañón B. y Bevía G., 2000, Manual de Carreteras

Para dividir los grupos de carriles se debe desarrollar de acuerdo a la distribución de movimientos y geometría de la intersección. Se debe tratar de utilizar el menor número de grupos de manera que detalle el funcionamiento adecuado de la intersección. (pp.11-12)

Figura 20

Descomposición en grupos de carriles

Nº DE CARRILES	MOVIMIENTOS POR CARRIL	POSIBLES GRUPOS DE CARRILES
1	GI+R+GD	ACCESO DE UN SOLO CARRIL
2	GI EXC R+GD	{ {
2	GI+R R+GD	{ {
3	GI R R+GD	{ { {

Adaptado de “Descomposición en grupos de carriles” (p.12) por Bañón B. y Bevía G., 2000, Manual de Carreteras.

2.2.11. Determinación de demora.

(Bañón & Bevíá, 2000, p.13). Divididos cada uno de los accesos que integran la intersección en grupo de carriles y calculada la capacidad. Se calcula la demora media utilizando la siguiente expresión:

$$d = 0.38 * C * \frac{(1-f_v)^2}{(1-f_v * \frac{1}{c})} + 173 * (\frac{I}{c})^2 * \sqrt{((\frac{I}{c}) - 1)^2 + 16 * (\frac{I}{c^2})} \quad (11)$$

Dónde:

f_v : Factor de verde en el grupo de carriles

C: Ciclo semafórico (S)

I: Intensidad total del grupo de carriles

c: Capacidad real del grupo de carriles

Al determinar las demoras en cada grupo de carriles, se obtendrá la demora media de cada acceso, a través de una medida ponderada de las demoras en función a la intensidad:

$$d_{acc} = \frac{\sum_i d_i * I_i}{\sum_i I_i} \quad (12)$$

Por último se calcula la demora ponderando las determinadas en cada acceso:

$$d_{Int} = \frac{\sum_i d_{acc} * I_{acc}}{\sum_i I_{acc}} \quad (13)$$

Con ello, se pueden obtener los niveles de servicio.

Tabla 5

Niveles de Servicio Según la demora

Nivel de Servicio	Demora de Control (s/veh)
Nivel de Servicio A	$d \leq 5$
Nivel de Servicio B	$5 < d \leq 15$
Nivel de Servicio C	$15 < d \leq 25$
Nivel de Servicio D	$25 < d \leq 40$
Nivel de Servicio E	$40 < d \leq 60$
Nivel de Servicio F	$d < 60$

Highway Capacity Manual (HCM), 2000, Manual de carreteras

2.2.12. Señalización Vertical

Según el Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras (2018), son dispositivos colocados sobre o al costado del camino, su función es de regular el tránsito, advertir y prever a los usuarios a través de símbolos o palabras. Para su implementación se debe tener en cuenta el estudio de ingeniería ya que en algunos casos la colocación excesiva de estas señales en un camino corto puede causar ineficiencia y contaminación visual. De acuerdo a su función las señales verticales se clasifican en 3 grupos:

2.2.12.1. Señales Regulatoras o de reglamentación. Se clasifican de acuerdo a su función es decir le comunican a los usuarios la prioridad, prohibición, restricción, obligación y autoridad sobre la utilidad de las vías. Su infracción crea una violación de disposiciones de las normas de tránsito por ende se estaría hablando un delito. Estas señales tendrán una forma circular dentro de una placa rectangular o cuadrada, excepto la señal de “PARE” que tendrán forma octogonal y “CEDA EL PASO” forma triangular, de igual forma existirán casos en donde tendrán incluida su leyenda.

Clasificación de las señales regulatoras o de reglamentación.

- a) Prioridad
- b) Prohibición
 - De maniobras y giros
 - De paso por clase de vehículo y otras.
- c) Restricción
- d) Obligación
- e) Autorización

2.2.12.1.1. Señales de prevención. Su finalidad es prever y avisar al usuario la aparición de riesgos y/o situaciones imprevisibles en la vía o lugares adyacentes ya sea de manera temporal o permanente. Las señales de prevención apoyan a los conductores a precaver, bajando la velocidad o desarrollando maniobras para poder salvaguardar su seguridad y la de otros peatones y/o vehículos. Estas señales tendrán la forma romboidal, excepto las que se encuentran en lugares de “NO ADELANTAR” que tendrán forma triangular, las de “ZONAS ESCOLARES” con forma pentagonal y las que se encuentran en delineación de curvas “CHEVRON” que tendrán forma rectangular.

2.2.12.1.2. Señales de información. Su finalidad es orientar a los usuarios y facilitarles información para ayudarlos a dirigirse a sus destinos de una manera más directa y simple posible. Es necesario implementar estas señalizaciones con las señales preventivas y/o reguladoras. Estas señales tendrán la forma rectangular, excepto las señales auxiliares y los indicadores de ruta. De forma cuadrada serán las señales de servicios generales y las señales de turismo. (p. 13)

2.2.12.2. Color. Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras (2018), Los colores que se emplean en las señales verticales son los siguientes:

2.2.12.2.1. Amarillo. Se empleará de fondo en las señales de prevención.

2.2.12.2.2. Naranja. Se empleará de fondo para señalar los lugares de trabajos de obra de construcción, mejora, conservación de carreteras y calles entre otros similares.

2.2.12.2.3. Amarillo fluorescente. Se empleará de fondo en todas las señales de prevención en los momentos que se necesite una mejor visibilidad en situaciones que se requiera mayor visibilidad matinal y en señales informativas.

2.2.12.2.4. Naranja fluorescente. Se empleará de fondo para señalar los lugares de trabajos de obra de construcción, mejora, conservación entre otros, que requieran mayor visibilidad matinal.

2.2.12.2.5. Azul. Se empleará de fondo en las señales informativas y de servicios generales.

2.2.12.2.6. Blanco. Se empleará de fondo en lo los símbolos o leyendas para las señales informativas, asimismo en la palabra "PARE".

2.2.12.2.7. Negro. Se empleará de fondo en las señales informativas de dirección de tránsito, asimismo se empleará de fondo en la señales de mensaje variable, en las leyendas y símbolos de las señales de reglamentación, prevención y en los lugares de trabajos de obra de construcción, mejora, conservación de carreteras y calles entre otros similares.

2.2.12.2.8. Marrón. Se empleará de fondo en las señales informativas por ejemplo en lugares turísticos, centros de recreo e interés cultural.

2.2.12.2.9. Rojo. Se empleará de fondo en las señales de "PARE", "NO ENTRE", "CEDA EL PASO" y en las diagonales y bordes de la señalización de reglamentación, asimismo en las señales informativas en los servicios de emergencia.

2.2.12.2.10. Verde. Se empleará de fondo de señalización informativa.

2.2.12.2.11. Amarillo limón fluorescente. Se empleará en todas las señales preventivas, tales como zonas escolares, hospitales, centros comerciales o deportivos, entre otros.

2.2.12.2.12. Rosado fluorescente. Se empleará en los incidentes o acontecimientos de emergencia de incendios que dañen la vía. (p.15)

Tabla 6

Algunos ejemplos de señalización vertical.

IMAGEN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
 (R-1)	(Señal de prioridad) Señal de pare	Esta señal dispone que el Conductor deba detener completamente el vehículo.
 (R-2)	(Señal de prioridad) Señal de ceda el paso	Esta señal indica que el conductor de un vehículo que transita por una vía auxiliar o secundaria permita el paso de otro vehículo que circula por una vía principal.
 (R-10)	(Señal de prohibición) Señal de prohibido voltear en "U"	Esta señal prohíbe el giro en "U".
 (R-6)	(Señal de prohibición) Señal de prohibido voltear a la izquierda	Esta señal prohíbe el giro a la izquierda, y por tanto también el giro en "U".
 (R-6A)	(Señal de prohibición) Señal de prohibido girar a la izquierda con luz roja	Esta señal prohíbe el giro a la izquierda con luz izquierda, en intersecciones controladas por semáforos.



(R-45)

(Señal de prohibición)
Señal prohibido circulación
de vehículos motorizados
de tres
Ruedas

Esta señal prohíbe la
circulación de vehículos
motorizados de tres
ruedas.



(R-27)

(Señal de prohibición)
Señal prohibido estacionar

Esta señal prohíbe el
estacionamiento de
vehículos en
determinadas áreas de
una vía.



(R-44)

(Señal de prohibición)
Señal paradero prohibido

Esta señal prohíbe al
conductor de un vehículo
de servicio público, llevar
o dejar pasajeros en
zonas no autorizadas.



(R-30)

(Señal de restricción)
Señal velocidad máxima
permitida 40 km/h

Esta señal establece la
velocidad máxima de
operación en kilómetros
por hora (km/h), estos
deben estar expresados
en múltiplos de 10 km/h.



(R-14B)

(Señal de obligación)
Señal de tránsito en
ambos sentidos

Esta señal se emplea
para mostrar que el
transito puede
desarrollarse en dos
direcciones, asimismo
esta señal puede
complementarse con la
numeración de la calle y
su nombre.



(R-9)

(Señal de obligación)
Señal de giro solamente
en "U"

Esta señal permite el giro
en "U".



(P-2A)

(Señal preventiva)
Señal curva a la derecha

Esta señal previene al
conductor la cercanía de
una curva horizontal
hacia la derecha.



"CHEVRON" (P-61)

(Señal preventiva)
Señal delineador de curva
horizontal

Esta señal previene al
conductor acerca de una
curva pronunciada. Se
ubican en grupo y al lado
de la curva.



(P-15)

(Señal preventiva)
Señal intersección
rotatoria

Esta señal previene al
Conductor el
acercamiento hacia una
intersección rotatoria
(óvalo o rotonda).



(P-33A)

(Señal preventiva)
Señal cercanía reductor
de velocidad tipo resalto

Esta señal previene al
Conductor el
acercamiento de un
reductor de velocidad,
debe colocarse a una
distancia mínima de 60 m
antes de la ubicación del
reductor de velocidad.



(P-25)

(Señal preventiva)
Señal dos sentidos de tránsito

Esta señal previene al Conductor que circulan por una vía unidireccional, la cercanía de un tramo con circulación de vehículos en ambos sentidos



(P-49)

(Señal preventiva)
Señal zona escolar

Esta señal previene al conductor sobre la posibilidad de presencia de escolares en la vía.



(I-21)

(Señal informativa)
Señal personas con movilidad reducida

Esta señal da a conocer al conductor la cercanía de un cruce de una persona con movilidad reducida.

Adaptado por "señalización vertical" (pp.67-108) por Diseño Geométrico revisada y corregida Enero 2018, Manual de carreteras.

2.2.13. Señalización Horizontal

2.2.13.1. Marcas planas en el pavimento. Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras (2018). Se utilizan para delimitar calzadas y carriles, señalar las zonas sin o con prohibición de adelantar o cambiar a otro carril, señalar las zonas prohibidas de estacionamiento y delimitar carriles especiales tales como para la circulación de bicicletas, motos, entre otros. Las marcas planas en el pavimento están constituidas por líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras que se adhieren o colocan sobre el pavimento, sardineles u otras estructuras viales y lugares adyacentes.

2.2.13.1.1. Materiales y tolerancias. Los distintos tipos de materiales adheridos en capas finitas en las marcas planas en el pavimento, los cuales son: pinturas, material de plástico, termoplástico, cintas entre otros. Asimismo, en toda marca plana recién adherida tiene que mostrar sus bordes claros, alineados y sin imperfecciones de tal forma que las medidas se encuentren notoriamente definidas.

2.2.13.1.2. Color. Los colores que se emplean en las marcas planas en el pavimento serán los siguientes:

- **Blanco.** Separa corrientes en el mismo sentido dentro del tráfico. Se utilizara en demarcaciones longitudinales, transversales, elevadas, en bordes de calzada, flechas, letras y en zonas de estacionamiento que sean permitidos.
- **Amarillo.** Se utiliza excepcionalmente para indicar las áreas que necesitan estar resaltadas como en canales de sentidos opuestos, en objetos fijos adyacentes, en marcación elevada y en borde de calzada de lugares que no esté permitido el estacionamiento.
- **Azul.** Complementa las señalización informativa como en lugares de estacionamiento para personas con poca movilidad, separa carriles que son de cobro de peaje entre otros.
- **Rojo.** Marcas para rampas de emergencia o lugares con restricciones.

2.2.13.1.3. Significado y ancho de marcas planas en el pavimento.

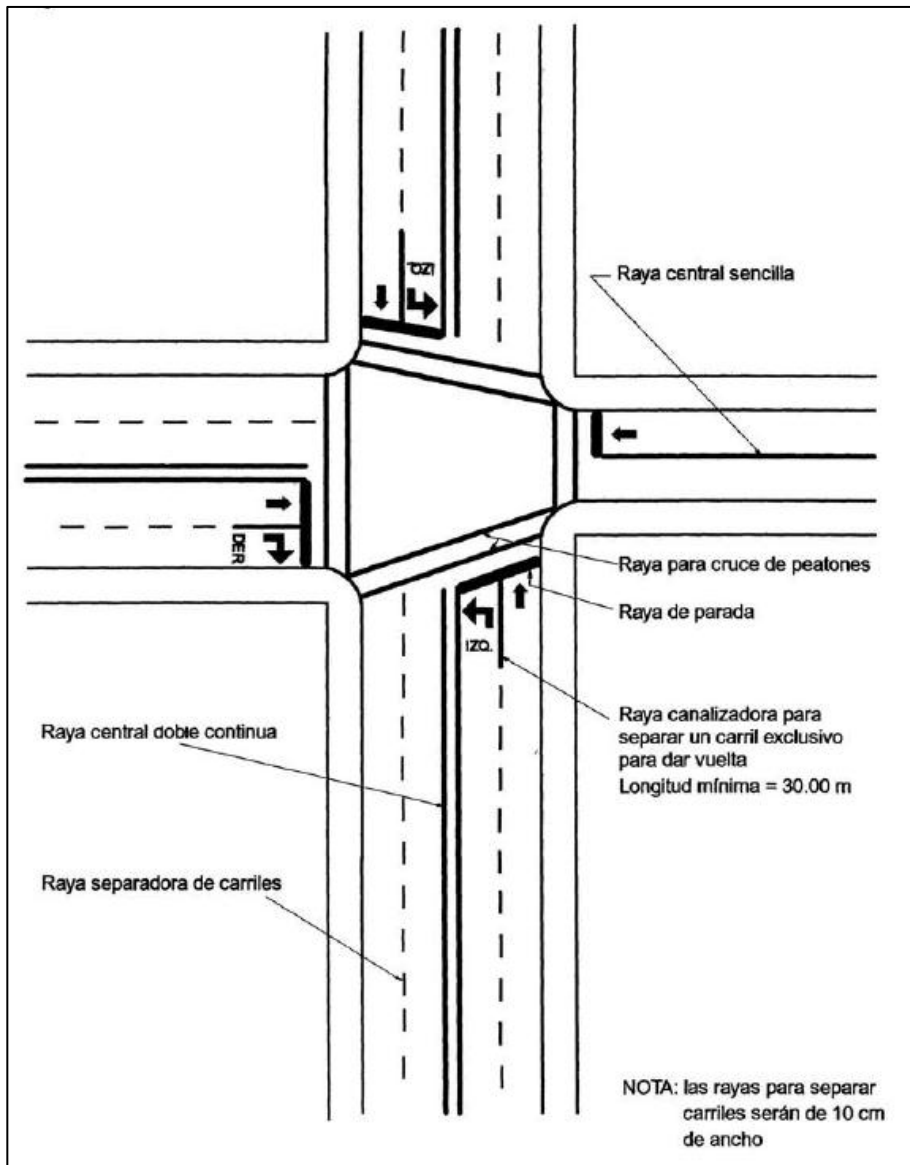
- **Línea doble continua.** Señalan el nivel máximo de restricciones de atravesamiento o paso o atravesamiento hacia otro carril. Ambas deben contar con el mismo ancho.
- **Línea continua.** Limita el paso o atravesamiento hacia otro carril, deben tener un ancho de 10cm a 15 cm.
- **Línea segmentada.** Señala que está autorizado el atravesamiento o paso hacia otro carril, deben tener un ancho de 10cm a 15 cm.
- **Línea punteada.** Señala la transición entre líneas segmentadas y líneas continuas. Esta es más ancha y corta que la línea segmentada. Su ancho debe ser el doble de la línea segmentada.
- **Brecha.** Es el espacio entre las líneas punteadas y líneas segmentadas.
- **Ancho extraordinario de líneas.** El doble del ancho de líneas continuas y segmentadas.

2.2.13.1.4. Clasificación de marcas planas en el pavimento

- Línea de borde de calzada o superficie de rodadura
- Línea de carril
- Línea central
- Líneas canalizadoras de tránsito
- Líneas demarcadoras de entradas y salidas
- Líneas de transición por reducción de carriles
- Línea de pare
- Líneas de cruce peatonal
- Demarcación de espacios para estacionamiento
- Demarcación de no bloquear cruce en intersecciones
- Demarcación para intersecciones tipo Rotonda o Glorieta
- Palabras, símbolos y leyendas (pp. 255-257)

Figura 21

Tipos de rayas y marcas planas en el pavimento.



Adaptado de "Tipos de rayas y marcas planas en pavimento" (p.128) por Cal y Rafael & Cárdenas G. 2007, Manual de Carreteras

2.2.13.2. Marcas elevadas en el pavimento. Según el Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras (2018). Son delineadores que se colocan en forma longitudinal y transversal en el pavimento, y tienen por función principal complementar las marcas planas en el pavimento. Las marcas elevadas en el pavimento se clasifican en delineadores de piso y delineadores elevados.

2.2.13.2.1. Clasificación de marcas elevadas en el pavimento.

- a) Delineadores de piso
 - Tachas retrorreflectivas
- b) Delineadores elevados
 - Postes delineadores
 - Señal de delineador de curva horizontal (P-61) - "CHEVRON"
 - Delineador de placa "CAPTAFAROS"
 - Delineadores "MARCADORES DE OBSTÁCULOS". (p.321)

2.2.14. Semáforos

Los semáforos son dispositivos de control que mediante ellos se modera la circulación de vehículos y peatones en carreteras y calles, mediante luces de color amarillo, verde y rojo, efectuadas por una unidad de control. La utilidad de los semáforos es organizar los tiempos el tránsito en flujo peatonal o vehicular para posibilitar el tránsito de otro flujo peatonal o vehicular, moderar la rapidez de los vehículos para conservar el movimiento constante a una rapidez invariable, descartar o disminuir la gravedad y el número de cualquier tipo de accidentes, entre otros.

Los semáforos que dominan el tránsito deberán ser operados e instalados en vías públicas solamente por la autoridad de tránsito eficiente, o a quien se faculte esta actividad, y acompañados con una vigilancia efectiva para hacer respetar sus indicaciones. Los dispositivos para el manejo del tránsito serán instalados con permiso de la autoridad eficiente de la gestión de la infraestructura vial y de la mano con las normas dadas en el Manual.

2.2.14.1. Colores. Las luces del semáforo para el control vehicular deberán ser de color rojo, amarillo y verde. Asimismo si se emplean flechas, pero en este caso se encontrarán sobre un fondo de color negro.

Los lentes de la cara del semáforo pueden formar una línea vertical u horizontal dependiendo del tipo de soporte del semáforo. La secuencia de los colores de los lentes de una cara es el color rojo en la parte de arriba, siguiendo el color amarillo y finalmente el color verde. A continuación se muestra la interpretación de los colores:

2.2.14.1.1. Verde. Al cambiar la luz de color verde del semáforo indica a los conductores de los vehículos que podrán circular de frente o dar giros de derecha y/o izquierda según se permita. Asimismo en el caso de los peatones les indica que pueden cruzar la pista.

2.2.14.1.2. Amarillo. El color amarillo o ámbar indica a los conductores de los vehículos que se aproxima el cambio de luz a color rojo y que los vehículos que se encuentren circulando guiados por la luz color verde deberán detenerse. En el caso de los peatones les indica que no contarán con el tiempo suficiente para poder cruzar la pista.

2.2.14.1.3. Rojo. Este color indica a los conductores de vehículos que deben frenar o parar antes de la señalización horizontal para peatones (líneas peatonales) o sea el caso antes de una intersección hasta el cambio de luz a color verde del semáforo. Los peatones en este caso, tienen prohibido cruzar la pista para evitar cualquier tipo de accidente.

2.2.14.2. Composición del semáforo. Los semáforos están compuestos por dos partes: Cabeza y Soporte, las características y definiciones se muestran a continuación:

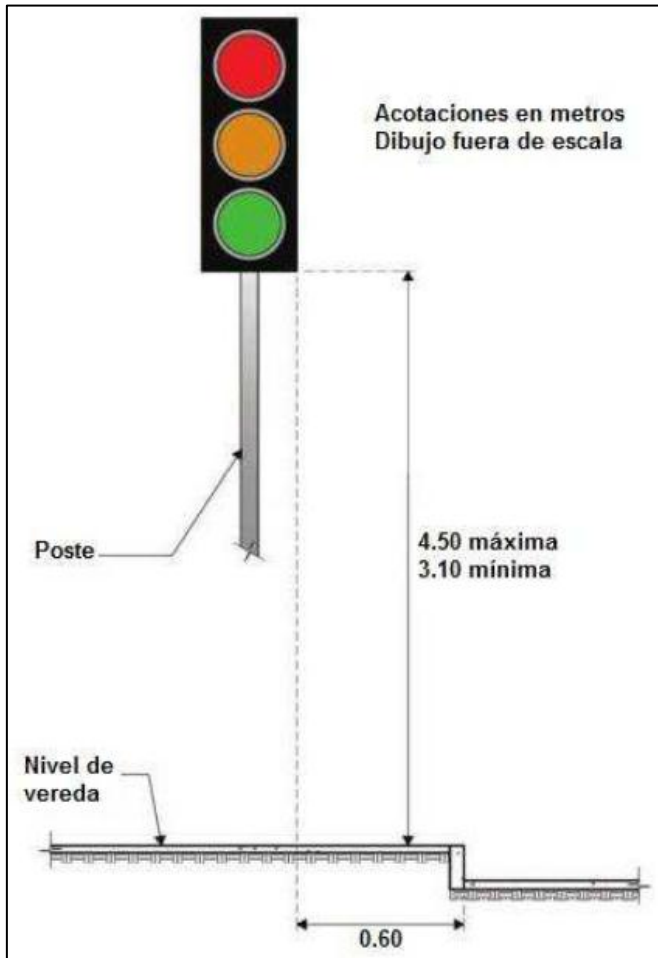
2.2.14.2.1. Soporte. Son armaduras que se utilizan para sostener la coraza del semáforo y su finalidad orientar las piezas luminosas del semáforo en la postura donde el peatón y conductor tienen superior visibilidad y mirar las indicaciones. Ciertos principios del soporte consistirán en proporcionar adaptaciones verticales, horizontales y angulares, verticales de las caras de los semáforos.

Por su lugar en la intersección, los soportes son de dos tipos:

- Ubicación a un lado de la vía: Postes y Ménsulas.
- Ubicados en la vía: Ménsulas largas sujetas a postes laterales, cables de suspensión, postes y pedestales en islas.

Figura 22

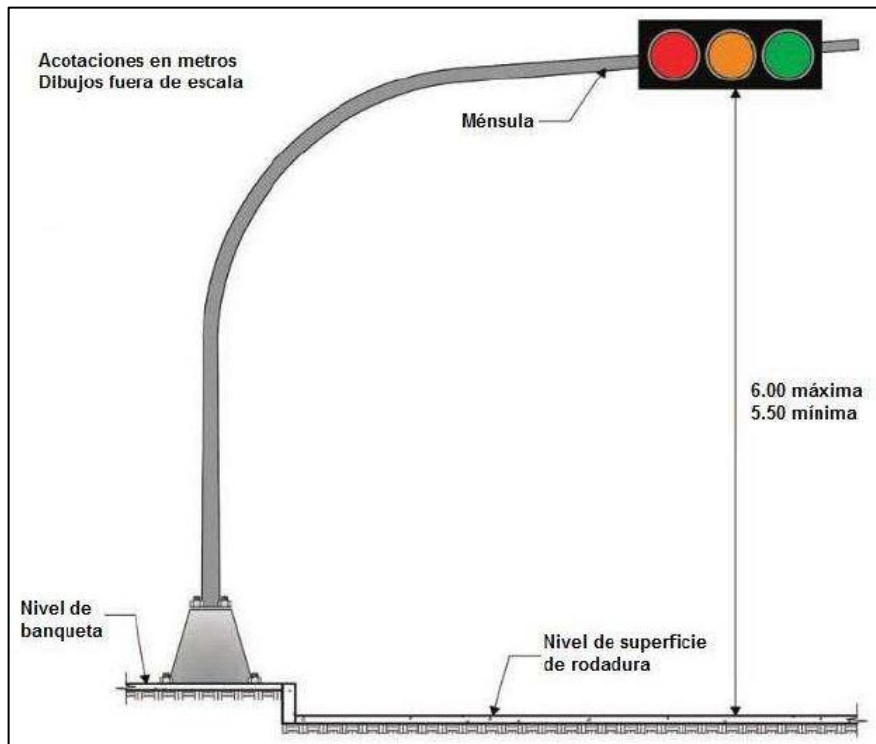
Soporte de semáforo tipo poste



Adaptado de “Soporte de semáforo tipo poste” (p.366) por Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, 2018.

