

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL
CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS
GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE, 2020

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

AUTOR
MARIA FERNANDA CORONADO MALCA

ASESOR
JUAN IGNACIO LUNA MERA
<https://orcid.org/0000-0003-0245-3137>

Chiclayo, 2022

**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL
CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA
LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO,
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020**

PRESENTADA POR:
MARIA FERNANDA CORONADO MALCA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Lino Alcibiades Gayoso Santacruz
PRESIDENTE

Manuel Alejandro Borja Suarez
SECRETARIO

Juan Ignacio Luna Mera
VOCAL

Agradecimientos

A Dios, porque sin Él nada hubiera sido posible.

A mi asesor, el Ing. Juan Ignacio Luna Mera por brindarme su apoyo y sabiduría a lo largo del desarrollo del presente proyecto.

A la universidad y docentes, por todos los conocimientos adquiridos a lo largo de toda mi experiencia académica.

A mi familia, especialmente a mis padres Merly y Román por brindarme su apoyo incondicional y ser la motivación de mi superación día a día.

Índice

Resumen	8
Abstract	9
I. Introducción	10
II. Marco teórico	17
2.1. Antecedentes del problema	17
2.2. Bases teóricas	22
2.2.1. Bases legales	22
2.2.2. Ingeniería de tránsito	23
2.2.3. Simulación.....	35
2.2.4. Términos básicos.....	38
III. Materiales y métodos	39
3.1. Tipo y nivel de investigación	39
3.2. Diseño de investigación	39
3.3. Población, muestra, muestreo.....	39
3.4. Criterios de selección	40
3.5. Operacionalización de variables.....	41
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
3.6.1. Técnicas.....	42
3.6.2. Instrumentos	55
3.7. Procedimiento.....	56
3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos	66
3.9. Matriz de consistencia.....	68
3.10. Consideraciones éticas	69
IV. Resultados y discusión	70
V. Conclusiones	128
VI. Recomendaciones.....	133
VII. Referencias bibliográficas	134
VIII. Anexos.....	137

Lista de ilustraciones

Ilustración 1: Accidentes de tránsito registrados en los meses de enero y febrero, 2020	12
Ilustración 2: Ubicación de la zona de estudio	13
Ilustración 3: Puntos críticos de accidentes de tránsito	15
Ilustración 4: Niveles de servicio	29
Ilustración 5: Análisis operacional del HCM	30
Ilustración 6: Esquema de conteo de vehículos.....	43
Ilustración 7: Zona de estudio	56
Ilustración 8: Estación A	57
Ilustración 9: Estación B	57
Ilustración 10: Estación C	58
Ilustración 11: Estación D	58
Ilustración 12: Estación E.....	59
Ilustración 13: Estación F.....	59
Ilustración 14: Estación G	60
Ilustración 15: Estación H	60
Ilustración 16: Estación I.....	61
Ilustración 17: Estación J	61
Ilustración 18: Estación K	62
Ilustración 19: Estación L.....	62
Ilustración 20: Estación M	63
Ilustración 21: Estación N	63
Ilustración 22: Estación O	64
Ilustración 23: Estación P.....	64
Ilustración 24: Estación Q	65
Ilustración 25: Estación R	65
Ilustración 26: Zona de estudio dividida en cuatro tramos	104
Ilustración 27: Niveles de servicio	110
Ilustración 28: Flujo vehicular-Intersección de las avenidas	123
Ilustración 29: Trazado geométrico en Synchrono.....	127
Ilustración 30: Introducción de datos correspondientes a la zona de estudio.....	127
Ilustración 31: Señalización vertical	129
Ilustración 32: Señalización horizontal– Calle Junín a calle M.M.Izaga	130
Ilustración 33: Señalización horizontal– Calle M.M.Izaga a calle Lora y Cordero	130
Ilustración 34: Señalización horizontal– Calle Lora y Cordero a calle Arica	130
Ilustración 35: Señalización horizontal– Calle Arica a Av. Augusto B. Leguía.....	131