Figura 23

Soporte de semáforo tipo ménsula.



Adaptado de “Soporte de semáforo tipo ménsula” (p.366) por Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, 2018.

2.2.14.2.2. Cabeza. Es la coraza que se comprenden de las piezas evidentes del semáforo. La cabeza abarca una cantidad definido de caras situadas en direcciones diferentes.

- **Cara.** Es la agrupación de unidades ópticas (reflector, lente, bombillo o lámpara y portalámparas), que se encuentran situadas en igual dirección. En cada cara del semáforo tienen como mínimo dos hasta tres, siendo la de tres luces la más usual para regular uno o más movimientos de circulación.

- **Lente.** Es la parte de la unidad óptica que por refrangibilidad direcciona la luz proveniente de la lámpara y de su reflector en la dirección deseada.

- **Visera.** Es una pieza que se ubica alrededor o encima de cada una de las unidades ópticas, para impedir que a determinadas horas con los rayos del sol la señal emitida por el semáforo no sea vista y lo que indican sobre éstas y sea al contrario que den la impresión de estar iluminadas. (Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, 2018, pp.365-68)

2.2.14.3. Clasificación del semáforo. Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, edición Mayo (2018). Estos dispositivos de control se clasifican en tres partes:

2.2.14.3.1. Semáforos para el control vehicular. Tiene como propósito ajustar el tránsito en las intersecciones; actúan como fijos o pre-sincronizado, sincronizados o en su totalidad sincronizados. Las anteriores formas indicadas de operación se acogen de acuerdo al volumen del tránsito vehicular.

- Semáforos fijos o pre sincronizados
- Semáforos sincronizados por el tránsito
- Semáforos adaptados al tránsito

2.2.14.3.2. Semáforos para el control peatonal. Se localizan en conjunto con los vehiculares y tienen como propósito de moderar la marcha de los peatones, de tal manera cuenten con el tiempo suficiente para pasar una vía.

2.2.14.3.3. Semáforos especiales. Se empleará para señalar los obstáculos existentes en la superficie de rodadura, se complementará con la señalización preventiva es decir indicar el paso de los peatones en medio o cruces de una pista y también para complementar la señalización reglamentaria de “CEDA EL PASO” o “PARE”. Tiene como fin el control y norma de las siguientes situaciones:

- Semáforos de destellos o intermitente
- Semáforos para regular el uso de carriles
- Semáforos para paso de vehículos de emergencia
- Semáforos para indicar la aproximación de trenes
- Semáforos para regular el uso de carriles de peaje. (p. 384)

2.3. Marco conceptual

2.3.3. Aforo vehicular

Según Silva & Villanueva (2019), es el conteo, medición o cuantificación de los vehículos que pasan por un determinado punto, intersección o sección; y a partir de ello obtener información referente a sus volúmenes de tránsito de acuerdo a su clasificación. (p. 58)

2.3.4. Codificar

Según Silva & Villanueva (2019), es la transformación de algún tipo de información a un código; ya sea combinación de letras, números, etc., sin perder la información de esta. (p. 58)

2.3.5. Flujo vehicular

Según Piña & Zúñiga (2017), es llamado también tráfico vehicular o simplemente tráfico se refiere al fenómeno causado por el comportamiento del tránsito, es decir por la circulación de vehículos en una vía, carretera, intersección, etc. (p.57)

2.3.6. Isla

Se define al área ubicada entre carriles delimitados y formados por los sardineles designados a orientar el movimiento de los vehículos y proporcionar seguridad a los peatones. (Reglamento Nacional de Transito vigente, p. 4)

2.3.7. Parque Automotor

Según Piña & Zúñiga (2017), es el grupo de determinados vehículos los cuales se dispone una colectividad. (p. 58)

2.3.8. Tráfico

Según Cal y Rafael & Cárdenas (2007), el tráfico es el tránsito de usuarios o personas y el paso de vehículos por calles, caminos, carreteras, etc. (p.29)

2.3.9. Tránsito

Según Cal y Rafael & Cárdenas (2007), es la acción de transitar, es el lugar por donde se pasa de un sitio a otro. El tránsito forma parte y/o fase del transporte. (p. 29)

2.3.10. Transporte

Según Cal y Rafael & Cárdenas (2007), es el efecto y acción de transportar personas o bienes de un determinado lugar a otro. (p. 29)

2.3.11. Trayectoria

Según Silva & Villanueva (2019), la trayectoria es el recorrido de un objeto que se traslada por el espacio. (p.57)

2.3.12. Vehículo automotor

Vehículo que contiene motor y es de tracción propia, puede ser de más de dos ruedas y su finalidad es transportar cargas, personas u otros vehículos. (Reglamento Nacional de Transito vigente, p. 5)

2.4. Sistema de hipótesis

2.4.3. Hipótesis General

Si se realiza la simulación del conteo vehicular en el software Synchro 8 se determinarán los ciclos semafóricos según su fase entonces se mejoraría el ordenamiento vehicular y peatonal en la avenida José de Lama, Sullana

2.4.4. Variables e indicadores

2.4.4.1. Variable analítica. Propuesta de mejora en la red semafórica.

Tabla 7*Variable analítica*

Variable	Definición	Indicadores	Instrumentos
Propuesta de mejora en la red semafórica	Proyección de ideas que realizan con la finalidad de ser adoptadas y/o aceptadas.	Registro de aforo vehicular. Simulación software Synchro8. Cálculos manuales.	Formato de conteo de vehículos, lapiceros, cronometro. Laptop. Manual de carreteras “Highway Capacity Manual 2000” (HCM 2000), manual de diseño geométrico de vías urbanas, manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, entre otros.

(Aguirre, 2021) Variable analítica.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

Descriptivo

3.2. Población y muestra de estudio

3.3.3. Población

Para la zona en estudio es la avenida José de Lama provincia de Sullana.

3.3.4. Muestra

En la presente investigación se tomará como muestra los vehículos y peatones que circulen por las intersecciones semaforizadas de la avenida José de Lama, Sullana que se mostrarán a continuación:

- Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo
- Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat
- Av. José de Lama con Panamericana Norte

3.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación del presente proyecto es el diseño de investigación descriptivo, ya que su característica esencial es que se lleva a cabo en el lugar de ocurrencia del fenómeno, permitiendo obtener datos de la realidad y estudiarlos tal y como se presentan, sin manipular las variables.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Tabla 8

Técnicas e instrumentos

Técnicas	Instrumento	Uso
Técnica de observación	de Formatos de aforo y clasificación de Vehículos. (Según Manual de carreteras "Highway Capacity Manual 2000" (HCM 2000).	Conteo manual de vehículos para estudio de tráfico.
Recolección de Datos	de Calculo de aforo vehicular, en cuál de las intersecciones en estudio cuenta con mayor demanda de vehículos y tiempo transcurrido.	Aforo de vehículos con intervalos de 15 min en las 12 horas del día por el periodo de una semana y contabilizar el tiempo semafórico.
Método Científico	Software Synchro 8.	Formulación y análisis para poder conocer alternativas y/o necesidades y propuestas de una posible solución.

(Aguirre, 2021) Técnicas e instrumentos de investigación

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Conteo vehicular: Se realizará el conteo manual de vehículos en la avenida José de Lama con sus respectivas intersecciones de estudio (con Av. Marcelino Champagnat, Panamericana Norte y con la Transversal Dos de Mayo), esto se realizará en intervalos de tiempo de 15 min las 12 horas del día durante el periodo de 7 días.

Cálculos manuales: Asimismo con los datos obtenidos en el conteo vehicular se realizarán los cálculos manuales con ayuda de: Manual de carreteras “Highway Capacity Manual 2000” (HCM 2000), manual de carreteras: diseño geométrico 2018, manual de diseño geométrico de vías urbanas, manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, entre otros.

Simulación de software Synchro 8: Mediante los datos obtenidos en el conteo vehicular se realizará la simulación en el software para poder determinar los ciclos semafóricos según su fase: verde, rojo y amarillo. De esta manera realizar una comparación de ambas para poder encontrar los ciclos semafóricos más óptimos para las intersecciones en estudio.

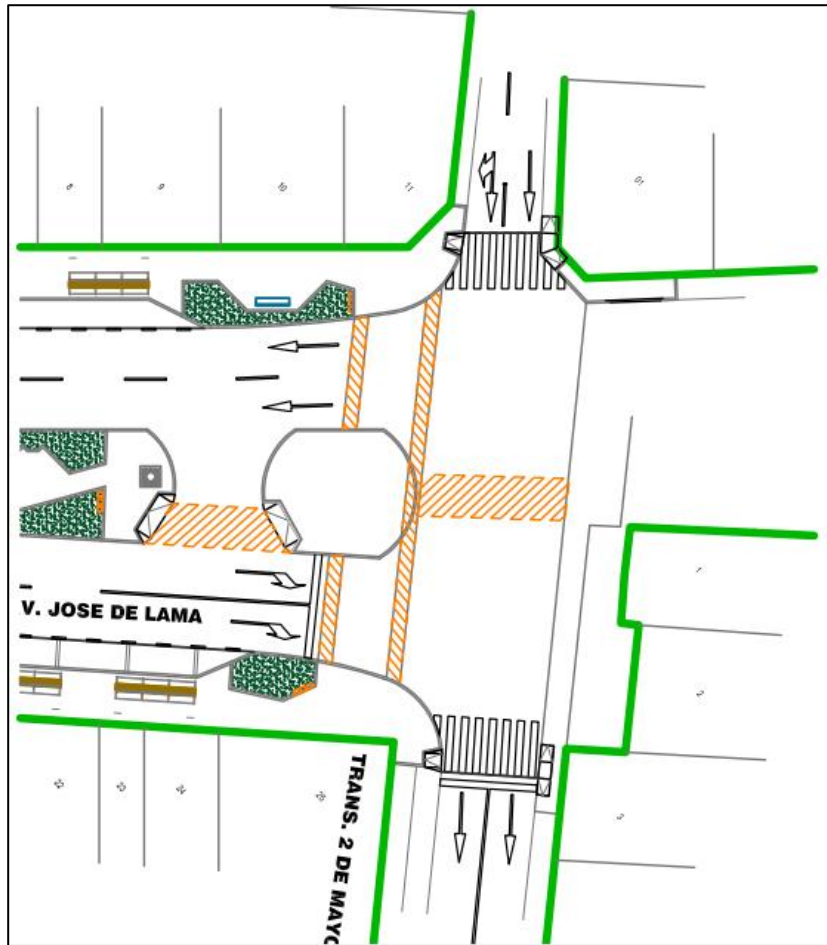
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADO

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.2.3. Intersección semaforizada: Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

Figura 24

Intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo



(Aguirre, 2021) Intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

4.2.3.1. Conteo vehicular. Se empleó el método manual, conteos realizados en el periodo de 7 días de Lunes a Domingo durante 12 horas del día. Obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la tabla N° 9

Tabla 9

Conteo vehicular en Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo del Lunes 04 al Domingo 10 de Octubre

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
07:00 - 8:00	1893	1898	1967	1967	1926	1736	2040	13427
08:00 - 9:00	2451	2412	2415	2396	2146	2149	2210	16179
09:00 - 10:00	1761	1784	1914	1864	1841	2144	2383	13691
10:00 - 11:00	1866	1858	1938	1914	1847	1840	2359	13622
11:00 - 12:00	1810	1812	1901	1861	1863	1975	2348	13570
12:00 - 13:00	2167	2337	2333	2113	1926	1947	2186	15009
13:00 - 14:00	2449	2444	2402	2249	2307	2301	1629	15781
14:00 - 15:00	1518	1583	1663	1693	1744	1793	1527	11521
15:00 - 16:00	1463	1466	1521	1421	1761	1761	1403	10796
16:00 - 17:00	1618	1627	1662	1571	1792	1848	1320	11438
17:00 - 18:00	2281	2259	2203	2161	2042	2066	1197	14209
18:00 - 19:00	1791	1771	2101	2117	2016	2035	1025	12856
TOTAL	23068	23251	24020	23327	23211	23595	21627	162099
%	14.23	14.34	14.82	14.39	14.32	14.56	13.34	100.00




(Aguirre, 2021) Conteo vehicular: Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

De la tabla N°9, se observa que el día con mayor demanda vehicular es el Lunes entre las 8:00 a 9:00 am con un total de 2,451 vehículos.

4.2.3.2. Cálculo del factor hora punta. Para obtener el factor de hora punta se utilizó los datos del día con mayor demanda vehicular (Lunes de 8:00 a 9:00 a.m.) en intervalos de tiempo de 15 minutos. En las tablas N°10, 11, 12,13, se muestran los siguientes resultados.

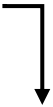


Tabla 10

Conteo Vehicular: Lunes 04 (08:00 a.m-08:15 a.m.)

08:00 - 08:15	AV. JOSE DE LAMA	TRANS. DOS DE MAYO		Total	%
Tipo de vehículo					
Moto lineal	15	9	13	37	6.25
Moto taxi	143	145	148	436	73.65
Automóvil	14	6	15	35	5.91
Station wagon	15	15	16	46	7.77
Camioneta pick up	8	5	1	14	2.36
Camioneta panel	1	1	0	2	0.34
Camioneta rural	7	5	8	20	3.38
Micro	0	0	0	0	0
Omnibus 2E	2	0	0	2	0.34
Omnibus 3E	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	0	0	0
Camión 3E	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0
Semitrylers >= 3S3	0	0	0	0	0
Traylers 2T2	0	0	0	0	0
Traylers 2T3	0	0	0	0	0
Traylers 3t2	0	0	0	0	0
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0
TOTAL	205	186	201	592	100

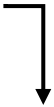


(Aguirre, 2021) Conteo Vehicular: Lunes 04 (08:00 a.m-08:15 a.m.)

Tabla 11*Conteo Vehicular: Lunes 04 (08:15 a.m-08:30 a.m.)*

08:15 - 08:30	AV. JOSE DE LAMA	TRANS. DOS DE MAYO		Total	%
Tipo de vehículo					
Moto lineal	16	10	13	39	6.30
Moto taxi	158	146	164	468	75.61
Automóvil	14	5	14	33	5.33
Station wagon	16	13	16	45	7.27
Camioneta pick up	9	5	0	14	2.26
Camioneta panel	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	8	5	7	20	3.23
Micro	0	0	0	0	0.00
Omnibus 2E	0	0	0	0	0.00
Omnibus 3E	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	0	0	0	0	0.00
Camión 3E	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0.00
Semitrylers >= 3S3	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0.00
TOTAL	221	184	214	619	100.00




(Aguirre, 2021) Conteo Vehicular: Lunes 04 (08:15 a.m-08:30 a.m.)

Tabla 12*Conteo Vehicular: Lunes 04 (08:30 a.m-08:45 a.m.)*

08:30 - 08:45	AV. JOSE DE LAMA		TRANS. DOS DE MAYO		Total	%
						
Tipo de vehículo						
Moto lineal	15	7	10		32	5.10
Moto taxi	162	144	168		474	75.60
Automóvil	6	10	21		37	5.90
Station wagon	16	17	16		49	7.81
Camioneta pick up	9	4	0		13	2.07
Camioneta panel	0	0	0		0	0.00
Camioneta rural	8	5	9		22	3.51
Micro	0	0	0		0	0.00
Omnibus 2E	0	0	0		0	0.00
Omnibus 3E	0	0	0		0	0.00
Camión 2E	0	0	0		0	0.00
Camión 3E	0	0	0		0	0.00
Camión 4E	0	0	0		0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0		0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0		0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0		0	0.00
Semitrylers >= 3S3	0	0	0		0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0		0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0		0	0.00
Traylers 3t2	0	0	0		0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0		0	0.00
TOTAL	216	187	224		627	100.00

(Aguirre, 2021) Conteo Vehicular: Lunes 04 (08:30 a.m-08:45 a.m.)

Tabla 13*Conteo Vehicular: Lunes 04 (08:45 a.m-09:00 a.m.)*

08:45 - 09:00	AV. JOSE DE LAMA	TRANS. DOS DE MAYO		Total	%
Tipo de vehículo					
Moto lineal	15	16	15	46	7.50
Moto taxi	148	142	156	446	72.76
Automóvil	26	8	4	38	6.20
Station wagon	16	16	17	49	7.99
Camioneta pick up	9	4	0	13	2.12
Camioneta panel	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	7	3	11	21	3.43
Micro	0	0	0	0	0.00
Omnibus 2E	0	0	0	0	0.00
Omnibus 3E	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	0	0	0	0	0.00
Camión 3E	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0.00
Semitrylers >= 3S3	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0.00
TOTAL	221	189	203	613	100.00

(Aguirre, 2021) Conteo Vehicular: Lunes 04 (08:45a.m-09:00a.m.)

De acuerdo a las tablas N°10, 11, 12, 13 de conteo vehicular en intervalos de 15 minutos el tiempo más crítico es entre las 8:30 a.m. a 8:45 a.m. con un total de 627 vehículos, para el cálculo del factor de hora de máxima demanda se utilizó la siguiente fórmula:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(q_{max.15})} \quad (13)$$

Donde:

FHMD: Factor de hora de máxima demanda

VHMD: Volumen horario de máxima demanda

N: Número de periodos en la hora de máxima demanda

Se remplazó:

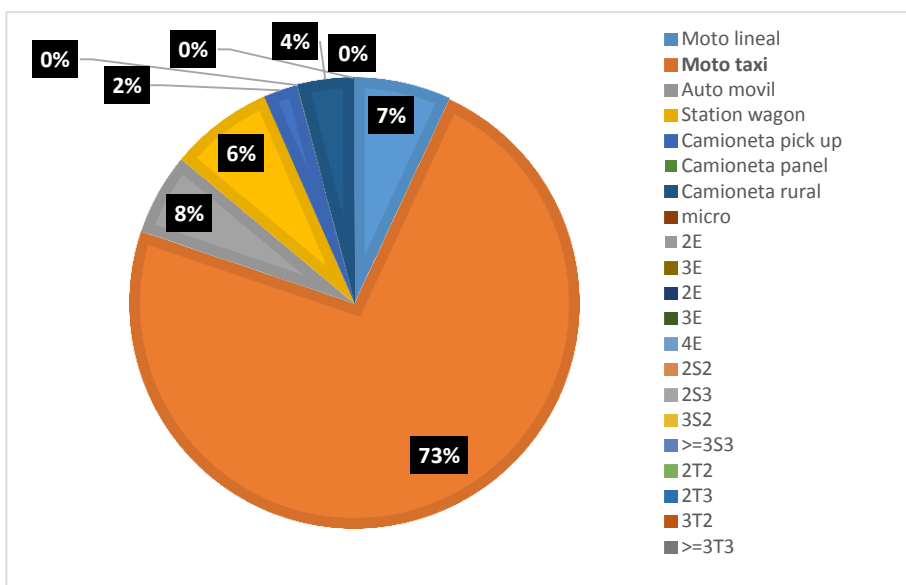
$$FHMD = \frac{2451}{4(627)} = 0.98$$

El factor de hora de máxima demanda en la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo es de 0.98.

4.2.3.3. Clasificación vehicular: Intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo. Como se ha demostrado anteriormente, se observa que la mayor cantidad de vehículos que circulan por esta intersección son las mototaxis.

Gráfico 1

Porcentaje vehicular en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.



(Aguirre, 2021) Porcentaje vehicular en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

4.2.3.4. Ancho de calzadas.

Tabla 14

Ancho de calzadas en Intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

Accesos	Nº Calzadas	Nº de carriles	Ancho de carriles
Av. José de Lama	2	2	4.3 m
Trans. Dos de Mayo	1	2	3.9 m

(Aguirre, 2021) Ancho de calzadas: Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

4.2.3.5. Porcentaje de vehículos pesados. De acuerdo a los datos obtenidos del conteo vehicular, se calculó un 0.06% de vehículos pesados.

4.2.3.6. Pendiente de vías. Según la información obtenida por parte de la Municipalidad de Sullana se cuenta con una pendiente de 4.1%.

4.2.3.7. Estacionamiento de vehículos.

- Se contabilizó 8 vehículos estacionados por hora en la Av. José de Lama.
- Se contabilizó 5 vehículos estacionados por hora en la Trans. Dos de Mayo.

4.2.3.8. Parada de autobuses. En este caso no se encontró parada de autobuses tanto en la Av. José de Lama como en la Trans. Dos de Mayo.

4.2.3.9. Tipología de la zona. Zona urbana

4.2.3.10. Grupos de carriles. En la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo se ubicaron 2 grupos de carriles.

- Av. José de Lama



GD

- Trans. Dos de Mayo



R+ GD

4.2.3.11. Participación semafórica en la intersección. Se encontraron 2 semáforos (1 y 2) en la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo. El semáforo 1 controla el tránsito vehicular en la Av. José de Lama y el semáforo 2 controla el tránsito vehicular de la Trans. Dos de Mayo. A continuación se detalla el ciclo semafórico de cada uno de ellos.

Tabla 15

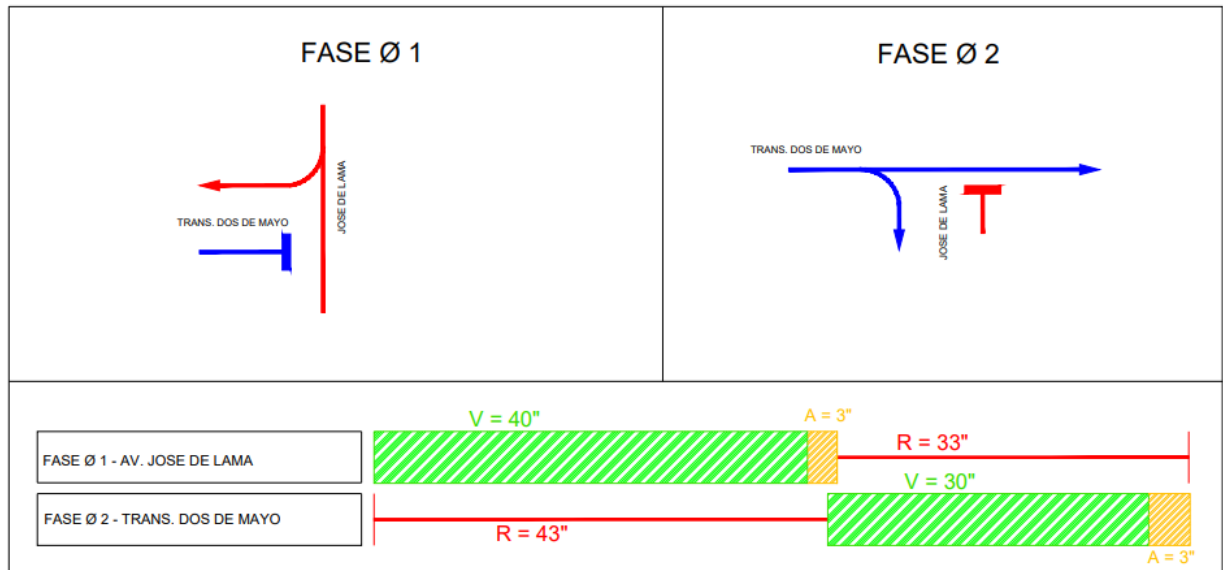
Ciclo semafórico en Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

Semáforos	Verde	Ámbar	Rojo	Total
1	40	3	33	76
2	30	3	43	76

(Aguirre, 2021) Ciclo semafórico en Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

Gráfico 2



Ciclo semafórico real de intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo



(Aguirre, 2021) Ciclo semafórico real de intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

4.2.3.12. Resumen de datos de intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo. En la tabla N° 16 se muestra de manera detallada los resultados obtenidos en los ítems anteriores.

Tabla 16*Resumen de datos de intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo*

	Giros	N° de carriles	Ancho de calzada	%Vehículos pesados	Pendiente	Estacionamiento	Parada de autobuses
Av. José de Lama		2	4.3 m	0.06%	4.1%	8	0
Trans. Dos de Mayo		2	3.9 m	0.06%	4.1%	5	0

(Aguirre, 2021) Resumen de datos de intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

4.2.3.13. Nivel de servicio y capacidad vehicular de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo. Para la evaluación de la capacidad y nivel de servicio de esta intersección se utilizó el Manual de capacidad de Carreteras, para ello fue necesario obtener la siguiente información.

4.2.3.13.1. Factor verde.

$$fv = \frac{\text{Fase verde}}{\text{ciclo semafórico}} \quad (13)$$

- En Av. José de Lama

$$fv = \frac{40}{76} = 0.53$$

- En Trans. Dos de Mayo

$$fv = \frac{30}{76} = 0.39$$

4.2.3.13.2. Factor de ancho de carril.

$$fA = 1 + \frac{A-3.60}{9} \quad (14)$$

- En Av. José de Lama

$$fA = 1 + \frac{4.3 - 3.60}{9} = 1.08$$

- En la Trans. Dos de Mayo

$$fA = 1 + \frac{3.9 - 3.60}{9} = 1.03$$

4.2.3.13.3. Factor de vehículos pesados.

$$fp = \frac{1}{1 + \% \text{ vehiculos pesados}} \quad (15)$$

- En Av. José de Lama

$$fp = \frac{1}{1 + 0.06\%} = 1$$

- En Trans. Dos de Mayo

$$fp = \frac{1}{1 + 0.06\%} = 1$$

4.2.3.13.4. Factor de inclinación.

$$fi = 1 - \frac{\text{pendiente} (\%)}{200} \quad (16)$$

- En Av. José de Lama

$$fi = 1 - \frac{4.1\%}{200} = 1$$

- En Trans. Dos de Mayo

$$fi = 1 - \frac{4.1\%}{200} = 1$$

4.2.3.13.5. Factor de estacionamiento.

$$fe = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 * Nm}{3600 * N} \quad (17)$$

- En Av. José de Lama

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 8}{3600 * 2} = 0.93$$

- En Trans. Dos de Mayo

$$f_e = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 5}{3600 * 2} = 0.94$$

4.2.3.13.6. Factor de parada de autobuses.

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 * N^{\circ} autobuses}{3600 * N^{\circ} carril} \quad (18)$$

- En Av. José de Lama

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 * 0}{3600 * 2} = 1$$



- En Trans. Dos de Mayo

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 * 0}{3600 * 2} = 1$$

4.2.3.13.7. Factor de giros a la derecha.

Tabla 17

Factores de giros a la derecha



Accesos	Giro	Factores de giros a la derecha
Av. José de Lama		0.85
Trans. Dos de Mayo		0.872

Revisión del HCM 2010 y 2000 intersecciones semaforizadas, pág. 24., 2015.

4.2.3.13.8. Factor de giros a la izquierda

Tabla 18

Factores de giros a la izquierda

Accesos	Giro	Factores de giros a la izquierda
Av. José de Lama		1
Trans. Dos de Mayo		1

Adaptado de HCM 2010 y 2000 intersecciones semaforizadas, pág. 24., 2015.



4.2.3.13.9. Factor de zona urbana. Para una zona urbana se utiliza el factor de 0.90.

A continuación se presenta la fórmula que permitió calcular la capacidad real vehicular de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

$$C_r = 1900 * N^{\circ} \text{ carril} * f_v * f_A * f_p * f_i * f_e * f_{bb} * f_{gd} * f_{gi} * f_{ar} \quad (19)$$

Tabla 19

Capacidad real vehicular de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

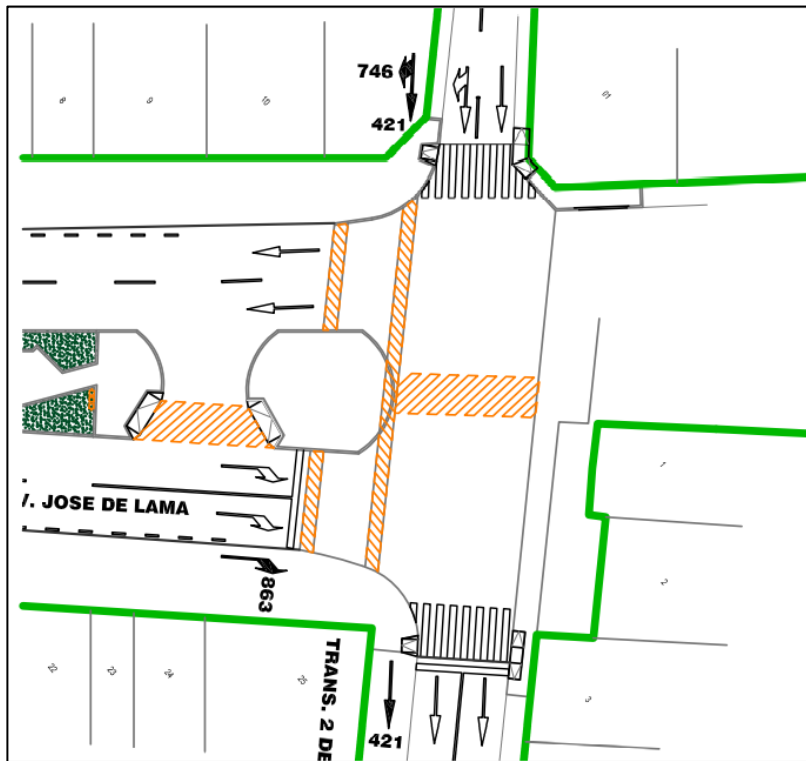
	Giros	N° de carriles	F_v	f_A	F_p	F_i	F_e	f_{bb}	f_{gd}	F_{gi}	F_{ar}	Capacidad real vehicular (V/H)
Av. José de Lama		2	0.53	1.08	1	1	0.93	1	0.85	1	0.90	1534
Trans. Dos de Mayo		2	0.39	1.03	1	1	0.94	1	0.872	1	0.90	1141

(Aguirre, 2021) Capacidad real vehicular de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

4.2.3.13.10. Intensidad circulante.

Figura 25

Intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo con flujos de entrada y salida



(Aguirre, 2021) Intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo con flujos de entrada y salida

$$I = \frac{IHP}{FHP} \quad (20)$$

- En Av. José de Lama

$$I = \frac{1284}{0.98} = 1314 \text{ veh/h}$$

- En Trans. Dos de Mayo

$$I = \frac{1167}{0.98} = 1194 \text{ veh/h}$$

4.2.3.13.11. Cálculo de coeficiente.

$$\frac{I}{C} \tag{21}$$

- En Av. José de Lama

$$\frac{I}{C} = \frac{1314}{1534} = 0.86$$

- En Trans. Dos de Mayo



$$\frac{I}{C} = \frac{1194}{1141} = 1.05$$

4.2.3.13.12. Niveles de servicio por accesos. Para determinar el nivel de servicio de cada acceso se debe tener en cuenta la siguiente formula.

$$d = 0.38 * C * \frac{(1-fv)^2}{(1-fv*\frac{I}{c})} + 173 * \left(\frac{I}{c}\right)^2 * \sqrt{\left(\left(\frac{I}{c}\right) - 1\right)^2 + 16 * \left(\frac{I}{c^2}\right)} \tag{22}$$

Tabla 20

Nivel de servicio por acceso

	Giros	Fv	C (ciclo semafórico)	I	c	I/c	Demora (Seg.)	Nivel de servicio
Av. José de Lama		0.53	76	1314	1534	0.86	33.34	D
Trans. Dos de Mayo		0.39	76	1194	1141	1.05	43.19	E

(Aguirre, 2021) Niveles de servicio de intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

4.2.3.13.13. Nivel de servicio de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

$$d_{intersección} = \frac{\sum demora * intensidad}{\sum intensidad} \quad (21)$$

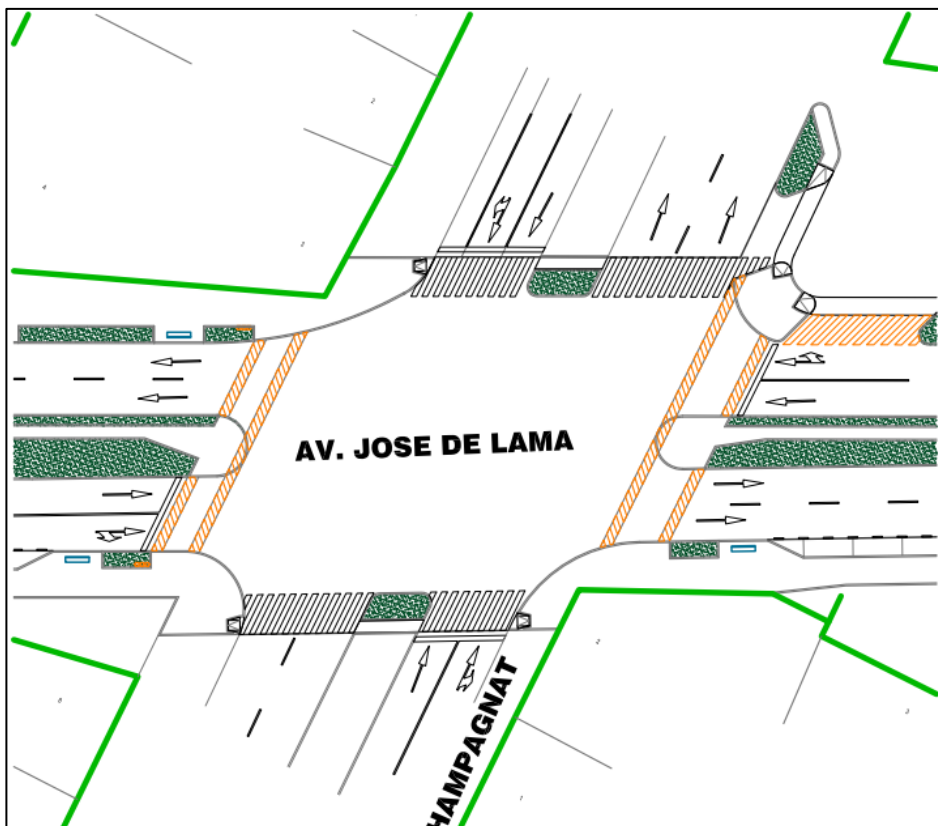
$$d_{intersección} = \frac{(33.34 * 1314) + (43.19 * 1194)}{1314 + 1194} = 38 \text{ seg.}$$

Por lo tanto el nivel de servicio de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo es el "D"

4.2.4. Intersección semaforizada: Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

Figura 26

Intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat



(Aguirre, 2021) Intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

4.2.4.1. Conteo vehicular. Se empleó el método manual, conteos realizados en el periodo de 7 días de Lunes a Domingo durante 12 horas del día. Obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la tabla N°21

Tabla 21

Conteo vehicular en Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat del Lunes 04 al Domingo 10 de Octubre.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
07:00 - 8:00	4560	4619	4691	4660	4631	4396	3823	31380
08:00 - 9:00	4719	4695	4704	4662	4653	4443	3861	31737
09:00 - 10:00	4673	4722	4611	4633	4645	4403	3875	31562
10:00 - 11:00	4628	4684	4693	4577	4639	4400	3869	31490
11:00 - 12:00	4683	4560	4720	4629	4570	4384	3872	31418
12:00 - 13:00	4656	4530	4672	4639	4661	4374	3885	31417
13:00 - 14:00	4674	4587	4683	4633	4590	4365	3077	30609
14:00 - 15:00	4640	4522	4730	4718	4592	4367	3057	30626
15:00 - 16:00	4686	4577	4619	4711	4535	4377	3034	30539
16:00 - 17:00	4701	4600	4549	4644	4581	4379	3067	30521
17:00 - 18:00	4731	4608	4550	4642	4510	4376	3054	30471
18:00 - 19:00	4738	4602	4530	4623	4492	4243	3045	30273
TOTAL	56089	55306	55752	55771	55099	52507	41519	372043
%	15.08	14.87	14.99	14.99	14.81	14.11	11.16	100.00

(Aguirre, 2021) Conteo vehicular: Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

De la tabla N°21, se observa que el día con mayor demanda vehicular es el Lunes entre las 18:00 a 19:00 p.m. con un total de 4,738 vehículos.

4.2.4.2. Cálculo del factor hora punta. Para obtener el factor de hora punta se utilizó los datos del día con mayor demanda vehicular (Lunes de 18:00 a 19:00 p.m.) en intervalos de tiempo de 15 minutos. En las tablas N°22, 23, 24, 25, se muestran los siguientes resultados.

Tabla 22

Conteo Vehicular: Lunes 04 (18:00 p.m-18:15 p.m.)

18:00 - 18:15	AV. JOSÉ DE LAMA					AV. MARCELINO CHAMPAGNAT			Total	%
Tipo de vehículo										
Moto lineal	26	27	22	21	26	27	22	26	197	14.98
Moto taxi	70	66	72	69	73	71	69	72	562	42.74
Automóvil	26	24	26	22	25	26	24	22	195	14.83
Station wagon	27	28	26	21	27	22	22	29	202	15.36
Camioneta pick up	10	9	8	8	10	11	12	12	80	6.08
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	11	10	8	8	10	10	11	11	79	6.01
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitrylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	170	164	162	149	171	167	160	172	1315	100.00

(Aguirre, 2021) Conteo Vehicular: Lunes 04 (18:00 p.m-18:15 p.m.)

Tabla 23

Conteo Vehicular: Lunes 04 (18:15 p.m-18:30 p.m.)

18:15 - 18:30	AV. JOSÉ DE LAMA				AV. MARCELINO CHAMPAGNAT				Total	%
Tipo de vehículo										
Moto lineal	13	13	10	11	12	12	11	12	94	8.31
Moto taxi	62	62	62	65	67	69	68	66	521	46.07
Automóvil	21	22	20	20	20	22	19	22	166	14.68
Station wagon	28	27	27	24	24	26	23	26	205	18.13
Camioneta pick up	9	9	8	8	9	9	8	9	69	6.10
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	11	9	10	10	9	9	9	9	76	6.72
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitrylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total	144	142	137	138	141	147	138	144	1131	100.00

(Aguirre, 2021) Conteo Vehicular: Lunes 04 (18:15 p.m-18:30 p.m.)

Tabla 24

Conteo Vehicular: Lunes 04 (18:30 p.m-18:45 p.m.)

18:30-18:45	AV. JOSÉ DE LAMA			AV. MARCELINO CHAMPAGNAT			Total	%		
Tipo de vehículo										
Moto lineal	13	13	12	13	13	13	13	12	102	8.99
Moto taxi	62	66	62	63	63	62	67	66	511	45.02
Automóvil	21	19	20	19	20	20	19	21	159	14.01
Station wagon	28	28	27	26	27	26	26	30	218	19.21
Camioneta pick up	9	9	8	8	9	9	8	9	69	6.08
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	11	9	10	10	9	9	9	9	76	6.70
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitrylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total	144	14	13	13	141	13	14	147	1135	100.0
		4	9	9		9	2			0

(Aguirre, 2021) Conteo Vehicular: Lunes 04 (18:30 p.m-18:45 p.m.)

Tabla 25

Conteo Vehicular: Lunes 04 (18:45 p.m-19:00 p.m.)

18:45-19:00	AV. JOSE DE LAMA				AV. MARCELINO CHAMPAGNAT				Total	%	
Tipo de vehículo											
Moto lineal	13	13	12	13	13	10	13	11	98	8.47	
Moto taxi	60	66	62	63	63	60	67	66	507	43.82	
Automóvil	24	22	19	22	22	20	19	22	170	14.69	
Station wagon	28	30	30	26	27	26	27	29	223	19.27	
Camioneta pick up	10	9	8	8	10	11	12	9	77	6.66	
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Camioneta rural	11	11	11	9	10	10	10	10	82	7.09	
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Omnibus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Semitrylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Total	146	151	142	141	145	137	148	147	1157	100.00	

(Aguirre, 2021) Conteo Vehicular: Lunes 04 (18:45p.m-19:00p.m.)

De acuerdo a las tablas N°23,24, 25, 26 de conteo vehicular en intervalos de 15 minutos el tiempo más crítico es entre las 18:00 p.m. a 18:15 p.m. con un total de 1,315 vehículos, para el cálculo del factor de hora de máxima demanda se utilizó la siguiente fórmula:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(q_{max.15})} \quad (23)$$

Donde:

FHMD: Factor de hora de máxima demanda

VHMD: Volumen horario de máxima demanda

N: Número de periodos en la hora de máxima demanda

Se reemplazó:

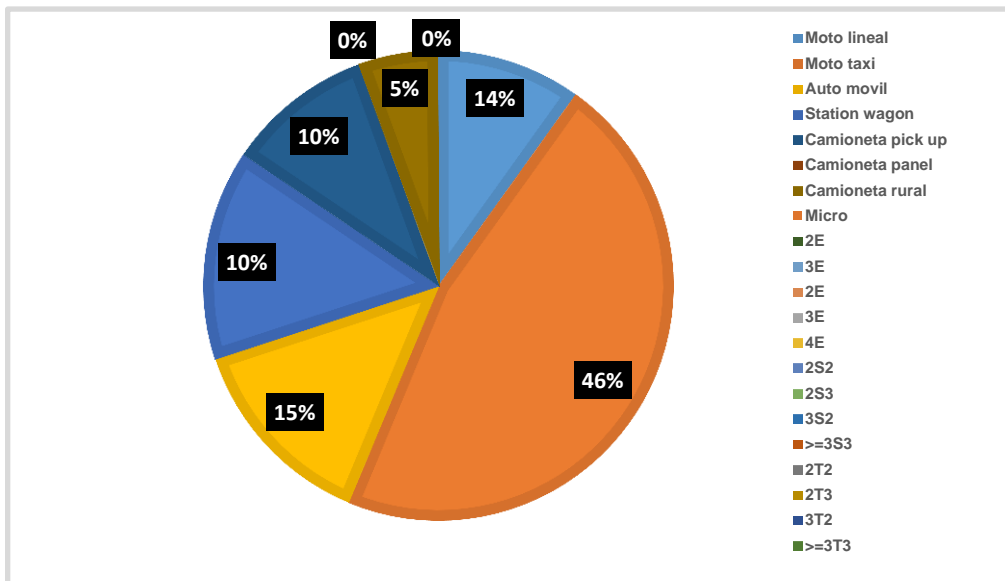
$$FHMD = \frac{4738}{4(1315)} = 0.90$$

El factor de hora de máxima demanda en la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat es de 0.90

4.2.4.3. Clasificación vehicular: Intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat. Como se ha demostrado anteriormente, se observa que la mayor cantidad de vehículos que circulan por esta intersección son las mototaxis.

Gráfico 3

Porcentaje vehicular en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.



(Aguirre, 2021) Porcentaje vehicular en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

4.2.4.4. Ancho de calzadas.

Tabla 26

Ancho de calzadas en Intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

Aproximación	N° Calzadas	N° de carriles	Ancho de carriles
Av. José de Lama ANTES de Av. Marcelino Champagnat	2	2	4.80 m
Av. José de Lama DESPUÉS de Av. Marcelino Champagnat	2	2	4.70 m
Av. Marcelino Champagnat ANTES de Av. José de Lama.	2	2	4.80 m
Av. Marcelino Champagnat DESPUÉS de Av. José de Lama.	2	2	4.80 m

(Aguirre, 2021) Ancho de calzadas: Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

4.2.4.5. Porcentaje de vehículos pesados. De acuerdo a los datos obtenidos del conteo vehicular, se calculó un 0.07% de vehículos pesados.

4.2.4.6. Pendiente de vías. Según la información obtenida por parte de la Municipalidad de Sullana se cuenta con una pendiente de 4.1%.

4.2.4.7. Estacionamiento de vehículos.

- Se contabilizó 12 vehículos estacionados por hora en la Av. José de Lama.

- Se contabilizó 11 vehículos estacionados por hora en la Av. Marcelino Champagnat.

4.2.4.8. Parada de autobuses. En este caso no se encontró parada de autobuses tanto en la Av. José de Lama como en la Av. Marcelino Champagnat.

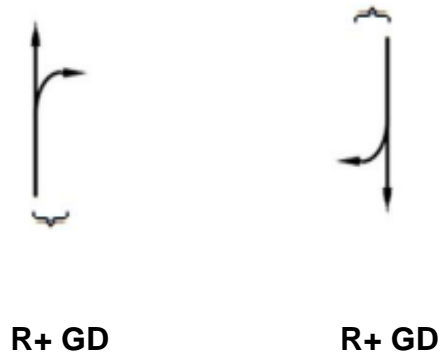
4.2.4.9. Tipología de la zona. Zona urbana.

4.2.4.10. Grupos de carriles. En la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat se ubicaron 4 grupos de carriles.

- Av. José de Lama



- Av. Marcelino Champagnat



4.2.4.11. Participación semafórica en la intersección. Se encontraron 4 semáforos (1, 2, 3 y 4) en la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat. Los semáforos 1 y 2 controlan el tránsito vehicular en la Av. José de Lama y el semáforo 3 y 4 controla el tránsito vehicular de la Av. Marcelino Champagnat. A continuación se detalla el ciclo semafórico de cada uno de ellos.

Tabla 27

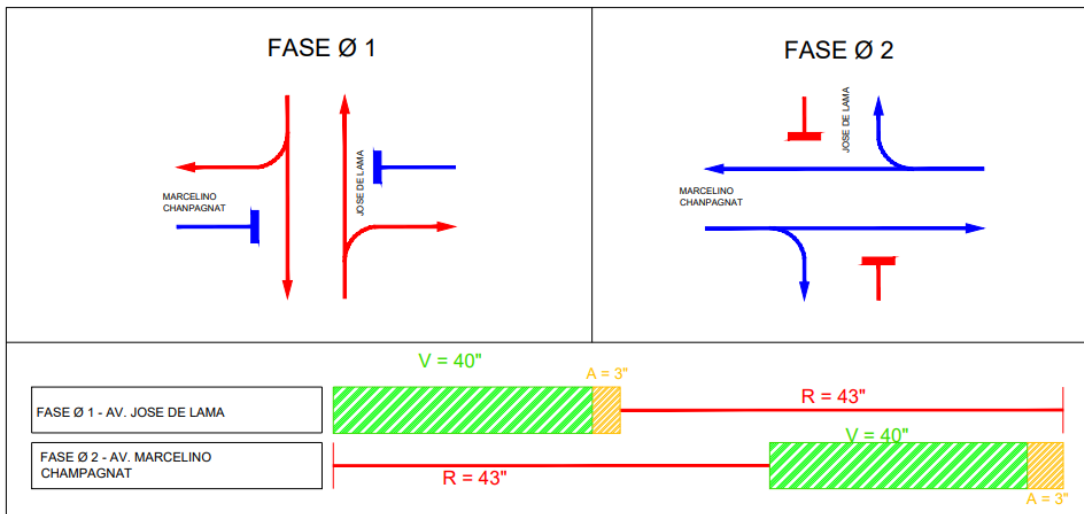
Ciclo semafórico en Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

Semáforo	Verde	Ámbar	Rojo	Total
1	40	3	43	86
2	40	3	43	86
3	40	3	43	86
4	40	3	43	86

(Aguirre, 2021) Ciclo semafórico en Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

Gráfico 12

Ciclo semafórico actual en Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.



(Aguirre, 2021) Ciclo semafórico actual en Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

4.2.4.12. Resumen de datos de intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat. En la tabla N° 28 se muestra de manera detallada los resultados obtenidos en los ítems anteriores.

Tabla 28

Resumen de resultados de intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

	N° de carriles	Ancho de calzada	%Vehículos pesados	Pendiente	Estacionamiento	Parada de autobuses
Av. José de Lama	2	4.80 m	0.07%	4.1%	8	0
	2	4.80 m	0.07%	4.1%	4	0
Av. Marcelino Champagnat	2	4.80 m	0.07%	4.1%	4	0
	2	4.80 m	0.07%	4.1%	7	0

(Aguirre, 2021) Resumen de datos de intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

4.2.4.13. Nivel de servicio y capacidad vehicular de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat. Para la evaluación de la

capacidad y nivel de servicio de esta intersección se utilizó el Manual de capacidad de Carreteras, para ello fue necesario obtener la siguiente información.