Lista de tablas

Tabla 1: Ranking de los países con mayor congestión.....	11
Tabla 2: Vías locales	24
Tabla 3: Niveles de servicio	28
Tabla 4: Intersecciones de la Av. Luis Gonzáles	40
Tabla 5: Calidad de progresión según el tipo de llegada.....	45
Tabla 6: Calidad de progresión según el tipo de llegada.....	46
Tabla 7: Factores de ajuste del flujo de saturación	49
Tabla 8: Factor de ajuste suplementario según la relación g/c.....	52
Tabla 9: Niveles de servicio	55
Tabla 10: Factor de corrección estacional.....	70
Tabla 11: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación A.....	70
Tabla 12: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación B.....	71
Tabla 13: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación C.....	72
Tabla 14: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación D.....	72
Tabla 15: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación E.....	73
Tabla 16: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación F.....	74
Tabla 17: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación G.....	75
Tabla 18: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación H.....	76
Tabla 19: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación I.....	77
Tabla 20: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación J.....	78
Tabla 21: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación K.....	79
Tabla 22: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación L.....	80
Tabla 23: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación M.....	80
Tabla 24: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación N.....	81
Tabla 25: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación O.....	82
Tabla 26: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación P.....	82
Tabla 27: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación Q.....	83
Tabla 28: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación R.....	84
Tabla 29: Cuadro resumen de los datos del IMDS e.....	84
Tabla 30: Cuadro resumen de datos obtenidos en campo	85
Tabla 31: Condiciones de ubicación de la estación A.....	86
Tabla 32: % de transporte público y privado semanal en la estación B.....	87
Tabla 33: % de transporte público y privado semanal en la estación C.....	87
Tabla 34: % de transporte público y privado semanal en la estación D.....	88
Tabla 35: % de transporte público y privado semanal en la estación E.....	89
Tabla 36: % de transporte público y privado semanal en la estación F.....	89
Tabla 37: % de transporte público y privado semanal en la estación G.....	90
Tabla 38: % de transporte público y privado semanal en la estación H.....	91
Tabla 39: % de transporte público y privado semanal en la estación I.....	92
Tabla 40: % de transporte público y privado semanal en la estación J.....	93
Tabla 41: % de transporte público y privado semanal en la estación K.....	94
Tabla 42: % de transporte público y privado semanal en la estación L.....	94
Tabla 43: % de transporte público y privado semanal en la estación M.....	95
Tabla 44: % de transporte público y privado semanal en la estación N.....	96
Tabla 45: % de transporte público y privado semanal en la estación O.....	97

Tabla 46: % de transporte público y privado semanal en la estación P	98
Tabla 47: % de transporte público y privado semanal en la estación Q.....	99
Tabla 48: % de transporte público y privado semanal en la estación R.....	99
Tabla 49: % promedio semanal del transporte de vehículos públicos y privados.....	100
Tabla 50: Dimensiones geométricas de las vías	103
Tabla 51: Rangos de congestiónamiento	104
Tabla 52: Velocidades en hora de min. congestiónamiento	105
Tabla 53: Velocidades en hora de máx. congestiónamiento	105
Tabla 54: Rango de congestiónamiento según velocidades	105
Tabla 55: Comparación entre velocidades recomendadas y obtenidas	106
Tabla 56: Análisis de déficit o superávit de la estación A	111
Tabla 57: Análisis de déficit o superávit de la estación B.....	111
Tabla 58: Análisis de déficit o superávit de la estación C.....	112
Tabla 59: Análisis de déficit o superávit de la estación D	112
Tabla 60: Análisis de déficit o superávit de la estación E.....	113
Tabla 61: Análisis de déficit o superávit de la estación F	113
Tabla 62: Análisis de déficit o superávit de la estación G	114
Tabla 63: Análisis de déficit o superávit de la estación H	115
Tabla 64: Análisis de déficit o superávit de la estación I.....	115
Tabla 65: Análisis de déficit o superávit de la estación J.....	116
Tabla 66: Análisis de déficit o superávit de la estación K	117
Tabla 67: Análisis de déficit o superávit de la estación L.....	117
Tabla 68: Análisis de déficit o superávit de la estación M.....	118
Tabla 69: Análisis de déficit o superávit de la estación N	119
Tabla 70: Análisis de déficit o superávit de la estación O	119
Tabla 71: Análisis de déficit o superávit de la estación P	120
Tabla 72: Análisis de déficit o superávit de la estación Q	120
Tabla 73: Análisis de déficit o superávit de la estación R.....	121
Tabla 74: Comparación entre la capacidad vial recomendada y obtenida.	122
Tabla 75: Situación actual	128
Tabla 76: Situación actual vs. propuesta	131