4.2.4.13.1. Factor verde.

$$fv = \frac{\text{Fase verde}}{\text{ciclo semafórico}} \quad (24)$$

- En Av. José de Lama

$$fv = \frac{40}{86} = 0.47$$

$$fv = \frac{40}{86} = 0.47$$

- En Av. Marcelino Champagnat

$$fv = \frac{40}{86} = 0.47$$

$$fv = \frac{40}{86} = 0.47$$

4.2.4.13.2. Factor de ancho de carril.

$$fA = 1 + \frac{A - 3.60}{9} \quad (25)$$

- En Av. José de Lama

$$fA = 1 + \frac{4.80 - 3.60}{9} = 1.13$$

$$fA = 1 + \frac{4.80 - 3.60}{9} = 1.12$$

- En Av. Marcelino Champagnat

$$fA = 1 + \frac{4.80 - 3.60}{9} = 1.13$$

$$fA = 1 + \frac{4.80 - 3.60}{9} = 1.13$$

4.2.4.13.3. Factor de vehículos pesados.

$$fp = \frac{1}{1 + \% \text{ vehiculos pesados}} \quad (26)$$

- En Av. José de Lama

$$fp = \frac{1}{1 + 0.07\%} = 1$$

- En Av. Marcelino Champagnat

$$fp = \frac{1}{1 + 0.07\%} = 1$$

4.2.4.13.4. Factor de inclinación.

$$fi = 1 - \frac{\text{pendiente} (\%)}{200} \quad (27)$$

- En Av. José de Lama

$$fi = 1 - \frac{4.1\%}{200} = 1$$

- En Av. Marcelino Champagnat

$$fi = 1 - \frac{4.1\%}{200} = 1$$

4.2.4.13.5. Factor de estacionamiento.

$$fe = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 * N_m}{3600 * N} \quad (28)$$

- En Av. José de Lama

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 8}{3600 * 2} = 0.93$$

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 4}{3600 * 2} = 0.94$$

- En Av. Marcelino Champagnat

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 4}{3600 * 2} = 0.94$$

$$f_e = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 7}{3600 * 2} = 0.93$$

4.2.4.13.6. Factor de parada de autobuses

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 * N^{\circ} autobuses}{3600 * N^{\circ} carril} \quad (29)$$

- En Av. José de Lama

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 * 0}{3600 * 2} = 1$$

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 * 0}{3600 * 2} = 1$$

- En Av. Marcelino Champagnat



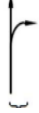

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 * 0}{3600 * 2} = 1$$

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 * 0}{3600 * 2} = 1$$

4.2.4.13.7. Factor de giros a la derecha.

Tabla 29

Factores de giros a la derecha





Accesos		Factores de giros a la derecha
Av. José de Lama		0.85
		0.85
Av. Marcelino Champagnat		0.85
		0.85

Revisión del HCM 2010 y 2000 intersecciones semaforizadas, pág. 24., 2015.

4.2.4.13.8. Factor de giros a la izquierda

Tabla 30

Factores de giros a la izquierda

Accesos	Giros	Factores de giros a la izquierda
Av. José de Lama		1
		
Av. Marcelino Champagnat		1
		1

Revisión del HCM 2010 y 2000 intersecciones semaforizadas, pág. 24., 2015.





4.2.4.13.9. Factor de zona urbana. Para una zona urbana se utiliza el factor de 0.90.

4.2.4.13.10. Capacidad vehicular real. A continuación se presenta la fórmula que permitió calcular la capacidad real vehicular de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

$$C_r = 1900 * N^{\circ} \text{ carril} * f_v * f_A * f_p * f_i * f_e * f_{bb} * f_{gd} * f_{gi} * f_{ar} \quad (30)$$

Tabla 31

Capacidad real vehicular de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat

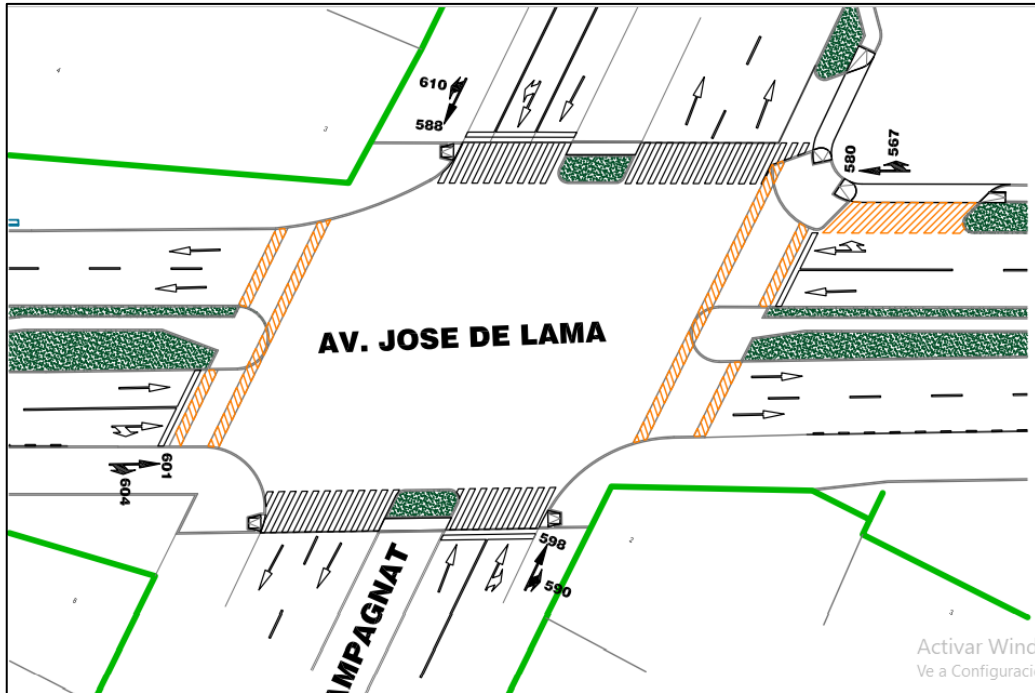
	Giros	N° de carriles	F_v	f_A	F_p	F_i	f_e	f_{bb}	f_{gd}	f_{gi}	f_{ar}	Capacidad real vehicular (V/H)
Av. José de Lama		2	0.47	1.13	1	1	0.93	1	0.85	1	0.90	1436
		2	0.47	1.12	1	1	0.94	1	0.85	1	0.90	1438
Av. Marcelino Champagnat		2	0.47	1.13	1	1	0.94	1	0.85	1	0.90	1451
		2	0.47	1.13	1	1	0.93	1	0.85	1	0.90	1436

(Aguirre, 2021) Capacidad real vehicular de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat

4.2.4.13.11. Intensidad circulante.

Figura 27

Intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat con flujos de entrada y salida



(Aguirre, 2021) Intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat con flujos de entrada y salida

$$I = \frac{IHP}{FHP} \quad (31)$$

- En Av. José de Lama

$$I = \frac{1205}{0.90} = 1339 \text{ veh/h}$$

$$I = \frac{1147}{0.90} = 1274 \text{ veh/h}$$

- En Av. Marcelino Champagnat

$$I = \frac{1188}{0.90} = 1320 \text{ veh/h}$$

$$I = \frac{1198}{0.90} = 1331 \text{ veh/h}$$

4.2.4.13.12. Cálculo de coeficiente

$$\frac{I}{C} \tag{32}$$

- En Av. José de Lama

$$\frac{I}{C} = \frac{1319}{1436} = 0.92$$

$$\frac{I}{C} = \frac{1274}{1438} = 0.89$$

- En Av. Marcelino Champagnat

$$\frac{I}{C} = \frac{1320}{1451} = 0.90$$





$$\frac{I}{C} = \frac{1331}{1436} = 0.93$$

4.2.4.13.13. Niveles de servicio por accesos. Para determinar el nivel de servicio de cada acceso se debe tener en cuenta la siguiente formula.

$$d = 0.38 * C * \frac{(1 - fv)^2}{(1 - fv * \frac{I}{C})} + 173 * \left(\frac{I}{C}\right)^2 * \sqrt{\left(\left(\frac{I}{C}\right) - 1\right)^2 + 16 * \left(\frac{I}{C^2}\right)} \tag{33}$$

Tabla 32

Nivel de servicio por acceso

	Giros	fv	C (ciclo semafórico)	I	C	I/c	Demora (Seg.)	Nivel de servicio
Av. José de Lama		0.47	86	1339	1436	0.92	35.1	D
		0.47	86	1274	1438	0.89	36.1	D
Av. Marcelino Champagnat		0.47	86	1320	1451	0.90	35.7	D
		0.47	86	1331	1436	0.93	34.8	D

(Aguirre, 2021) Niveles de servicio de intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

4.2.4.13.14. Nivel de servicio de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat

$$d_{intersección} = \frac{\sum demora * intensidad}{\sum intensidad} \quad (34)$$

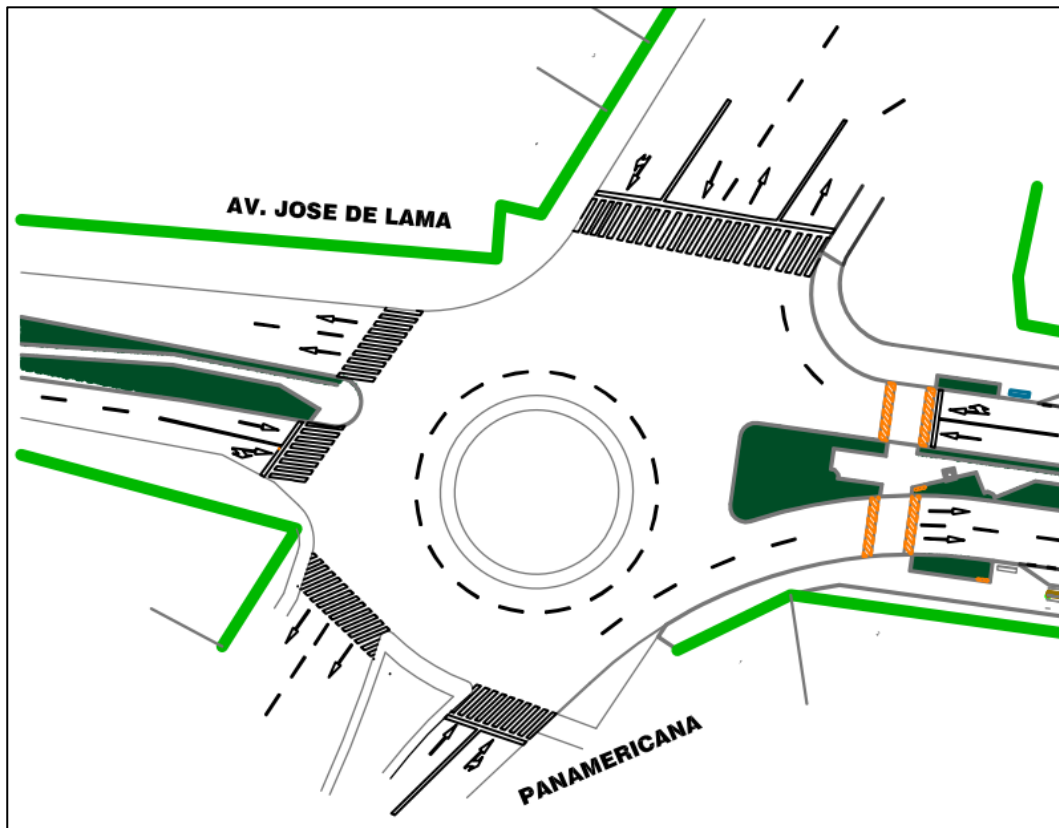
$$d_{intersección} = \frac{(35.1 * 1339) + (36.1 * 1274) + (35.7 * 1320) + (34.8 * 1331)}{1339 + 1274 + 1320 + 1331}$$
$$= 35.4 \text{ seg.}$$

Por lo tanto el nivel de servicio de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat es el "D"

4.2.5. Intersección semaforizada: Av. José de Lama con Panamericana Norte.

Figura 28

Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte



(Aguirre, 2021) Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.

4.2.5.1. Conteo vehicular. Se empleó el método manual, conteos realizados en el periodo de 7 días de Lunes a Domingo durante 12 horas del día. Obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la tabla N°33

Tabla 33

Conteo vehicular en Av. José de Lama con Panamericana Norte del Lunes 04 al Domingo 10 de Octubre

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
07:00 - 8:00	4877	4725	4674	4784	4745	4726	4536	33067
08:00 - 9:00	4858	4830	4739	4821	4785	4744	4568	33345
09:00 - 10:00	4797	4799	4777	4749	4869	4770	4592	33353
10:00 - 11:00	4805	4761	4731	4785	4805	4721	4597	33205
11:00 - 12:00	4788	4738	4755	4729	4736	4695	4534	32975
12:00 - 13:00	4812	4679	4752	4767	4716	4689	4536	32951
13:00 - 14:00	4802	4697	4724	4727	4620	4676	3561	31807
14:00 - 15:00	4776	4770	4691	4700	4698	4619	3538	31792
15:00 - 16:00	4768	4801	4674	4744	4721	4609	3548	31865
16:00 - 17:00	4816	4703	4675	4747	4726	4621	3536	31824
17:00 - 18:00	4783	4706	4671	4721	4710	4624	3560	31775
18:00 - 19:00	4780	4686	4711	4718	4743	4630	3540	31808
TOTAL	57662	56895	56574	56992	56874	56124	48646	389767
%	14.79	14.60	14.51	14.62	14.59	14.40	12.48	100.00

(Aguirre, 2021) Conteo vehicular: Av. José de Lama con Panamericana Norte.

De la tabla N° 34, se observa que el día con mayor demanda vehicular es el Lunes entre las 7:00 a 8:00 am con un total de 4,877 vehículos.

4.2.5.2. Cálculo del factor hora punta. Para obtener el factor de hora punta se utilizó los datos del día con mayor demanda vehicular (Lunes de 7:00 a 8:00 a.m.) en intervalos de tiempo de 15 minutos. En las tablas N°34, 35, 36, 37 se muestran los siguientes resultados.

Tabla 34

Conteo Vehicular: Lunes 04 (07:00 a.m-07:15 a.m.)

07:00-07:15	AV. JOSE DE LAMA					PANAMERICANA NORTE					Total	%			
Tipo de vehículo															
Moto lineal	15	12	7	15	10	8	15	12	8	15	11	8	136	11.16	
Moto taxi	53	41	40	44	40	38	55	45	33	44	45	33	511	41.92	
Automóvil	16	14	11	16	13	10	15	16	12	16	13	10	162	13.29	
Station wagon	12	9	7	13	12	10	15	14	12	13	13	10	140	11.48	
Camioneta pick up	5	6	10	7	10	18	10	9	11	14	7	14	121	9.93	
Camioneta panel	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	6	0.49	
Camioneta rural	16	18	0	16	12	0	14	11	0	17	13	0	117	9.60	
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Omnibus 2E	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	5	0.41	
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Camión 3E	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	4	0.33	
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Semitraylers 2S2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0.25	
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0.16	
Semitraylers 3S2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0.33	
Semitrylers >= 3S3	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	2	0	8	0.66	
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Total	118	102	80	112	99	90	129	107	76	126	105	75	1219	100	

(Aguirre, 2021) Conteo Vehicular: Lunes 04 (07:00 a.m-07:15 a.m.)

Tabla 35

Conteo Vehicular: Lunes 04 (07:15 a.m-07:30 a.m.)

07:15-07:30	AV. JOSE DE LAMA						PANAMERICANA NORTE						Total	%	
Tipo de vehículo															
Moto lineal	12	12	10	11	11	8	14	12	8	13	12	10	133	10.83	
Moto taxi	44	41	40	44	40	42	49	45	53	46	45	47	536	43.65	
Automóvil	15	14	12	15	13	14	16	15	12	15	13	12	166	13.52	
Station wagon	12	9	7	10	11	10	13	13	12	13	13	10	133	10.83	
Camioneta pick up	5	6	10	9	10	13	10	10	11	12	7	12	115	9.36	
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Camioneta rural	15	15	0	15	13	0	15	13	0	15	13	0	114	9.28	
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Omnibus 2E	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	5	0.41	
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Camión 3E	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.41	
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Semitraylers 2S2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	3	0	7	0.57	
Semitraylers 2S3	0	0	2	0	0	2	0	0	0	3	0	0	7	0.57	
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.08	
Semitrylers >= 3S3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.08	
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0.16	
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Traylers 3t2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.08	
Traylers >=3T3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0.16	
Total	105	102	83	106	99	90	120	109	98	118	107	91	1228	100	

(Aguirre, 2021) Conteo Vehicular: Lunes 04 (07:15 a.m-07:30 a.m.)

Tabla 36

Conteo Vehicular: Lunes 04 (07:30 a.m-07:45 a.m.)

07:30-07:45	AV. JOSE DE LAMA						PANAMERICANA NORTE						Total	%
Tipo de vehículo														
Moto lineal	14	12	10	11	9	12	14	12	6	14	12	10	136	11.07
Moto taxi	44	41	40	44	40	41	49	45	33	49	45	43	514	41.86
Automóvil	15	14	11	15	13	13	16	15	12	15	13	13	165	13.44
Station wagon	12	9	8	11	12	10	13	13	12	13	13	12	138	11.24
Camioneta pick up	5	6	10	7	10	13	10	9	11	12	7	12	112	9.12
Camioneta panel	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.08
Camioneta rural	20	16	0	16	12	0	14	11	0	15	13	0	117	9.53
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 2E	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.16
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 3E	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.41
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.16
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	3	0	1	0	0	1	0	0	5	0.41
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0.16
Semitrylers >= 3S3	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	6	0.49
Traylers 2T2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.08
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.08
Total	112	102	85	106	99	89	117	109	74	121	103	90	1207	100

(Aguirre, 2021) Conteo Vehicular: Lunes 04 (07:30 a.m-07:45 a.m.)

Tabla 37

Conteo Vehicular: Lunes 04 (07:45 a.m-08:00 a.m.)

07:45-08:00	AV. JOSE DE LAMA						PANAMERICANA NORTE						Total	%	
Tipo de vehículo															
Moto lineal	14	12	10	11	11	8	14	12	8	14	12	10	136	11.07	
Moto taxi	44	41	40	44	40	42	49	45	53	49	45	47	539	43.89	
Automóvil	15	14	12	15	13	12	16	15	12	15	13	12	164	13.36	
Station wagon	12	9	7	10	11	10	12	13	12	13	13	10	132	10.75	
Camioneta pick up	5	6	10	9	10	13	10	10	11	12	7	12	115	9.36	
Camioneta panel	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.08	
Camioneta rural	15	15	0	15	13	0	15	13	0	15	13	0	114	9.28	
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Omnibus 2E	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	5	0.41	
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Camión 3E	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.41	
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Semitraylers 2S2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	3	0	7	0.57	
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.08	
Semitrylers >= 3S3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0.16	
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Traylers 3t2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.16	
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
Total	107	102	83	106	99	85	119	109	96	119	107	91	1223	100	

(Aguirre, 2021) Conteo Vehicular: Lunes 04 (07:45a.m-08:00a.m.)

De acuerdo a las tablas N°34, 35, 36, 37 de conteo vehicular en intervalos de 15 minutos el tiempo más crítico es entre las 7:15 a.m. a 7:30 a.m. con un total de 1,228 vehículos, para el cálculo del factor de hora de máxima demanda se utilizó la siguiente fórmula:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(q_{max.15})} \quad (35)$$

Donde:

FHMD: Factor de hora de máxima demanda

VHMD: Volumen horario de máxima demanda

N: Número de periodos en la hora de máxima demanda

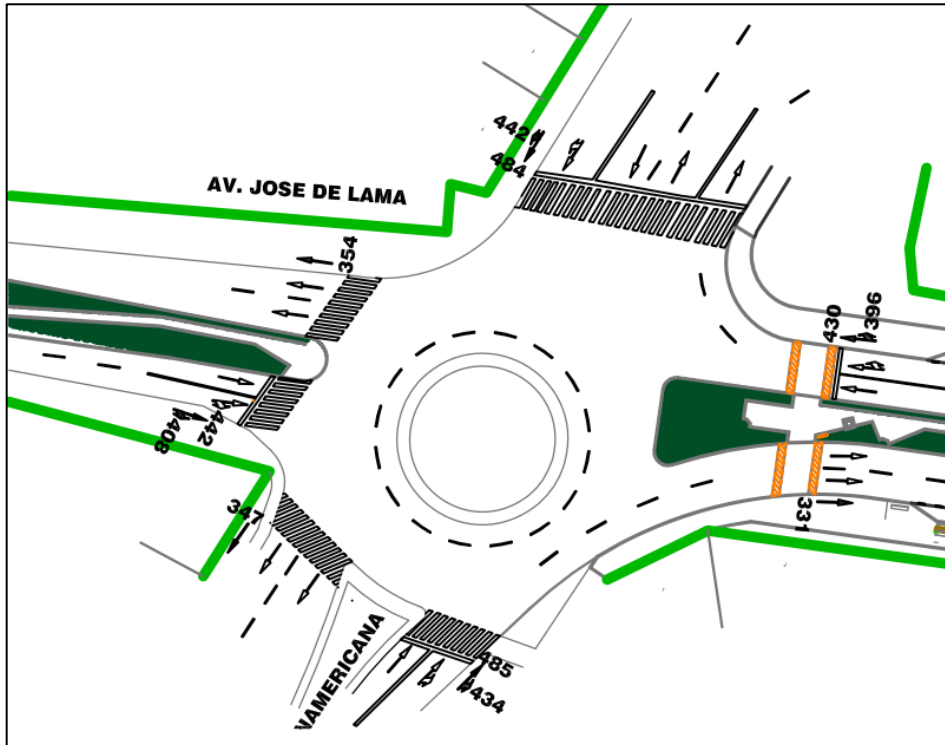
Se reemplazó:

$$FHMD = \frac{4877}{4(1228)} = 0.99$$

El factor de hora de máxima demanda en la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte es de 0.99

Figura 29

Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte con flujos de entrada y salida

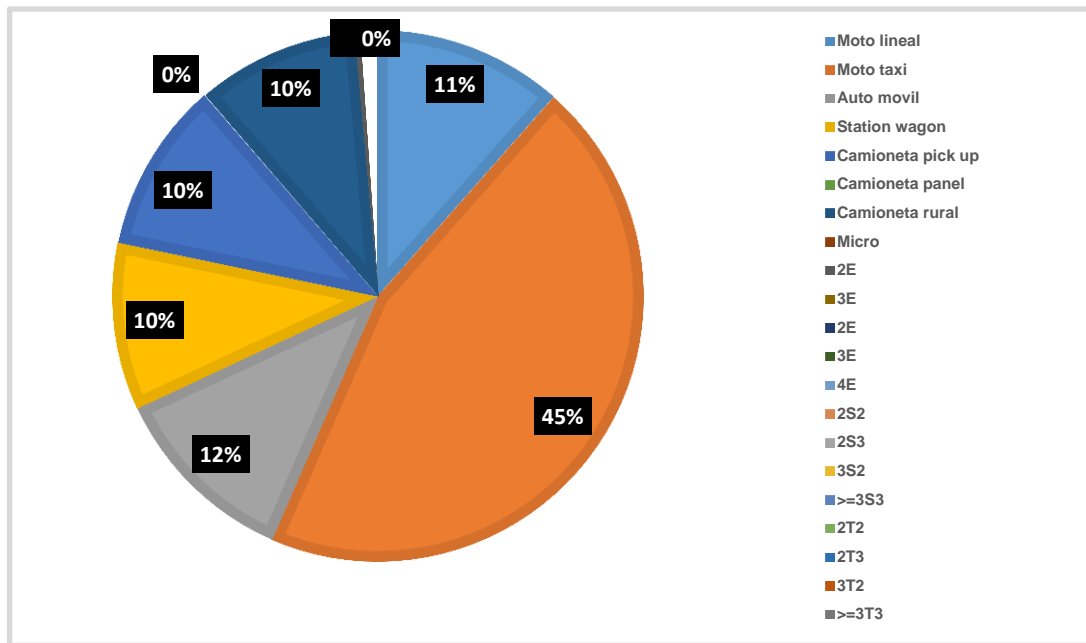


(Aguirre, 2021) Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte con flujos de entrada y salida

4.2.5.3. Clasificación vehicular: Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte. Como se ha demostrado anteriormente, se observa que la mayor cantidad de vehículos que circulan por esta intersección son las mototaxis.

Gráfico 4

Porcentaje vehicular en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte



(Aguirre, 2021) Porcentaje vehicular en intersección Av. José de Lama con Panamericana.

4.2.5.4. Ancho de calzadas.

Tabla 38

Ancho de calzadas en Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.

Accesos	N° Calzadas	N° de carriles	Ancho de carriles
Av. José de Lama antes de Panamericana Norte	2	2	4.75
Av. José de Lama después de Panamericana Norte	2	2	3.6
Panamericana Norte antes Av. José de Lama	2	2	4.6
Panamericana Norte después Av. José de Lama	2	2	4.8

(Aguirre, 2021) Ancho de calzadas: Av. José de Lama con Panamericana Norte

4.2.5.5. Participación semafórica en la intersección. Se encontraron 4 semáforos (1,2, 3 y 4) en la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte. Los semáforos 1 y 2 controlan el tránsito vehicular en la Av. José de Lama y los semáforos 3 y 4 controlan el tránsito vehicular de la Panamericana Norte. A continuación se detalla el ciclo semafórico de cada uno de ellos.

Tabla 39

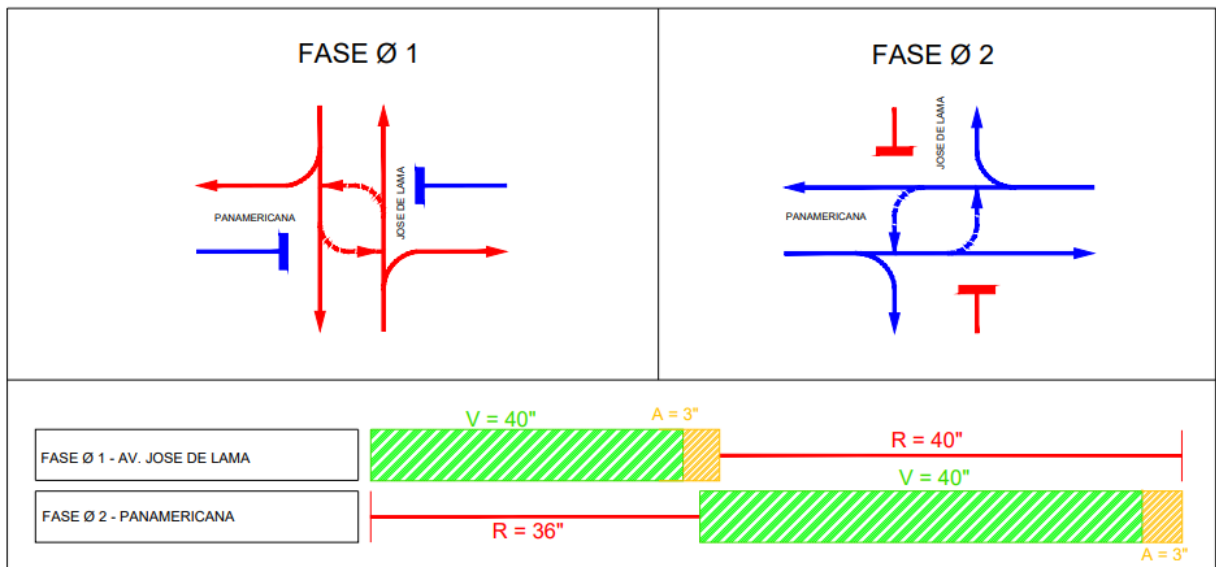
Ciclo semafórico en Av. José de Lama con Panamericana Norte

Semáforos	Verde	Ámbar	Rojo	Total
1	40	3	40	83
2	40	3	40	83
3	40	3	36	79
4	40	3	36	79

(Aguirre, 2021) Ciclo semafórico en Av. José de Lama con Panamericana Norte.

Gráfico 5

Ciclo semafórico actual en Av. José de Lama con Panamericana Norte.



(Aguirre, 2021) Ciclo semafórico actual en Av. José de Lama con Panamericana Norte.

4.2.5.6. Cálculo de volumen de demanda de movimiento

$$V_i = \frac{veh(dir)/hr}{FHP} \quad (37)$$

V_i : Volumen de demanda de movimiento













$\frac{veh(dir)}{hr}$: Vehículos que giran convertidos al giro de movimiento directo por hora.

FHP : Factor de hora punta

Para calcular el volumen de demanda de movimiento (V_i) fue necesario calcular el conteo de vehículos tanto ligeros como pesados por giros de movimientos, valores que fueron multiplicados por los factores que se muestran en la tabla N° 40

Tabla 40

Composición vehicular por giro de movimientos

COMPOSICIÓN VEHICULAR POR GIRO DE MOVIMIENTOS				
ACCESO	GIRO POR MOVIMIENTO	TOTAL	N° VEHICULOS POR ACCESO	
AV. JOSE DE LAMA SENTIDO OESTE	 R	442	1181	
	 D	408		
	 I	331		
AV. JOSE DE LAMA SENTIDO ESTE	 R	430	1180	
	 D	396		
	 I	354		
PANAMERICANA NORTE SENTIDO SUR	 R	485	1263	
	 D	434		
	 I	344		
PANAMERICANA NORTE SENTIDO NORTE	 R	484	1253	
	 D	422		
	 I	347		
		TOTAL	4877 vehículos	

(Aguirre, 2021) Composición vehicular por giro de movimientos.

- En Av. José de Lama

$$\frac{veh(fis)}{hr} = 442 + 430 = 872 \text{ veh/ dia}$$

$$\frac{veh(fis)}{hr} = 408 + 396 = 804 \text{ veh/ dia}$$

$$\frac{veh(fis)}{hr} = 331 + 354 = 685 \text{ veh/ dia}$$

- En Panamericana Norte

$$\frac{veh(fis)}{hr} = 485 + 484 = 969 \text{ veh/ dia}$$

$$\frac{veh(fis)}{hr} = 434 + 422 = 856 \text{ veh/ dia}$$

$$\frac{veh(fis)}{hr} = 344 + 347 = 691 \text{ veh/ dia}$$

Tabla 41*Factores conversión por giros.*

Tipo de giro	Factor para movimiento directo (FDM)
Recto	1.00
Giro a la derecha	1.10
Giro a la izquierda	1.50

Highway Capacity Manual (HCM), 2000, Manual de carreteras

- En Av. José de Lama

$$\frac{veh(dir)}{hr} = 872 * 1 = 872 \text{ veh/ dia}$$

$$\frac{veh(dir)}{hr} = 804 * 1.10 = 884 \text{ veh/ dia}$$

$$\frac{veh(dir)}{hr} = 685 * 1.50 = 1028 \text{ veh/ dia}$$

- En Panamericana Norte

$$\frac{veh(dir)}{hr} = 969 * 1 = 969 \text{ veh/ dia}$$

$$\frac{veh(dir)}{hr} = 856 * 1.10 = 942 \text{ veh/ dia}$$

$$\frac{veh(dir)}{hr} = 691 * 1.50 = 1037 \text{ veh/ dia}$$

Según la norma DG-2018, el coeficiente de orden (K) para esta intersección es de 0.18 y se aplicó en la siguiente fórmula. Entonces se puede determinar que los vehículos que giran convertidos en movimiento directo por día (Veh (dir)/ hr) son los volúmenes horarios de diseño (VHD) como se muestra a continuación.

- En Av. José de Lama

$$\frac{veh(dir)}{hr} = 872 * 0.18 = 157 \text{ veh/ hora}$$

$$\frac{veh(dir)}{hr} = 884 * 0.18 = 159 \text{ veh/ hora}$$

$$\frac{veh(dir)}{hr} = 1028 * 0.18 = 185 \text{ veh/ hora}$$

- En Panamericana Norte

$$\frac{veh(dir)}{hr} = 969 * 0.18 = 174 \text{ veh/ hora}$$

$$\frac{veh(dir)}{hr} = 942 * 0.18 = 170 \text{ veh/ hora}$$

$$\frac{veh(dir)}{hr} = 1037 * 0.18 = 187 \text{ veh/ hora}$$

Finalmente con los resultados obtenidos anteriormente se puede determinar el volumen de demanda por movimiento (V_i)

$$V_i = \frac{veh(dir)/hr}{FHP} \quad (38)$$

- En Av. José de Lama

$$V_i = \frac{157}{0.99} = 159 \text{ veh/hr}$$

$$V_i = \frac{159}{0.99} = 161 \text{ veh/hr}$$

$$V_i = \frac{185}{0.99} = 187 \text{ veh/hr}$$

- En Panamericana Norte

$$V_i = \frac{174}{0.99} = 176 \text{ veh/hr}$$

$$V_i = \frac{170}{0.99} = 171 \text{ veh/hr}$$

$$V_i = \frac{187}{0.99} = 189 \text{ veh/hr}$$

4.2.5.6.1. Resumen de volúmenes de demanda por movimiento

Tabla 42

Volúmenes de demanda por giro de movimiento

Giro por movimiento	AV. JOSE DE LAMA			PANAMERICANA NORTE		
	R	D	I	R	D	I
Veh(fis)/dia	872	804	685	969	856	691
Veh(dir)/dia	872	884	1028	969	942	1037
Veh(dir)/hora	157	159	185	174	170	187
Vi(Veh/hr)	159	161	187	176	171	189

(Aguirre, 2021) Volúmenes de demanda por giro de movimiento

4.2.5.7. Tasa de flujo de demanda de movimiento. Es necesario mencionar que se tomó solo el factor de ajuste de vehículos pesados por el efecto restrictivo que tienen en cuanto al flujo vehicular debido a su mayor tamaño y menor capacidad de velocidad.

$$V_{i,cpe} = \frac{V_i}{fHV} \quad (39)$$

Para ello se determinó primero el factor de ajuste de vehículos, teniendo como referencia la tabla N°44 y aplicándola en la siguiente fórmula.

$$fHV = \frac{1}{1 + P_T(ET - 1)} \quad (40)$$

Dónde:

$v_{i,pce}$ = Tasa de flujo de la demanda de movimiento

v_i = Volumen de la demanda de movimiento i , veh/h

fHV = Factor de ajuste de vehículos pesados.

P_T = Proporción de volumen de la demanda que consiste en vehículos pesados

ET = Equivalencia de los vehículos de pasajeros para los vehículos pesados

$$P_T = \frac{\sum Vehiculos}{Veh(dir)/dia} \quad (41)$$

Tabla 43

Equivalencia por clase de vehículos

Tipo de vehículo	Equivalencia de vehículos (ET)
Vehículos ligeros	1.00
Vehículos pesados	2.00
Bicicletas	0.5

Highway Capacity Manual (HCM), 2000, Manual de carreteras.

- En Av. José de Lama (vehículos pesados)

$$P_T = \frac{40}{872} = 0.05$$

$$fHV = \frac{1}{1 + 0.05(2 - 1)} = 0.95$$

$$V_{i,cpe} = \frac{159}{0.95} = 167 \text{ veh/h}$$

$$PT = \frac{40}{886} = 0.05$$

$$fHV = \frac{1}{1 + 0.05(2 - 1)} = 0.95$$

$$V_{i,cpe} = \frac{161}{0.95} = 169 \text{ veh/h}$$

$$PT = \frac{40}{1028} = 0.04$$

$$fHV = \frac{1}{1 + 0.04(2 - 1)} = 0.96$$

$$V_{i,cpe} = \frac{187}{0.96} = 195 \text{ veh/h}$$

- En Panamericana Norte (vehículos pesados)

$$PT = \frac{50}{969} = 0.05$$

$$fHV = \frac{1}{1 + 0.05(2 - 1)} = 0.95$$

$$V_{i,cpe} = \frac{176}{0.95} = 185 \text{ veh/h}$$

$$PT = \frac{50}{942} = 0.05$$

$$fHV = \frac{1}{1 + 0.05(2 - 1)} = 0.95$$

$$V_{i,cpe} = \frac{171}{0.95} = 180 \text{ veh/h}$$

$$PT = \frac{50}{1037} = 0.05$$

$$fHV = \frac{1}{1 + 0.05(2 - 1)} = 0.95$$

$$V_{i,cpe} = \frac{189}{0.95} = 199 \text{ veh/h}$$

4.2.5.8. Volúmenes de entrada de la rotonda

Tabla 44

Volumen de entrada de la rotonda

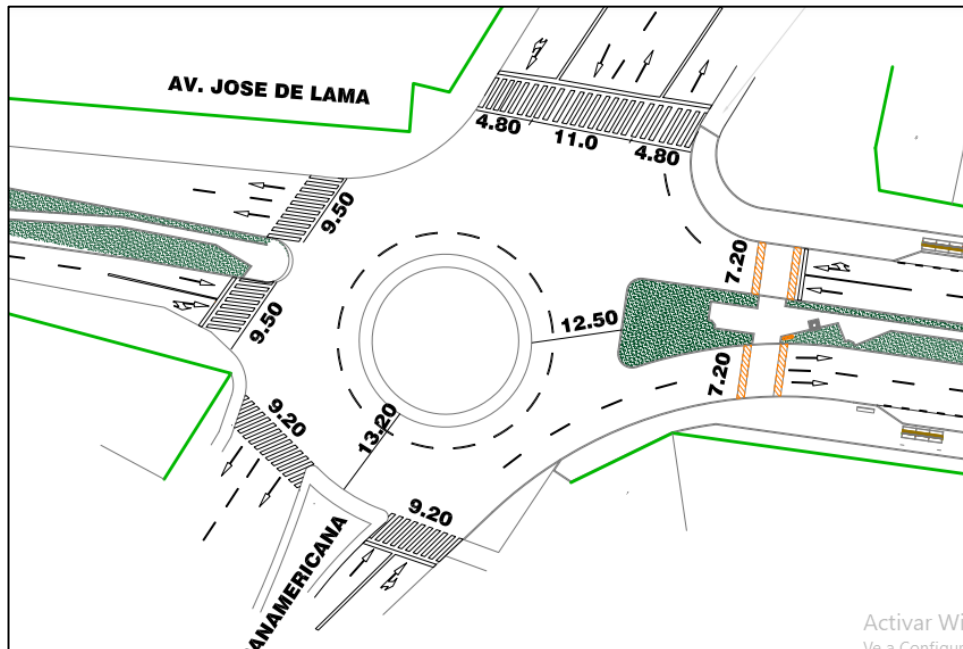
Flujo (Veh/h)	Av. José de Lama			Panamericana Norte		
$V_{i,cpe}$	167	169	195	185	180	199
Flujos de entrada	531			564		

(Aguirre, 2021) Volumen de entrada de la rotonda

4.2.5.9. Método Wardrop

Figura 30

Medidas de calzadas de entrada, circulación y salida en Av. José de Lama con Panamericana Norte



(Aguirre, 2021) Medidas de calzadas de entrada, circulación y salida en Av. José de Lama con Panamericana Norte

Para el cálculo de la capacidad de una rotonda, se debe aplicar la Fórmula de Wardrop, como se puede ver en la formula N° 42 y 43.

$$Q_p = \frac{(160 * W * \left(\frac{1+e}{W}\right))}{\left(1 + \frac{W}{L}\right)} \quad (42)$$

$$e = \frac{(e1 + e2)}{2} \quad (43)$$

Q_p = Capacidad de la sección de entrecruzamiento, como tránsito mixto, en vehículos/hora.

W = ancho de la sección de entrecruzamiento, m.

e = ancho promedio de las entradas en la sección de entrecruzamiento.

$e1, e2$ = ancho de cada entrada a la sección de entrecruzamiento, m.

L = Longitud de la sección de entrecruzamiento, m.

- En la Av. José de Lama

$$e = \frac{4.75 + 3.60}{2} = 4.18 \text{ m}$$

$$Q_p = \frac{(160 * 13.20 * (\frac{1 + 4.18}{13.20}))}{(1 + \frac{13.20}{46})} = 644 \text{ veh/h}$$

- En la Panamericana Norte

$$e = \frac{4.6 + 4.8}{2} = 4.7 \text{ m}$$

$$Q_p = \frac{(160 * 12.50 * (\frac{1 + 4.7}{12.50}))}{(1 + \frac{12.50}{44.6})} = 712 \text{ veh/h}$$

4.2.5.9.1. Resumen de resultados del Método Wardrop. Para los accesos Av. José de Lama y Panamericana Norte aplicando las formulas N°42 y 43 se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 45

Resumen de resultados del Método Wardrop.

Accesos	e1	e2	E	W	L	W/L	Qp(Veh/h)
Av. José de Lama	4.75	3.60	4.18	13.20	46	0.29	644
Panamericana Norte	4.6	4.8	4.7	12.50	44.6	0.28	712

(Aguirre, 2021) Resumen de resultados del Método Wardrop.

4.2.5.10. Relación volumen- Capacidad. Para un funcionamiento correcto de una rotonda, la relación volumen- capacidad debe encontrarse en un rango de hasta 0.85 - 0.90. Para el cálculo de relación volumen- capacidad se utilizó la siguiente formula.

$$X = \frac{V}{C} \tag{44}$$

Donde:

V = volumen [veh/h]

C = capacidad [veh/h]

- En Av. José de Lama

$$X = \frac{531}{644} = 0.82$$

- En Panamericana Norte

$$X = \frac{564}{712} = 0.80$$

Tabla 46

Relación volumen- Capacidad

Flujo vehicular	Av. José de Lama	Panamericana Norte
C	644	712
X	0.82	0.80

(Aguirre, 2021) Relación volumen- Capacidad

4.2.5.11. Control de demora. Tomando en cuenta los anteriores resultados se empleó la formula N°45.

$$d = \frac{3600}{c} + 900T \left(x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c}\right) X}{450T}} \right) + 5 * \min(x, 1) \quad (45)$$

Dónde:

d = promedio de control de demora, s/veh

x = relación de volumen a la capacidad del carril

c = capacidad del carril, veh/h

T = período de tiempo (T = 1 para 1 hora, T = 0.25 para 15 min)

- En Av. José de Lama

$$d = \frac{3600}{644} + 900 * 0.25 \left(0.82 - 1 + \sqrt{(0.82 - 1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{644}\right) * 0.82}{450 * 0.25}} \right) + 5 * 0.82$$

$$d = 30.04 \text{ seg/ veh}$$

- En Panamericana Norte

$$d = \frac{3600}{712} + 900 * 0.25 \left(0.80 - 1 + \sqrt{(0.80 - 1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{712}\right) * 0.80}{450 * 0.25}} \right) + 5 * 0.80$$

$$d = 26.01 \text{ seg/ veh}$$

Tabla 47

Control de demora

Flujo vehicular	Av. José de Lama	Panamericana Norte
C	644	712
X	0.82	0.80
D	30.04	26.01

(Aguirre, 2021) Control de demora

4.2.5.12. Nivel de servicio

De acuerdo a la tabla N° se definen los niveles de servicio si la relación volumen- capacidad de un carril es mayor o menor a 1.0. Para determinar los niveles de servicio se basan solo en el control de demora.

Tabla 48

Niveles de Servicio de acuerdo al control de demora.

Control de demora (seg/hr)	Nivel de Servicio por relación Volumen-Capacidad	
	v/c ≤ 1.0	v/c ≥ 1.0
≤ 5	Nivel de Servicio A	Nivel de Servicio F
>5-15	Nivel de Servicio B	Nivel de Servicio F
>15-25	Nivel de Servicio C	Nivel de Servicio F
>25-40	Nivel de Servicio D	Nivel de Servicio F
>40-60	Nivel de Servicio E	Nivel de Servicio E
> 60	Nivel de Servicio F	Nivel de Servicio F

Highway Capacity Manual (HCM), 2000, Manual de carreteras

Tabla 49*Nivel de servicio en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte*

Acceso	<i>d</i>	Nivel de servicio
Av. José de Lama	30.04	D
Panamericana norte	26.01	D

(Aguirre, 2021) Nivel de servicio en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte

4.3. Propuestas de investigación

Anteriormente desarrollado el estudio de tráfico de las tres intersecciones semaforizadas ubicadas en la principal Av. José de Lama, se calculó el nivel de servicio y la capacidad vehicular de cada una de ellas, a continuación se desarrollará el replanteo de los ciclos semafóricos con el fin de reducir las demoras y poder lograr que sus tiempos de demora en todos los accesos de estudio sean parecidos, asimismo se realizará la simulación en el software Synchro 8.0 para comprobar las mejoras en tiempo real.

El Manual de Carreteras HCM (2000) plantea un desarrollo iterativo para lograr un ciclo semafórico nuevo basándose en el ancho y el número de fases de cada acceso como a continuación se observa en la formula N° 273328.

$$C = n * \left(7 + \frac{\sum A_i}{1.20} \right) < 90 \text{ seg.} \quad (46)$$

Donde:

n: Número de fases

A: Ancho de cada acceso

4.3.3. Propuesta de ciclo semafórico en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

$$C = 3 * \left(7 + \frac{4.3 + 3.9}{1.20} \right) < 90 \text{ seg.}$$

$$C = 42 < 90 \text{ seg}$$

Tabla 50

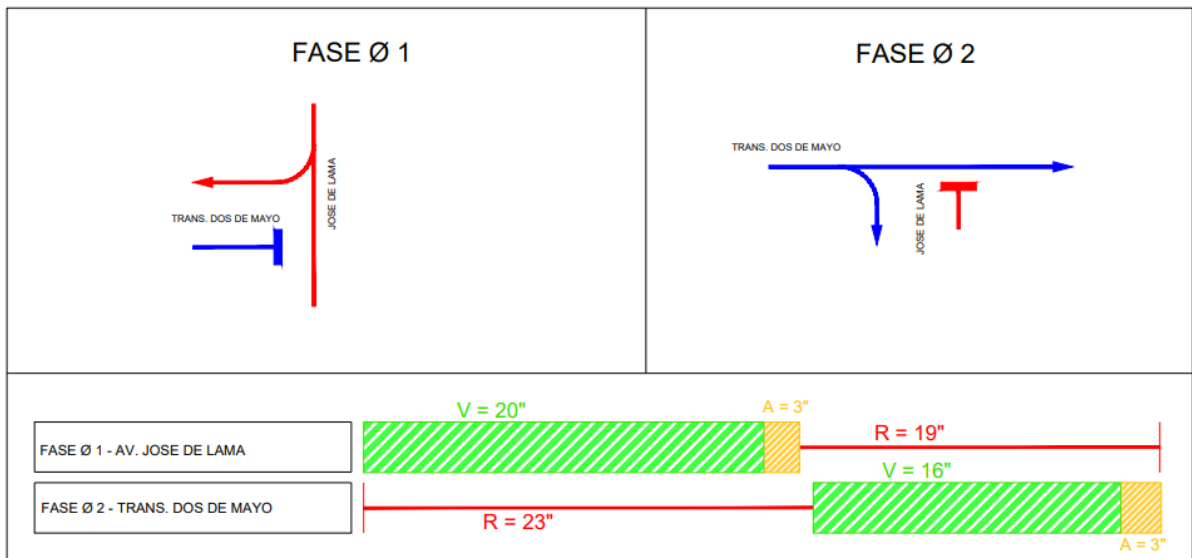
Ciclo semafórico nuevo en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

Semáforos	Verde	Ámbar	Rojo	Total
1	20	3	19	42
2	16	3	23	42

(Aguirre, 2021) Ciclo semafórico nuevo en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

Gráfico 6



Ciclo semafórico propuesto en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo



(Aguirre, 2021) Ciclo semafórico propuesto en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

Tabla 51

Demora actual y demora propuesta de intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

Acceso	Av. José de Lama	Trans. Dos de Mayo
Giro		
Demora actual (seg)	33.34	43.19
Demora propuesta (seg)	26.02	23.72

(Aguirre, 2021) Demora actual y demora propuesta de intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

- Demora en intersección actual

$$d_{intersección} = \frac{(33.34 * 1314) + (43.19 * 1194)}{1314 + 1194} = 38 \text{ seg.}$$

- Demora en intersección propuesta

$$d_{intersección} = \frac{(26.02 * 1314) + (23.72 * 1194)}{1314 + 1194} = 25 \text{ seg.}$$

Por lo tanto, se puede observar que en la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo el nivel de servicio mejoró, paso de nivel D a nivel C, disminuyendo el tiempo de demora de 38 segundos a 25 segundos.

4.3.4. Propuesta de ciclo semafórico en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat

$$C = 3 * \left(7 + \frac{4.8 + 4.7 + 4.8 + 4.8}{1.20} \right) < 90 \text{ seg.}$$

$$C = 69 < 90 \text{ seg}$$

Tabla 52

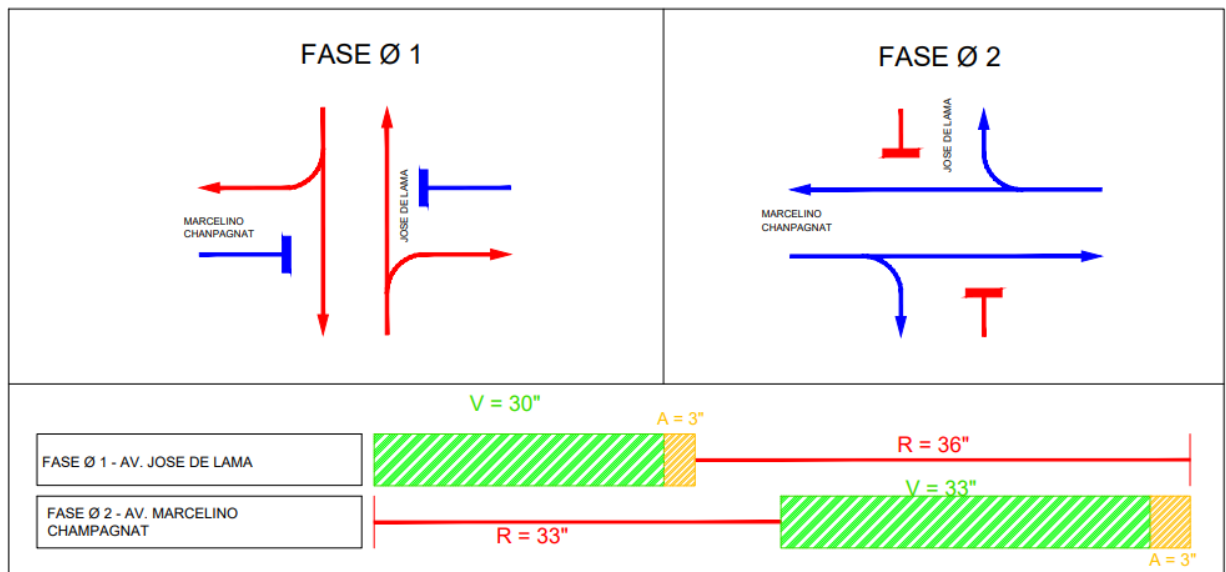
Ciclo semafórico propuesto en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat

Semáforos	Verde	Ámbar	Rojo	Total
1	30	3	36	69
2	30	3	36	69
3	33	3	33	69
4	33	3	33	69

(Aguirre, 2021) Ciclo semafórico propuesto en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat

Gráfico 7





Ciclo semafórico propuesto en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat



(Aguirre, 2021) Ciclo semafórico propuesto en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat

Tabla 53

Demora actual y demora propuesta de intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat

Accesos	Giros	Demora actual (Seg.)	Demora propuesta (seg.)
Av. José de Lama		35.1	35.5
		36.1	32.9
Av. Marcelino Champagnat		35.7	32.6
		34.8	31.8

(Aguirre, 2021) Demora actual y demora propuesta de intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat

- Demora en intersección actual

$$d_{intersección} = \frac{(35.1 * 1339) + (36.1 * 1274) + (35.7 * 1320) + (34.8 * 1331)}{1339 + 1274 + 1320 + 1331} = 35 \text{ seg.}$$

- Demora en intersección propuesta

$$d_{intersección} = \frac{(35.5 * 1339) + (32.9 * 1274) + (32.6 * 1320) + (31.8 * 1331)}{1339 + 1274 + 1320 + 1331} = 33 \text{ seg.}$$

Por lo tanto, se puede observar que en la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat a pesar de que el nivel de servicio sigue siendo el mismo "D", se logró disminuir el tiempo de demora de 35 segundos a 33 segundos.

4.3.5. Propuesta de ciclo semafórico en Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte

$$C = 3 * \left(7 + \frac{4.75 + 3.6 + 4.6 + 4.8}{1.20} \right) < 90 \text{ seg.}$$

$$C = 65 < 90 \text{ seg}$$

Tabla 54

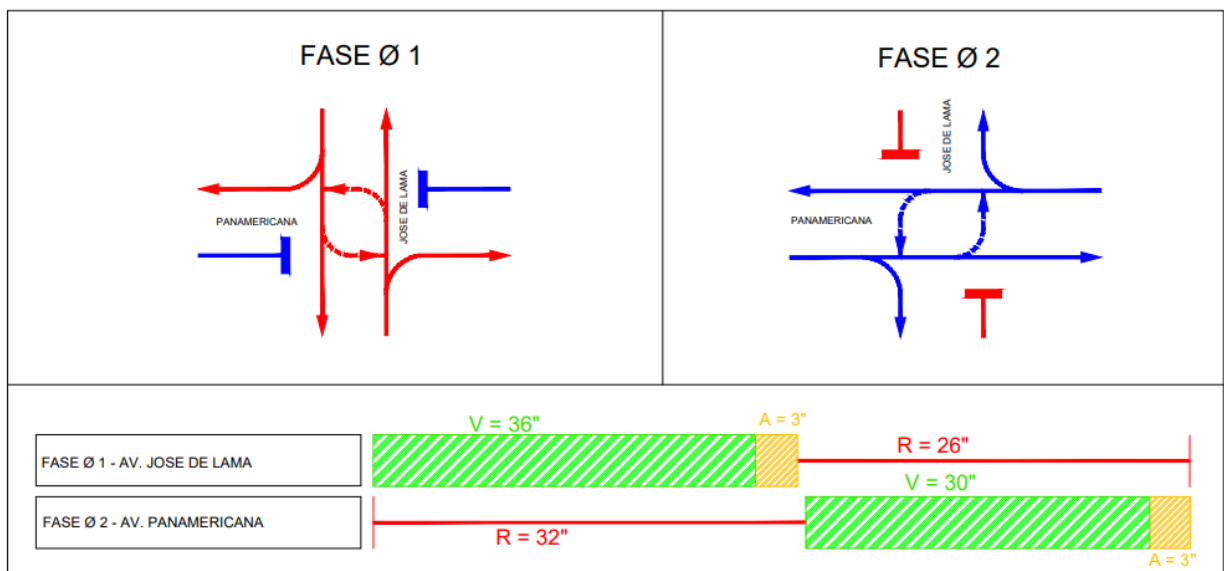
Ciclo semafórico propuesto en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.

Semáforos	Verde	Ámbar	Rojo	Total
1	36	3	26	65
2	36	3	26	65
3	30	3	32	65
4	30	3	32	65

(Aguirre, 2021) Ciclo semafórico propuesto en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.

Gráfico 8

Ciclo semafórico propuesto en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.



(Aguirre, 2021) Ciclo semafórico propuesto en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.

Tabla 55

Demora actual y demora propuesta de intersección Av. José de Lama con Panamericana

Acceso	Demora actual	Nivel de servicio	Demora propuesta	Nivel de Servicio
Av. José de Lama	30.04	D	12.4	B
Panamericana norte	26.01	D	11.6	B

(Aguirre, 2021) Demora actual y demora propuesta de intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.

Por lo tanto, se puede observar que en la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte el nivel de servicio mejoró considerablemente siendo “D” el nivel de servicio actual y “B” el nivel de servicio propuesto. Por tanto el tiempo de demora en la Av. José de Lama disminuyó de 30.04 segundos a 12.4 segundos y en la Panamericana Norte de 26.01 segundos a 11.6 segundos.

4.3.6. Simulación en software Synchro 8

Con la finalidad de encontrar los ciclos semafóricos más óptimos para la Av. José de Lama se realizó la simulación en el software synchro 8.












4.3.6.1. Intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

En la figura N°31 se puede observar los siguientes datos ingresados:

- Traffic volumen (vph), cantidad de vehículos en hora punta.
- Lane Width (m), medida del ancho de cada carril.
- Grade (%), porcentaje de la pendiente.

Figura 31

Configuración de carril de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo en el software Synchro 8.

LANE SETTINGS	 EBL	 EBR	 NBL	 NBT	 SBT	 SBR
Lanes and Sharing (#RL)						
Traffic Volume (vph)	0	863	0	0	421	746
Street Name	Av. José de Lama		Trans. 2 de Mayo			
Link Distance (m)	400.7	—	—	127.9	156.7	—
Links Speed (km/h)	50	—	—	50	50	—
Set Arterial Name and Speed	EB	—	—	NB	SB	—
Travel Time (s)	28.9	—	—	9.2	11.3	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	4.3	4.3	3.9	3.9	3.9	3.9
Grade (%)	4	—	—	0	4	—
Area Type CBD	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	0.0	0.0	0.0	—	—	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	1.00	0.88	1.00	1.00	0.95	0.95
Right Turn Factor	—	0.850	—	—	0.904	—
Left Turn Factor (prot)	—	1.000	—	—	1.000	—
Saturated Flow Rate (prot)	—	2702	—	—	2974	—
Left Turn Factor (perm)	—	1.000	—	—	1.000	—
Right Ped Bike Factor	—	1.000	—	—	1.000	—
Left Ped Factor	—	1.000	—	—	1.000	—
Saturated Flow Rate (perm)	—	2702	—	—	2974	—
Right Turn on Red?	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	441	—	—	761	—
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—









(Aguirre, 2021) Configuración de carril de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo en el software Synchro 8.

En la figura N°32 se puede observar los siguientes datos ingresados:

- Traffic volumen (vph), cantidad de vehículos en hora punta.
- Peak Hour Factor, factor de hora punta.
- Heavy vehicles (%), porcentaje de vehículos pesados.
- Bus Blockages, cantidad de buses estacionados.

Figura 32

Configuración de volumen de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo en el software Synchro 8.

VOLUME SETTINGS	 EBL	 EBR	 NBL	 NBT	 SBT	 SBR
Lanes and Sharing (#RL)						
Traffic Volume (vph)	0	863	0	0	421	746
Conflicting Peds. (#/hr)	0	0	0	—	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	0	—	—	—	0
Peak Hour Factor	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	0	0	0	0	0
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	0	—	—	0	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	881	0	0	430	761
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	881	0	0	1191	0

(Aguirre, 2021) Configuración de volumen de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo en el software Synchro 8.

En la figura N° 33 se puede observar el ciclo semafórico obtenido en el software Synchro 8, el cual fue de 42 segundos concidiendo con los resultados obtenidos manualmente.

Figura 33

Ciclo semafórico de intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo mediante software Sychro 8

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS							
		EBL	EBR	NBL	NBT	SBT	SBR	PED	HOLD
Node #	3								
Zone:									
X East (m):	653.0								
Y North (m):	-375.0								
Z Elevation (m):	0.0								
Description									
Control Type:	Pretimed								
Cycle Length (s):	42.0								
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>								
Optimize Cycle Length:	Optimize								
Optimize Splits:	Optimize								
Actuated Cycle(s):	42.0								
Natural Cycle(s):	50.0								
Max v/c Ratio:	0.91								
Intersection Delay (s):	21.5								
Intersection LOS:	C								
ICU:	0.84								
ICU LOS:	E								
Offset (s):	0.0								
Referenced to:	Begin of Green								
Reference Phase:	2+6 - Unassigned								
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>								
Yield Point:	Single								
Switch Phase									
Leading Detector (m)			2.0			10.0			
Trailing Detector (m)			0.0			0.0			
Minimum Initial (s)			20.0			16.0			
Minimum Split (s)			23.0			19.0			
Total Split (s)			23.0			19.0			
Yellow Time (s)			3.0			3.0			
All-Red Time (s)			0.0			0.0			
Lost Time Adjust (s)			0.0			0.0			
Lagging Phase?									
Allow Lead/Lag Optimize?									
Recall Mode			Max			Max			
Actuated Effct. Green (s)			20.0			16.0			
Actuated g/C Ratio			0.48			0.38			
Volume to Capacity Ratio			0.91			0.85			
Control Delay (s)			22.3			20.6			
Queue Delay (s)			0.0			0.0			
Total Delay (s)			22.3			20.6			
Level of Service			C			C			
Approach Delay (s)			22.3			20.6			
Approach LOS			C			C			
Queue Length 50th (m)			45.6			41.4			
Queue Length 95th (m)			#91.9			#75.5			

(Aguirre, 2021) Ciclo semafórico de intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo mediante software Sychro 8

Figura 34

Intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo con flujos de entrada y salida en software Sychro 8

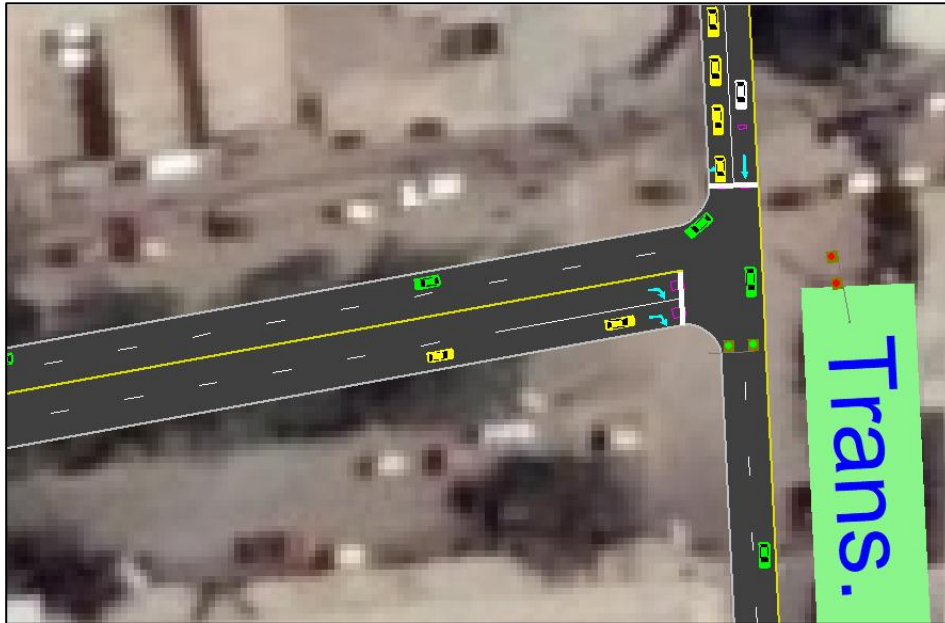


(Aguirre, 2021) Intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo con flujos de entrada y salida en software Sychro 8

En las figuras N°35 y 36 se puede observar la simulación tráfico 2D y 3D en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

Figura 35

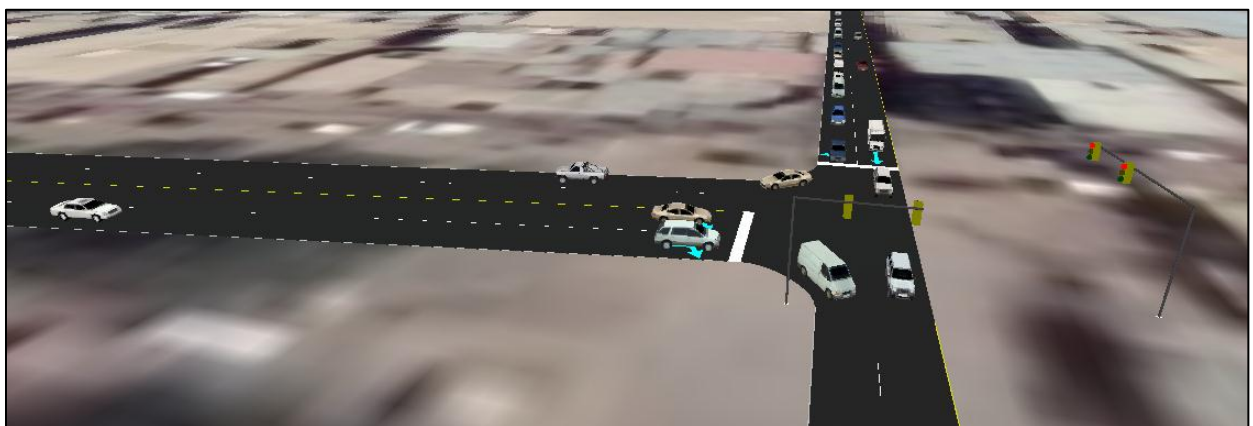
Simulación de tráfico 2D en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo



(Aguirre, 2021) Simulación de tráfico 2D en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

Figura 36

Simulación de tráfico 3D en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.



(Aguirre, 2021) Simulación de tráfico 3D en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

4.3.6.2. Intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat

En la figura N°37 se puede observar los siguientes datos ingresados:

- Traffic volumen (vph), cantidad de vehículos en hora punta.
- Lane Width (m), medida del ancho de cada carril.
- Grade (%), porcentaje de la pendiente.

Figura 37

Configuración de carril de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat en el software Synchro 8.

LANE SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Traffic Volume (vph)	0	604	601	0	580	567	0	598	590	0	588	610
Street Name	Av. José de Lama			Av. José de Lama			Av. Champagnat			Av. Champagnat		
Link Distance (m)	256.6			449.7			257.1			310.1		
Links Speed (km/h)	50			50			50			50		
Set Arterial Name and Speed	EB			WB			NB			SB		
Travel Time (s)	18.5			32.4			18.5			22.3		
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	4.8	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
Grade (%)	4			4			4			4		
Area Type CBD	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Storage Length (m)	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0
Storage Lanes (#)												
Right Turn Channelized			None			None			None			None
Curb Radius (m)												
Add Lanes (#)												
Lane Utilization Factor	1.00	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95
Right Turn Factor		0.925			0.926			0.925			0.924	
Left Turn Factor (prot)		1.000			1.000			1.000			1.000	
Saturated Flow Rate (prot)		3338			3309			3338			3334	
Left Turn Factor (perm)		1.000			1.000			1.000			1.000	
Right Ped Bike Factor		1.000			1.000			1.000			1.000	
Left Ped Factor		1.000			1.000			1.000			1.000	
Saturated Flow Rate (perm)		3338			3309			3338			3334	
Right Turn on Red?			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)		182			176			143			156	
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		

(Aguirre, 2021) Configuración de carril de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat en el software Synchro 8.

En la figura N°38 se puede observar los siguientes datos ingresados:

- Traffic volumen (vph), cantidad de vehículos en hora punta.
- Peak Hour Factor, factor de hora punta.
- Heavy vehicles (%), porcentaje de vehículos pesados.
- Bus Blockages, cantidad de buses estacionados.

Figura 38

Configuración de volumen de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat en el software Synchro 8.

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↑↓			↑↓			↑↓			↑↓		
Traffic Volume (vph)	0	604	601	0	580	567	0	598	590	0	588	610
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	671	668	0	644	630	0	664	656	0	653	678
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	1339	0	0	1274	0	0	1320	0	0	1331	0

(Aguirre, 2021) Configuración de volumen de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat en el software Synchro 8.

En la figura N°39 se puede observar el ciclo semafórico obtenido en el software Synchro 8, el cual fue de 69 segundos concidiendo con los resultados obtenidos manualmente.

Figura 39

Ciclo semafórico de intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat mediante software Synchro 8.

NODE SETTINGS	TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Node #	3														
Zone:															
X East (m):	683.1														
Y North (m):	414.8														
Z Elevation (m):	0.0														
Description															
Control Type	Pretimed														
Cycle Length (s):	69.0														
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>														
Optimize Cycle Length:	Optimize														
Optimize Splits:	Optimize														
Actuated Cycle(s):	69.0														
Natural Cycle(s):	70.0														
Max v/c Ratio:	0.90														
Intersection Delay (s):	25.1														
Intersection LOS:	C														
ICU:	0.87														
ICU LOS:	E														
Offset (s):	0.0														
Referenced to:	Begin of Green														
Reference Phase:	2+6 - NBT SBT														
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>														
Yield Point:	Single														
Switch Phase	0	—	—	—	0	—	—	—	0	—	—	—	0	—	—
Leading Detector (m)	—	10.0	—	—	10.0	—	—	—	10.0	—	—	—	10.0	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	0.0	—	—	—	0.0	—	—
Minimum Initial (s)	—	30.0	—	—	30.0	—	—	—	33.0	—	—	—	33.0	—	—
Minimum Split (s)	—	33.0	—	—	33.0	—	—	—	36.0	—	—	—	36.0	—	—
Total Split (s)	—	33.0	—	—	33.0	—	—	—	36.0	—	—	—	36.0	—	—
Yellow Time (s)	—	3.0	—	—	3.0	—	—	—	3.0	—	—	—	3.0	—	—
All-Red Time (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	0.0	—	—	—	0.0	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	0.0	—	—	—	0.0	—	—
Lagging Phase?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Recall Mode	—	Max	—	—	Max	—	—	—	Max	—	—	—	Max	—	—
Actuated Effct. Green (s)	—	30.0	—	—	30.0	—	—	—	33.0	—	—	—	33.0	—	—
Actuated g/C Ratio	—	0.43	—	—	0.43	—	—	—	0.48	—	—	—	0.48	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	0.85	—	—	0.82	—	—	—	1.66dr	—	—	—	1.67dr	—	—
Control Delay (s)	—	24.5	—	—	22.8	—	—	—	26.2	—	—	—	26.7	—	—
Queue Delay (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	0.0	—	—	—	0.0	—	—
Total Delay (s)	—	24.5	—	—	22.8	—	—	—	26.2	—	—	—	26.7	—	—
Level of Service	—	C	—	—	C	—	—	—	C	—	—	—	C	—	—
Approach Delay (s)	—	24.5	—	—	22.8	—	—	—	26.2	—	—	—	26.7	—	—
Approach LOS	—	C	—	—	C	—	—	—	C	—	—	—	C	—	—
Queue Length 50th (m)	—	82.3	—	—	76.5	—	—	—	80.1	—	—	—	80.9	—	—
Queue Length 95th (m)	—	#114.3	—	—	103.2	—	—	—	#127.5	—	—	—	#128.8	—	—

(Aguirre, 2021) Ciclo semafórico de intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat mediante software Synchro 8

Figura 40

Intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat con flujos de entrada y salida en software Synchro 8

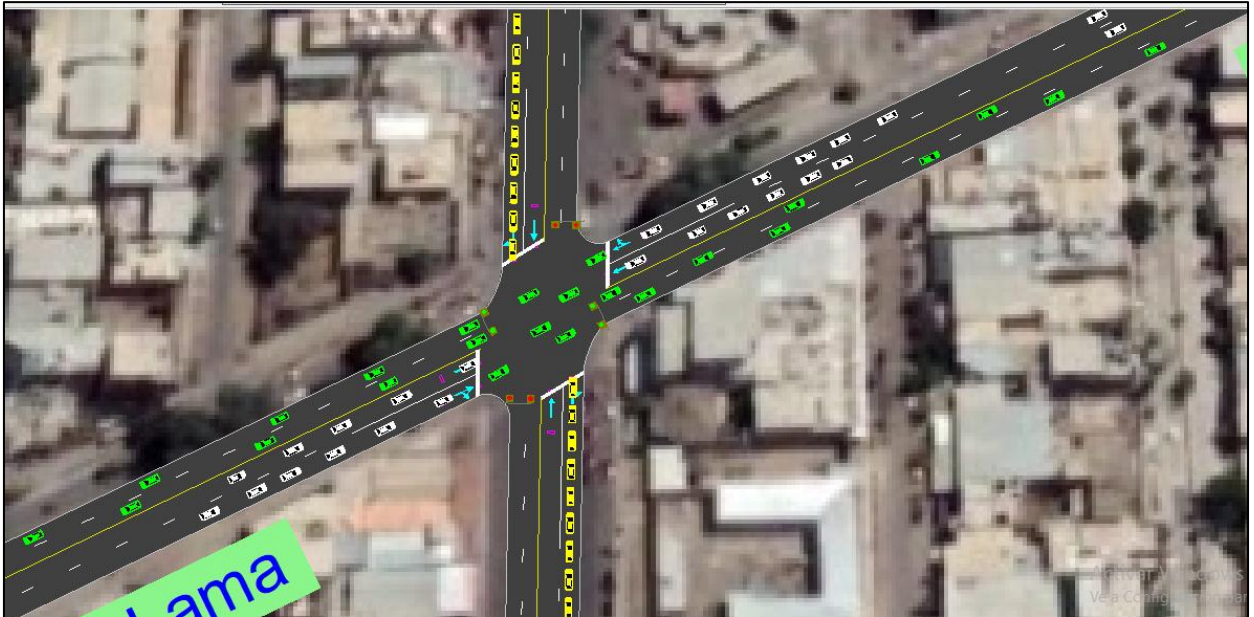


(Aguirre, 2021) Intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat con flujos de entrada y salida.

En las figuras N°41 y 42 se puede observar la simulación tráfico 2D y 3D en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

Figura 41

Simulación de tráfico 2D en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat



(Aguirre, 2021) Simulación de tráfico 2D en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

Figura 42

Simulación de tráfico 3D en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.



(Aguirre, 2021) Simulación de tráfico 3D en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

4.3.6.3. Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.

En la figura N° 43 se puede observar los siguientes datos ingresados:

- Traffic volumen (vph), cantidad de vehículos en hora punta.
- Lane Width (m), medida del ancho de cada carril.
- Grade (%), porcentaje de la pendiente.

Figura 43

Configuración de carril de la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte en el software Synchro 8.

LANE SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↑↓			↑↓			↑↓			↑↓		
Traffic Volume (vph)	331	442	408	354	430	396	344	485	434	347	484	422
Street Name	Av. José de Lama			Av. José de Lama			Panamericana			Panamericana		
Link Distance (m)	178.3			163.1			144.9			107.1		
Links Speed (km/h)	50			50			50			50		
Set Arterial Name and Speed	EB			WB			NB			SB		
Travel Time (s)	12.8			11.7			10.4			7.7		
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	4.8	4.8	4.8	3.6	3.6	3.6	4.6	4.6	4.6	4.8	4.8	4.8
Grade (%)	4			4			4			4		
Area Type CBD	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Storage Length (m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	-			-			-			-		
Right Turn Channelized	Free			Free			Free			Free		
Curb Radius (m)	15.0			15.0			15.0			15.0		
Add Lanes (#)	0			0			0			0		
Lane Utilization Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Right Turn Factor	0.948			0.950			0.948			0.949		
Left Turn Factor (prot)	0.986			0.985			0.987			0.986		
Saturated Flow Rate (prot)	3674			3246			3606			3678		
Left Turn Factor (perm)	0.986			0.985			0.987			0.986		
Right Ped Bike Factor	1.000			1.000			1.000			1.000		
Left Ped Factor	1.000			1.000			1.000			1.000		
Saturated Flow Rate (perm)	3674			3246			3606			3678		
Right Turn on Red?	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Saturated Flow Rate (RTOR)	0			0			0			0		
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		

(Aguirre, 2021) Configuración de carril de la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte en el software Synchro 8.

En la figura N°44 se puede observar los siguientes datos ingresados:

- Traffic volumen (vph), cantidad de vehículos en hora punta.
- Peak Hour Factor, factor de hora punta.
- Heavy vehicles (%), porcentaje de vehículos pesados.
- Bus Blockages, cantidad de buses estacionados.

Figura 44

Configuración de volumen de la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte en el software Synchro 8.

VOLUME SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)												
Traffic Volume (vph)	331	442	408	354	430	396	344	485	434	347	484	422
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	334	446	412	358	434	400	347	490	438	351	489	426
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	1192	0	0	1192	0	0	1275	0	0	1266	0

(Aguirre, 2021) Configuración de volumen de la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte en el software Synchro 8.

Figura 45

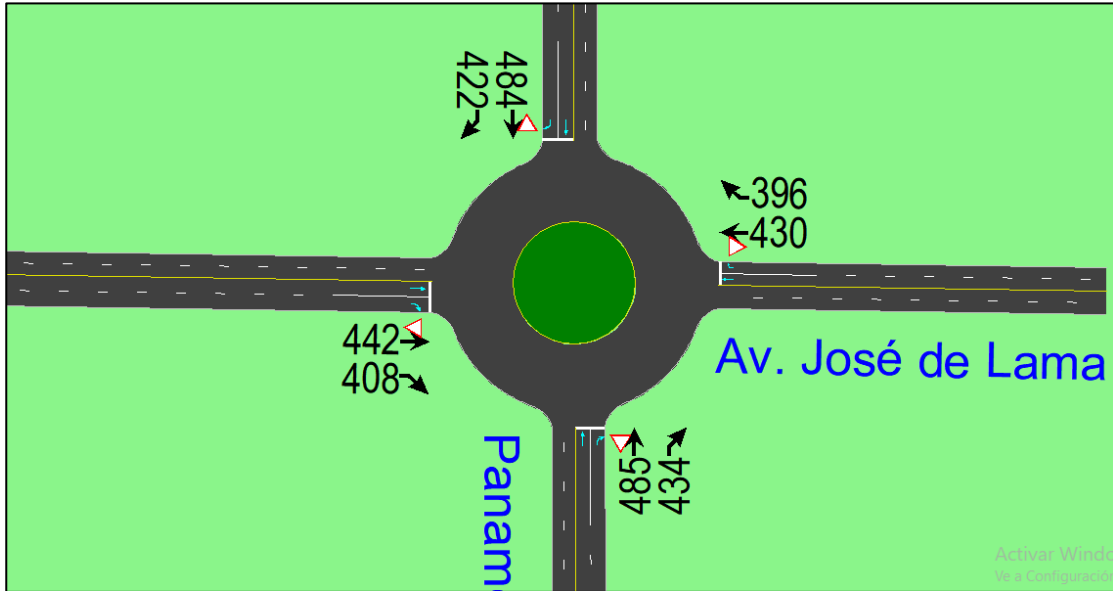
Configuración de nivel de servicio de intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte en el software Synchro 8

NODE SETTINGS		SIGNING SETTINGS												
Node #	1	Lanes and Sharing (#RL)												
Zone:		Traffic Volume (vph)	0	442	408	0	430	396	0	485	434	0	484	422
X East (m):	3208.0	Sign Control	—	Yield	—	—	Yield	—	—	Yield	—	—	Yield	—
Y North (m):	3251.6	Max Exit Lanes	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—
Z Elevation (m):	0.0	Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Description		Volume to Capacity Ratio	—	0.91	—	—	0.89	—	—	0.95	—	—	0.93	—
Control Type	Roundabout													
Max v/c Ratio:	0.95													
Intersection Delay (s):	—													
Intersection LOS:	—													
ICU:	0.59													
ICU LOS:	B													
Inside Radius (m):	19.0													
Outside Radius (m):	40.0													
Roundabout Lanes (#):	1													
Circle Speed (km/h):	30													
Inside Color:														
Transparent Circle:	<input type="checkbox"/>													

(Aguirre, 2021) Configuración de nivel de servicio de intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte en el software Synchro 8

Figura 46

Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte con flujos de circulación, entrada y salida en software Synchro 8

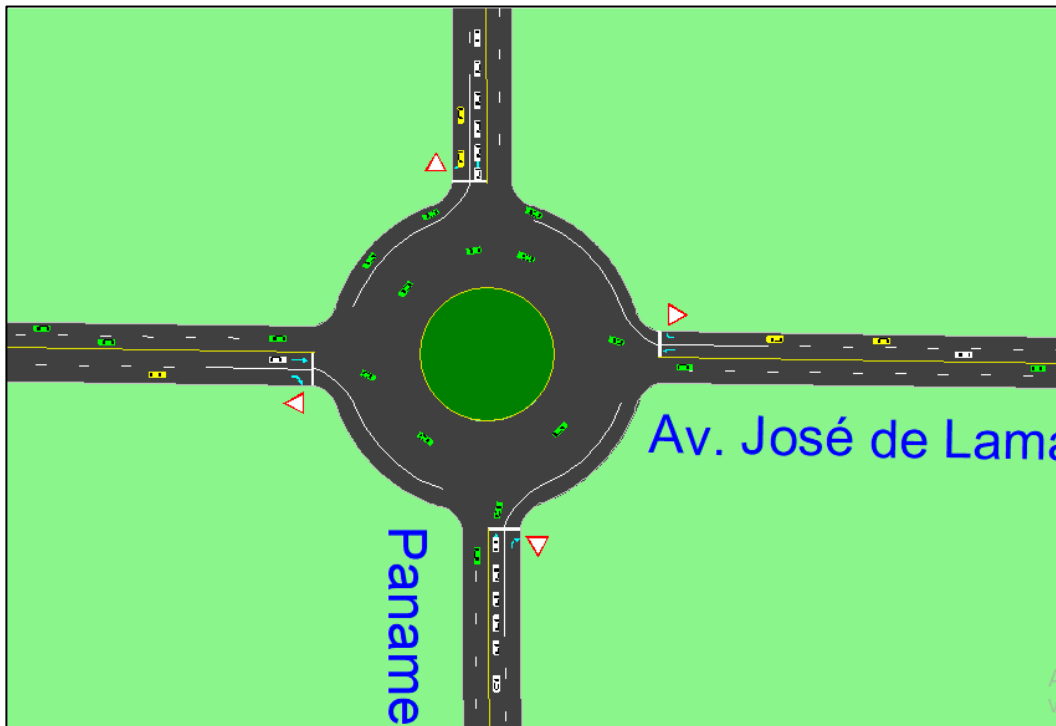


(Aguirre, 2021) Intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte con flujos de circulación, entrada y salida en software Synchro 8

En las figuras N°47 y 48 se puede observar la simulación tráfico 2D y 3D en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.

Figura 47

Simulación de tráfico 2D en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.



(Aguirre, 2021) Simulación de tráfico 2D en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.

Figura 48

Simulación de tráfico 3D en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.



(Aguirre, 2021) Simulación de tráfico 3D en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.

En este caso, se optó por dejar libre el giro de la derecha debido a que los vehículos que ingresen sean a la rotonda sean controlados por el semáforo. De esta manera mejorará notablemente el nivel de servicio y la capacidad de la vía.

4.3.7. Propuesta de señalización vertical y horizontal

La Av. José de Lama es una principal e importante avenida en la ciudad Sullana lo que es necesario una mejora en su señalización debido a que actualmente cuenta con una gran carencia de la misma. A continuación se muestran algunas propuestas de señalización vertical y horizontal guiadas del manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.

4.3.7.1. Señalización vertical.

4.3.7.1.1. Señal de prohibido voltear en U. La Av. José de Lama no cuenta con este tipo de señalización. En este caso la señal (R-10) nos indica que queda totalmente prohibido el voltear en U, en este caso se necesitará en todas las intersecciones de estudio.

4.3.7.1.2. Señal de prohibida circulación de buses. La Av. José de Lama no cuenta con este tipo de señalización. Por tanto se propone la señal (R-25B) para las intersecciones Av. José de Lama con Trans. Dos y con Av. Marcelino Champagnat, ya que con la intersección Panamericana Norte si está permitido la circulación de buses puesto que se cuenta con transportes interprovinciales.

4.3.7.1.3. Señal de prohibido estacionarse. La Av. José de Lama y sus accesos no cuentan con este tipo de señalización generando un desorden vehicular, debido al estacionamiento de vehículos en cualquier lado de la vía. Por tanto se propone la señal (R-27), para que de esta manera se pueda evitar el caos vehicular.

4.3.7.1.4. Señal proximidad de cruce peatonal. La Av. José de Lama no cuenta con este tipo de señalización. Por tanto se propone la señal (P-48A), para poder complementar las marcas peatonales en el pavimento y de esta manera poder evitar cualquier tipo de accidente.

4.3.7.1.5. Señal intersección rotatoria. En la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte es necesario la señal (P-15), la cual indicará al conductor que se acerca a una intersección rotatoria o glorieta.

4.3.7.2. Señalización horizontal

4.3.7.2.1. Línea de borde de calzada. La Av. José de Lama si cuenta con esta señalización, pero no están correctamente visibles. Se propone una línea continua de borde en la calzada de color blanco cuando sea necesario el estacionarse y de color amarillo cuando esté totalmente prohibido el estacionarse.

4.3.7.2.2. Línea de carril. La Av. José de Lama no cuenta con esta señalización, por lo tanto se propone una línea de carril de color blanco discontinua cuyo flujo vehicular permita una sola dirección.

4.3.7.2.3. Línea de pare. La Av. José de Lama no cuenta con esta señalización por lo tanto se propone una línea de pare, una línea continua de color blanco de 0.50 m. de ancho, la cual se ubicará a 1.00m antes del paso peatonal.

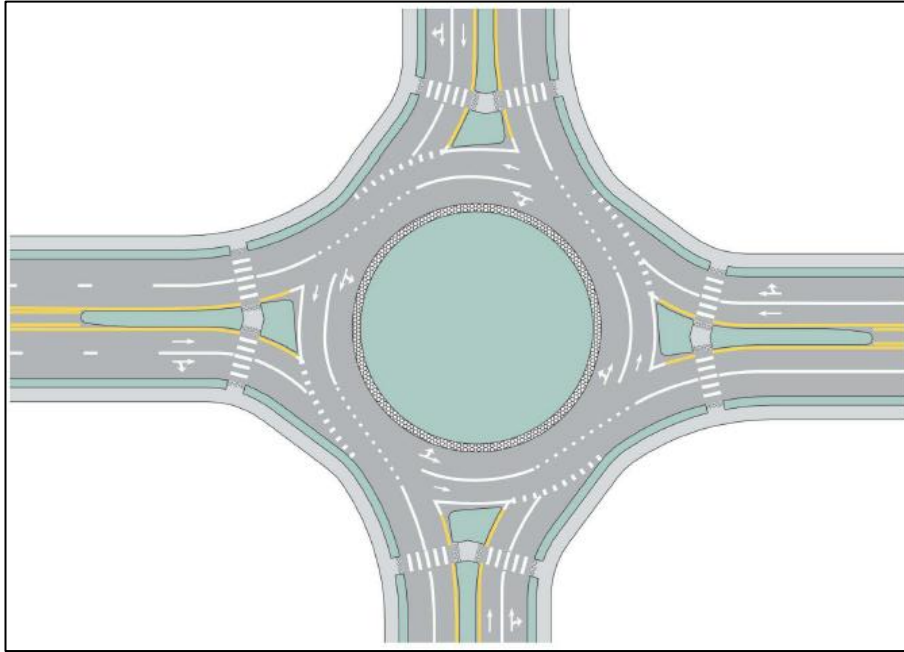
4.3.7.2.4. Línea de cruce peatonal. La Av. José de Lama no cuenta con esta señalización por lo tanto se proponen colocar líneas de cruce peatonal perpendicularmente al flujo vehicular, líneas de color blanco de unos 0.30 a 0.50 m. de ancho las cuales se ubican a 1.00 m de las líneas de pare.

4.3.7.2.5. Flecha recta y de giros. La Av. José de Lama no cuenta con señalización de flechas en la calzada. Se proponen flechas tanto de dirección recta, de giros y en algunos casos de ambos según requiera.

4.3.7.2.6. Demarcación de intersección tipo glorieta o rotonda. En el caso de la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte se habla de una glorieta o rotonda la cual no se encuentra debidamente señalizada. Para una correcta señalización se necesitan marcas, símbolos, letras y leyendas las cuales deben ser compatibles tanto en los carriles giratorios como en los accesos de la rotonda. A continuación en la figura N°49 se muestra el ejemplo de demarcación en intersección tipo glorieta o rotonda de dos carriles.

Figura 49

Ejemplo de demarcación en intersección tipo glorieta o rotonda de dos carriles.



(Aguirre, 2021) Ejemplo de demarcación en intersección tipo glorieta o rotonda de dos carriles

4.4. Docimasia de hipótesis

La propuesta de mejora de la red semafórica permitió mejorar el ordenamiento vehicular y peatonal de la Av. José de Lama, Piura, Sullana.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Secciones viales de las intersecciones de estudio

La intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo se clasifica en intersecciones tipo “T”, en la Av. José de Lama se observó que cuenta con 2 calzadas y 2 carriles en un mismo sentido, además cuenta con una berma central peatonal. En el caso de la Trans. Dos de Mayo cuenta con una calzada de 2 carriles en un mismo sentido. En la tabla N° 56 se muestra las medidas de la sección vial de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

Tabla 56

Medidas de la sección vial de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

	V	E	P	J	C	J	P	E	V
Av. José de Lama	3.18	2.4	8.6	1.53	2.8	1.53	8.6	2.4	3.18
Trans. Dos de Mayo	1.20	-	7.80	-	-	-	-	-	1.20

(Aguirre, 2021) Medidas de la sección vial de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

La intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat se clasifica en intersecciones tipo cruz “+”, en este caso tanto la Av. José de Lama como la Av. Marcelino Champagnat se observó que cuentan con 2 calzadas y 2 carriles en un mismo sentido en cada una de ellas, pero se diferencian en que cuentan con una berma central y un jardín/separador respectivamente. En la tabla N° 57 se muestra las medidas de la sección vial de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

Tabla 57

Medidas de la sección vial de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat

	V	E	P	J	C	J	P	E	V
Av. José ANTES Av. Champagnat	3.00	2.40	9.60	1.53	2.80	1.53	9.60	2.40	3.00
Av. José DESPUÉS Champagnat	3.00	2.40	9.40	2.50	5.00	2.50	9.40	2.40	3.00
Av. Champagnat ANTES Av. José	3.00	2.40	9.60	5.84	-	-	9.60	2.40	3.00
Av. Champagnat DESPUÉS Av. José	3.00	2.40	9.60	5.84	-	-	9.60	2.40	3.00

(Aguirre, 2021) Medidas de la sección vial de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat

La intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte se clasifica en intersecciones tipo rotonda o glorieta, en la Av. José de Lama se observó que cuenta con 2 calzadas y 2 carriles en un mismo sentido, además cuenta con una berma central peatonal. En el caso de la Panamericana Norte antes de la Av. José de Lama se observó que cuenta con 2 calzadas y 2 carriles en un mismo sentido y en la Panamericana Norte después de la Av. José de Lama cuenta con 2 calzadas de 2 carriles opuestos en cada una de ellas. En la tabla N° 58 se muestran las medidas de la sección vial de la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

Tabla 58

Medidas de la sección vial de la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte

	V	J/E	P	J	C	J	P	J/E	V
Av. José ANTES Panamericana	3.00	2.40	9.50	1.53	2.80	1.53	9.50	2.40	3.00
Av. José DESPUÉS Panamericana	3.00	2.40	7.20	1.53	2.80	1.53	7.20	2.40	3.00
Panamericana ANTES Av. José	2.50	2.50	9.20	-	10.00	-	9.20	2.50	2.50
Panamericana DESPUÉS Av. José	V	E	P1	P2	P3	R	-	-	-
	3.00	2.00	4.80	11.00	4.80	8.00	-	-	-

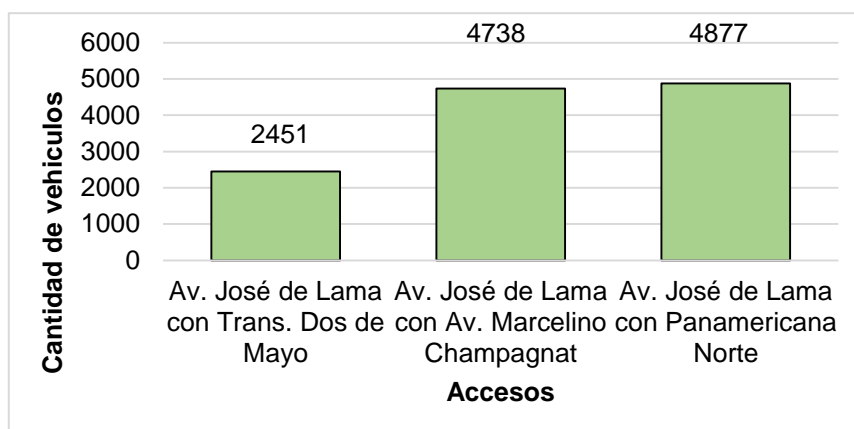
(Aguirre, 2021) Medidas de la sección vial de la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.

5.2. Tráfico vehicular en Av. José de Lama con intersecciones de estudio

Al realizar el conteo vehicular durante el periodo de 7 días de la semana durante 12 horas, se obtuvo que por la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo transitan 2,451 veh/ h, en la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat transitan 4,738 veh/h y en la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte transitan 4,877 veh/h.

Gráfico 9

Comparación del total de vehículos por hora de máxima demanda.

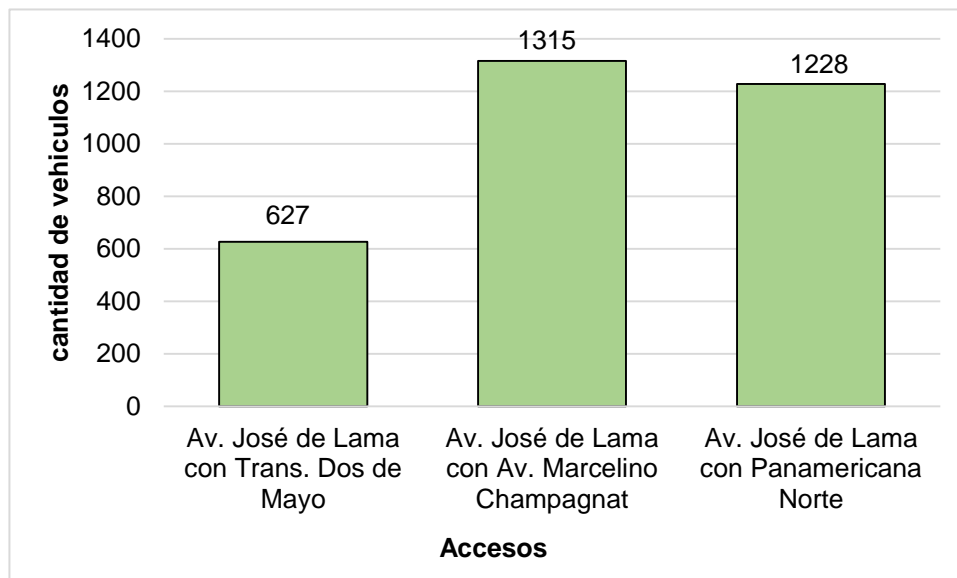


(Aguirre, 2021) Comparación del total de vehículos por hora de máxima demanda.

De acuerdo a la hora de máxima demanda de cada una de las intersecciones estudiadas se determinaron los vehículos que transitan en intervalos de 15 minutos. Para la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo transitan 627 veh/ 15min, en la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat transitan 1,315 veh/ 15min y en la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte 1,228 veh/15 min.

Gráfico 10

Comparación del total de vehículos en intervalos de 15 minutos.

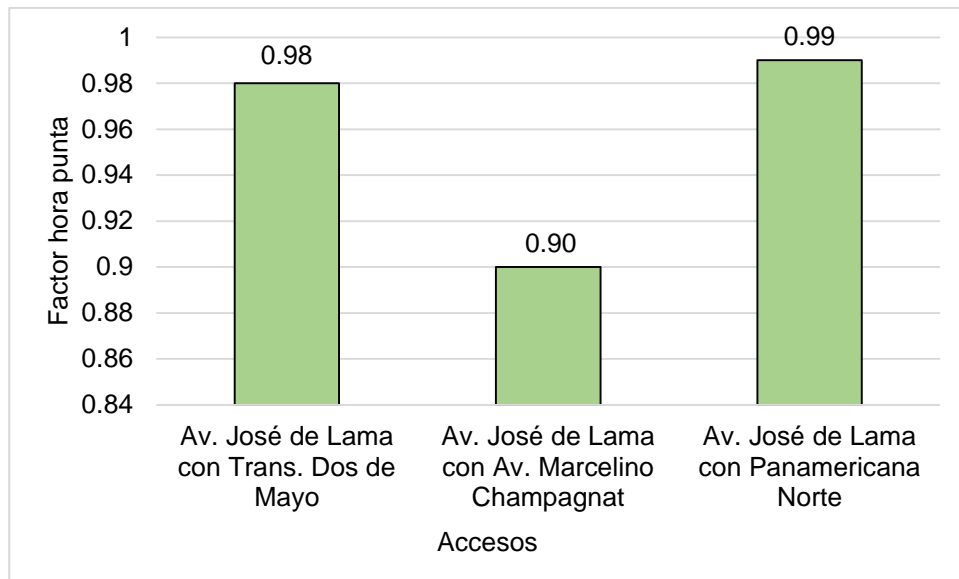


(Aguirre, 2021) Comparación del total de vehículos en intervalos de 15 minutos.

Por lo tanto, las intersecciones Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo, Av. Marcelino Champagnat y Panamericana Norte tuvieron un factor de hora de máxima demanda de 0.98, 0.90, 0.99 respectivamente, los cuales se pueden observar en el siguiente gráfico.

Gráfico 11

Comparación de factores de hora máxima demanda.



(Aguirre, 2021) Comparación de factores de hora máxima demanda.

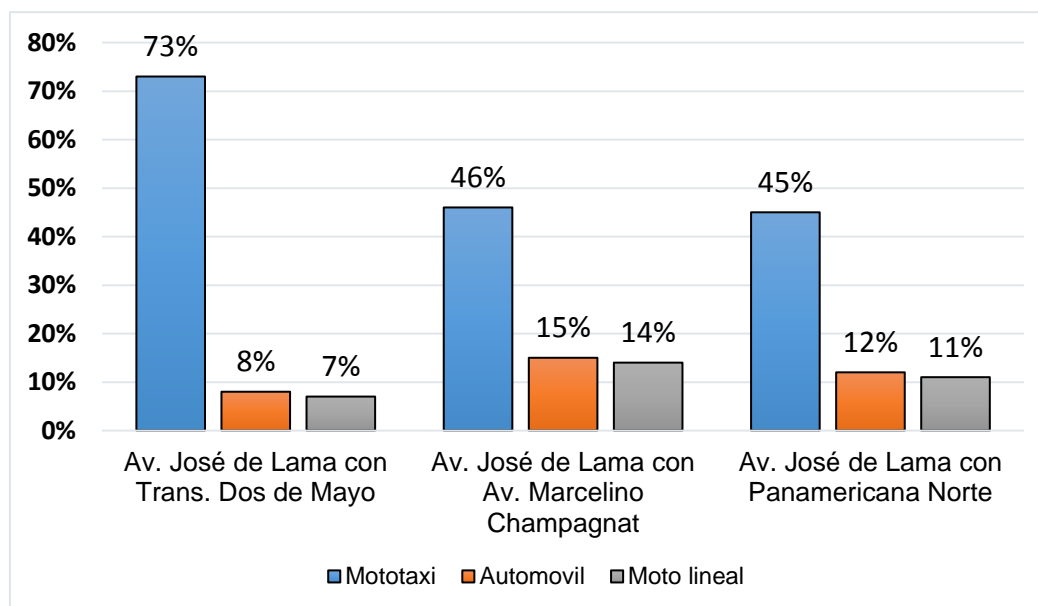
Se observó que el día Lunes, es el día de máxima demanda de vehículos para las 3 intersecciones de estudio, pero se encontraron las horas de máxima demanda en diferentes turnos; siendo para el caso de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo e intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte el turno de mañana de 8:00 am a 9:00 am y de 7:00 am a 8:00 am respectivamente y para la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat el turno de noche de 18:00 pm a 19:00 pm

5.3. Tipos de vehículos que circulan en intersecciones de estudio

Como se ha demostrado anteriormente, el mayor número de vehículos que transitan por las intersecciones de estudio, son las mototaxis entre un 45% a 73% de la cantidad total de vehículos, seguidas de los vehículos automóvil entre un 8% a 15% y finalmente las motos lineales con un 7 % a 14%.

Gráfico 12

Comparación de porcentajes de los principales vehículos en Av. José de Lama.



(Aguirre, 2021) Comparación de porcentajes de los principales vehículos en Av. José de Lama.

Por tanto, se puede decir que la composición del flujo vehicular está dada por los siguientes tipos de vehículos ligeros tales como L2 (mototaxis), M1 (automóviles) y L1 (motos lineales)

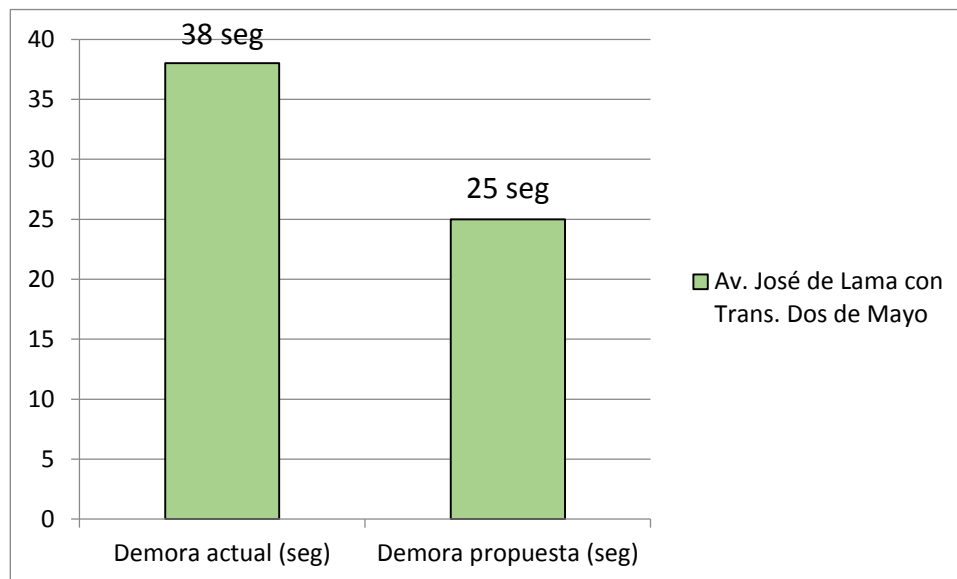
5.4. Niveles de servicio en intersecciones de estudio

Al obtener los datos anteriores se pudo determinar que las intersecciones Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo, Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat y Av. José de Lama con Panamericana Norte cuentan con un nivel de servicio "D". Proponiendo una mejora de nivel de servicio como C, D y B respectivamente con un menor tiempo de demora para cada intersección. A continuación se muestran las comparaciones de los tiempos de demora de cada una de ellas.

En el gráfico N°13 se puede observar que en la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo el tiempo de demora disminuyó a 25 segundos mejorando de esta manera su nivel de servicio de D a un nivel de servicio C.

Gráfico 13

Comparación de tiempo de demora en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

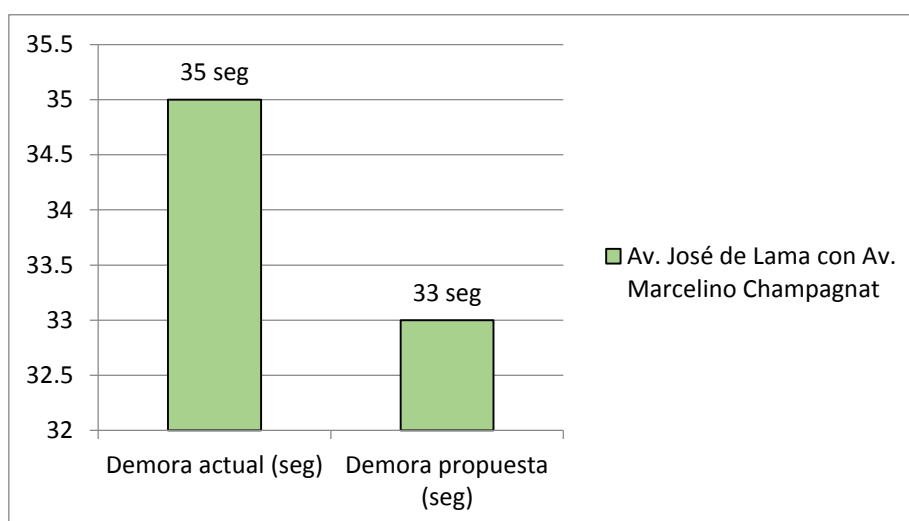


(Aguirre, 2021) Comparación de tiempo de demora en intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

En el gráfico N°14, se puede observar que en la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat a pesar de que el nivel de servicio sigue siendo el mismo “D”, se logró disminuir el tiempo de demora a 33 segundos.

Gráfico 14

Comparación de tiempo de demora en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat

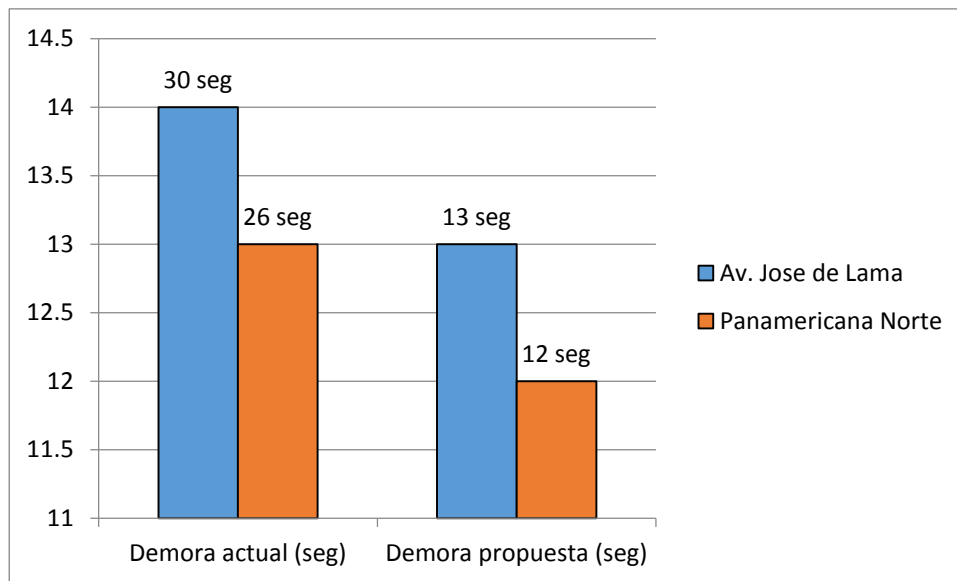


(Aguirre, 2021) Comparación de tiempo de demora en intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

En el gráfico N°15, se puede observar que en la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte el nivel de servicio mejora considerablemente contando con un nivel de servicio “D” a un nivel de servicio “B”, disminuyendo a 26 segundos el tiempo de demora en Av. José de Lama y a 12 segundos en la Panamericana Norte.

Gráfico 15

Comparación de tiempo de demora en intersección Av. José de Lama con Av. Panamericana Norte.



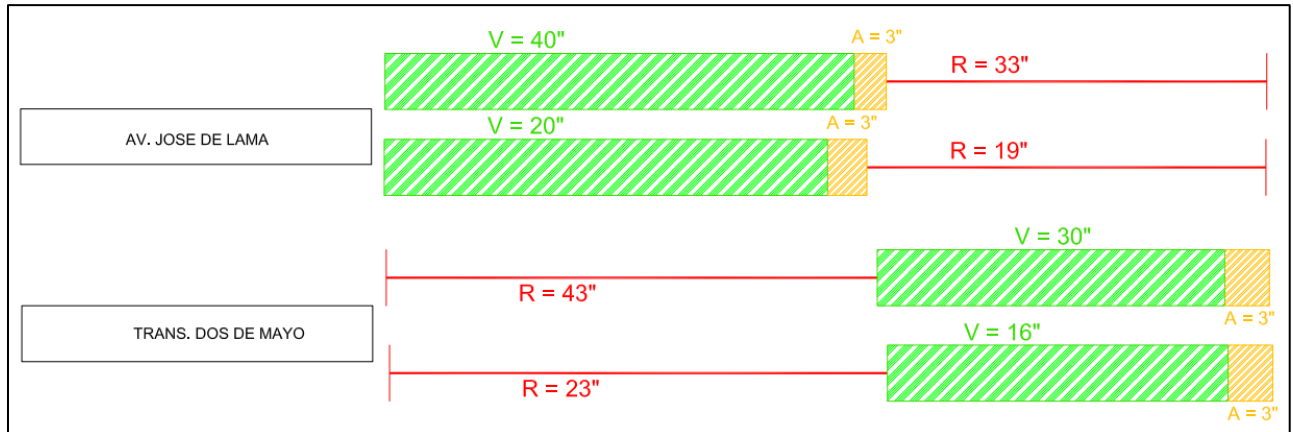
(Aguirre, 2021) Comparación de tiempo de demora en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte.

5.5. Ciclos semafóricos en las intersecciones de estudio

En la figura N°50 se puede observar que en este caso el ciclo semafórico actual para la Av. José de Lama es mayor que el propuesto con un tiempo de 76 segundos y 42 segundos respectivamente y para la Trans. Dos de Mayo del mismo modo de 76 segundos y 42 segundos respectivamente. Por lo tanto al optimizar los tiempos semafóricos se mejora considerablemente el nivel de servicio a un nivel de servicio C de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo.

Figura 50

Comparación de ciclos semafóricos de Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

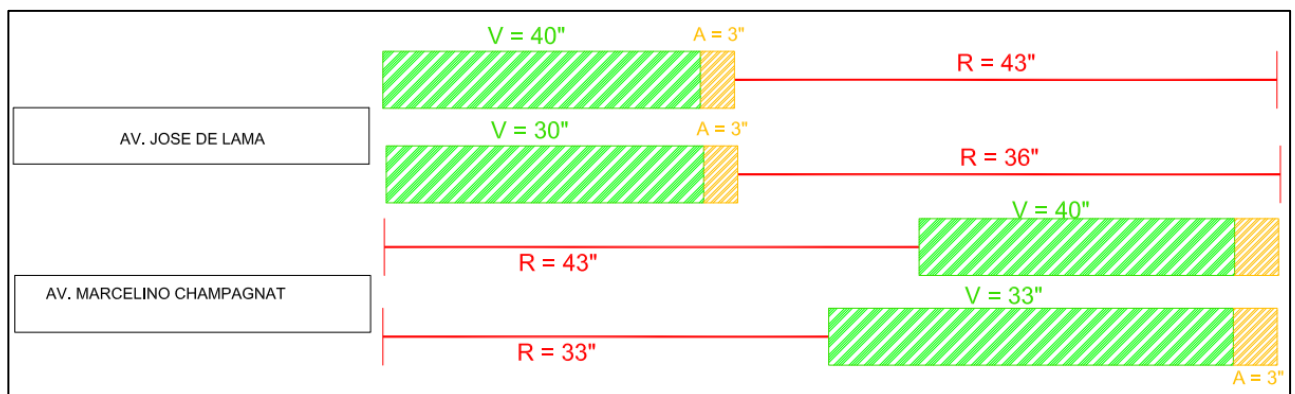


(Aguirre, 2021) Comparación de ciclos semafóricos de Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo

En la figura N°51 se puede observar que en este caso el ciclo semafórico actual para la Av. José de Lama es mayor que el propuesto con un tiempo de 86 segundos y 69 segundos respectivamente y para la Av. Marcelino Champagnat del mismo modo de 86 segundos y 69 segundos respectivamente. Por lo tanto al optimizar los tiempos semafóricos ayudó a mejorar el tiempo de demora a 33 segundos aunque el nivel de servicio siga siendo el mismo.

Figura 51

Comparación de ciclos semafóricos de Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

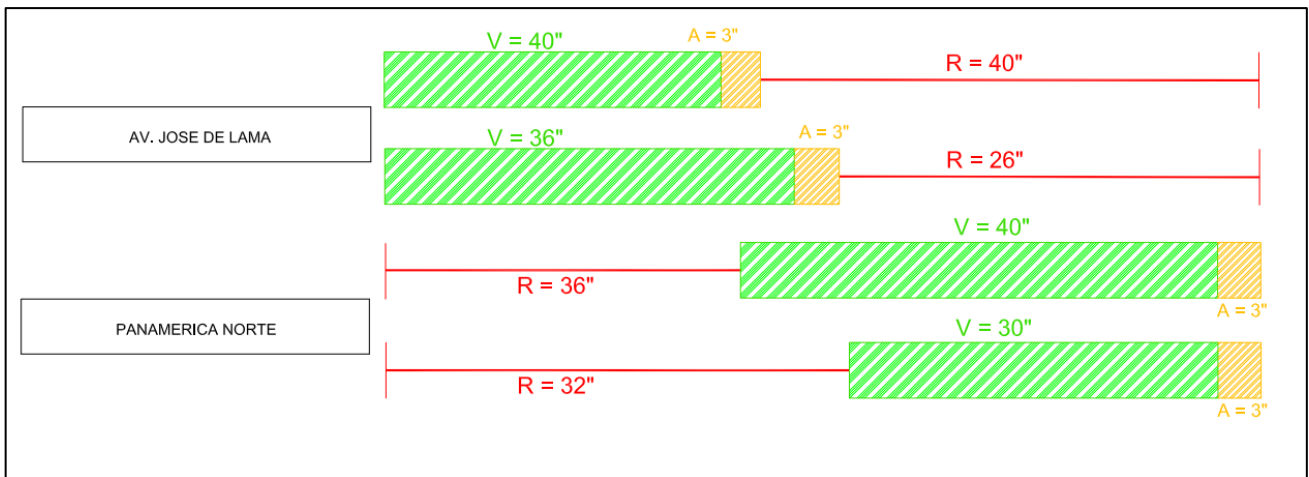


(Aguirre, 2021) Comparación de ciclos semafóricos de Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat.

En la figura N°52 se puede observar que el ciclo semaforico actual para la Av. José de Lama es mayor que el propuesto con un tiempo de 83 segundos y 65 segundos respectivamente y para la Panamericana Norte del mismo modo 79 segundos y 65 segundos respectivamente. Por lo tanto al optimizar los tiempos semaforicos ayudó a mejorar el nivel de servicio de "D" a nivel de servicio "B".

Figura 52

Comparación de ciclos semaforicos de Av. José de Lama con Panamericana Norte



(Aguirre, 2021) Comparación de ciclos semaforicos de Av. José de Lama con Panamericana Norte.

CONCLUSIONES

Se concluye que la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo es una intersección tipo "T", considerándose la Av. José de Lama como una vía arterial y la trans. Dos de Mayo como una vía colectora, en esta intersección se pudo observar que el mayor volumen vehicular es liviano.

La intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat se determinó que es una intersección tipo cruz "+", considerándose la Av. José de Lama como una vía arterial y la Av. Marcelino Champagnat como una vía colectora, en esta intersección se observó que el mayor volumen vehicular es liviano.

Finalmente la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte se determinó que es una intersección tipo "rotonda", considerándose la Av. José de Lama como una vía arterial y la Panamericana Norte como una vía arterial, en este caso se pudo observar que existe un volumen vehicular mixto, tanto liviano como pesado.

Se concluye que por la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo transitan 2,451 veh/ h, en la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat transitan 4,738 veh/h y en la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte transitan 4,877 veh/h.

Se concluye que el día Lunes, es el día de máxima demanda de vehículos para las 3 intersecciones de estudio, pero se encontraron las horas de máxima demanda en diferentes turnos; siendo para el caso de la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo e intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte el turno de mañana de 8:00 am a 9:00 am y de 7:00 am a 8:00 am respectivamente y para la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat el turno de noche de 18:00 pm a 19:00 pm

Se concluye que la composición del flujo vehicular de los principales vehículos que transitan en la Av. José de Lama está dada por los siguientes tipos de vehículos ligeros tales como L2 (mototaxis), M1 (automóviles) y L1 (motos lineales)

Se concluye que al optimizar los ciclos semafóricos de 76 segundos a 42 segundos en la intersección Av. José de Lama con Trans. Dos de Mayo se logró mejorar el nivel de servicio D a un nivel de servicio C reduciendo el tiempo de demora de 38 segundos a 25 segundos.

Para la intersección Av. José de Lama con Av. Marcelino Champagnat al optimizar el ciclo semafórico de 86 segundos a 69 segundos ayudó a disminuir el tiempo de demora de 35 segundos a 33 segundos aunque el nivel de servicio "D" se mantenga.

Finalmente al optimizar el ciclo semafórico de la intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte de 83 segundos a 65 segundos y para la Panamericana Norte el ciclo semafórico de 79 segundos a 65 segundos, ayudó a mejorar considerablemente el nivel de servicio de "D" a nivel de servicio "B" con un tiempo demora reducido de 30 segundos a 13 segundos y de 26 segundos a 12 segundos respectivamente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda desarrollar un estudio del nivel de servicio y capacidad vial de las avenidas principales ubicadas en la ciudad de Sullana para que de esta manera se obtenga un mayor y amplio diagnostico que permitirá mejorar el caos vehicular que aqueja esta ciudad.

Se recomienda colocar paraderos de buses autorizados para que de esta manera mejore la calidad de servicio tanto vehicular como peatonal.

Se recomienda capacitar a los ingenieros responsables del diseño de transporte urbano, para poder mejorar la infraestructura vial, de esta manera poder contar con una clara y mejor señalización vial.

Se recomienda un mayor control de tráfico por los policías de tránsito y las autoridades responsables si es necesario, para hacer respetar la señalización y evitar cualquier tipo de accidentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bañon, B. & Beviá G. (2000). Manual de Carreteras. Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
- Caro, R. & Ospina, N. (2020). *Estudio y planteamiento de un modelo de semaforización inteligente como solución a problemas de movilidad en Bogotá* (tesis de pregrado, Universidad Piloto de Colombia, Bogotá). <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9880>
- Cal, R. M. y Cárdenas, J. (2007). Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones. (8.ª ed.). México: Alfaomega.
- Castillo, Ch. & Olaya, R. (2020). *Estudio y propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Ignacia Schaeffer, del Distrito de Tambogrande – Piura – Piura* (tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo). <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7017>
- N°012-2020-MTC (Manual para ciclistas del Perú). Septiembre del año 2020
- N°016-2016-MTC/14(Ministerio de Transportes y comunicaciones). Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para calles y carreteras. 31 de mayo del 2016.
- N°034-2001-MTC (Reglamento Nacional de vehículos) 01 de Abril del año 2006
- N°210-2000-MTC/15.02 (Manual de dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles Y Carreteras). 3 de mayo del año 2000
- Piña, P. & Zúñiga, L. (2017). *Análisis comparativo del sistema tradicional de semaforización vs una propuesta de semaforización inteligente, para la reducción del congestionamiento vehicular, en la ciudad de Guayaquil* (tesis pregrado, Universidad de Guayaquil, Ecuador). <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/23908>
- Revisión del HCM 2000, Manual de Carreteras “Highway Capacity Manual 2000”, *Intersecciones Semaforizadas – Ingenium*. Grupo de Investigación (Facultad de Ingeniería) – Universidad Piloto de Colombia

Silva, C. & Villanueva, C. (2019). *Análisis del congestionamiento vial y formulación de propuestas de mejora en la intersección semaforizada de las Av. América oeste, Av. Pablo casas y Av. Mansiche en Trujillo, La Libertad* (tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego). https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38601/castillo_na.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Venegas, M. (2020). *Análisis y planteamiento de solución a bajo costo de la intersección de la avenida Alfonso Ugarte con la avenida Las Américas (ingreso a Hunter) en la provincia de Arequipa* (tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María) <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/discover>

ANEXOS

Anexo 01: Recolección de información

Figura 53

Formato de aforo y clasificación vehicular

FORMATO DE AFORO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR																													
"Propuesta de mejora en la red semafórica para el ordenamiento vehicular y peatonal de la Av. José de Lama- Sullana"																													
FECHA:										INTERSECCIÓN EVALUADA:																			
UBICACIÓN:										TURNO:																			
ELABORADO POR:										CODIFICACIÓN:					IZQUIERDA(1)			FRENTE(2)			DERECHA(3)								
HORA	INTERVALOS		VEHICULOS																										
	(MIN)	(0:00:00)	MOTOS			MOTOTAXIS			AUTO			CAMIONETA			MICRO			BUS			CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLER		
			CODIFICACIÓN DE MOVMIENTOS																										
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
7:00																													
7:15																													
7:30																													
7:45																													
8:00																													
8:15																													
8:30																													
8:45																													
9:00																													
9:15																													
9:30																													
9:45																													
10:00																													
10:15																													
10:30																													
10:45																													
11:00																													
11:15																													
11:30																													
11:45																													
12:00																													

(Aguirre, 2021) Formato de aforo y clasificación vehicular

Anexo 02: Evidencias de investigación

Figura 54

Medición de calzada en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte



(Aguirre, 2021) Medición de calzada en intersección Av. José de Lama con Panamericana Norte

Figura 55

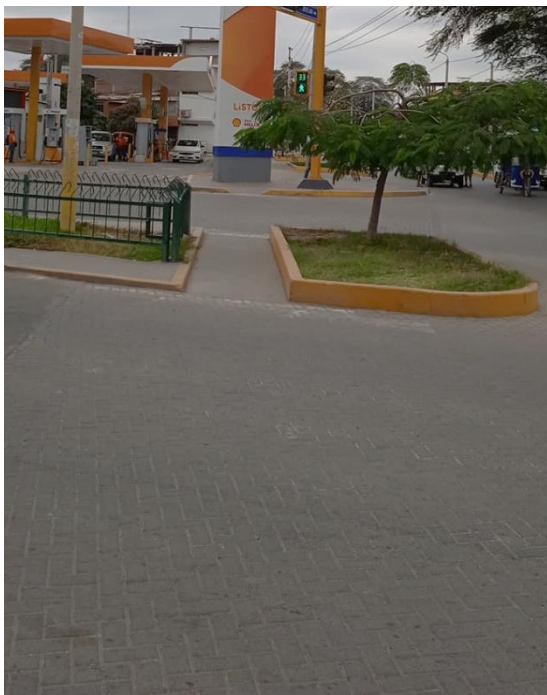
Trans. Dos de Mayo sin señalización vertical y horizontal



(Aguirre, 2021) Trans. Dos de Mayo sin señalización vertical y horizontal

Figura 56

Av. Marcelino Champagnat sin señalización vertical y horizontal



(Aguirre, 2021) Av. Marcelino Champagnat sin señalización vertical y horizontal

Figura 57

Panamericana Norte sin señalización vertical y horizontal



(Aguirre, 2021) Panamericana Norte sin señalización vertical y horizontal