Resumen

Chiclayo es una de las ciudades más conocidas y visitadas en todo el Perú, sin embargo, un problema habitual es la mala transitabilidad; muchas calles y avenidas no brindan la capacidad de servicialidad al tránsito vehicular actual provocando malestar a la población e impidiendo un desplazamiento rápido y seguro. La zona de estudio a tratar es la Av. Luis Gonzáles, la cual es una de las más transitadas en la ciudad debido a su ubicación céntrica y comercial. En relación a ello, este proyecto tiene por objetivo específico evaluar el congestionamiento vehicular en la Av. Luis Gonzáles, desde la Calle Junín hasta la Av. Augusto B. Leguía. Para ello, se obtuvo datos de campo mediante el estudio de tránsito, medición de dimensiones de calles, anotación de ciclos semafóricos y medición de velocidades. Posteriormente, se hizo uso del software Synchro 8 optimizando los ciclos semafóricos y planteando propuestas de solución factibles tales como incorporar señalización vertical y realizar un mantenimiento periódico a la señalización horizontal existente, además de restringir la circulación de vehículos que no cuenten con la documentación legal necesaria y que se encuentren en mal funcionamiento. Finalmente, con las modificaciones ya establecidas en las propuestas se obtuvieron mejoras en los niveles de servicio y en la disminución de demoras, siendo las intersecciones con mayor impacto con la Av. Luis Gonzáles las siguientes: Manuel María Izaga, Elías Aguirre, San José y Vicente De La Vega, pasando todas de un nivel F a D, C, E y D respectivamente.

Palabras Clave: congestión vehicular, Synchro 8, propuestas de solución, niveles de servicio, demoras.

Abstract

Chiclayo is one of the best known and most visited cities in Peru, however, a common problem is poor trafficability; many streets and avenues do not provide the capacity to serve the current vehicular traffic, causing discomfort to the population and preventing a fast and safe movement. The study area to be treated is Luis Gonzales Avenue, which is one of the busiest in the city due to its central and commercial location. In relation to this, the specific objective of this project is to evaluate the vehicular congestion on Luis Gonzáles Avenue, from Junín Street to Augusto B. Leguía Avenue. Leguía. For this purpose, field data was obtained through a traffic study, measurement of street dimensions, annotation of traffic light cycles and measurement of speeds. Subsequently, Synchro 8 software was used to optimize the traffic light cycles and propose feasible solutions such as incorporating vertical signaling and performing periodic maintenance of the existing horizontal signaling, in addition to restricting the circulation of vehicles that do not have the necessary legal documentation and that are in poor condition. Finally, with the modifications already established in the proposals, improvements were obtained in the levels of service and in the reduction of delays, being the intersections with the greatest impact with Luis Gonzales Avenue are the following: Manuel Maria Izaga, Elias Aguirre, San Jose and Vicente De La Vega, passing all of them from level F to D, C, E and D respectively.

Keywords: traffic congestion, Synchro 8, proposed solutions, levels of service, delays.

I. Introducción

La congestión vehicular se ha convertido en un problema a nivel mundial, esto debido al incremento del número de vehículos y/o al crecimiento demográfico de las ciudades, lo cual ha ocasionado el malestar de conductores y peatones a la hora de desplazarse por sus calles, retrasando el desarrollo de las actividades económicas y generando inseguridad debido a los diferentes accidentes de tránsito.

Es importante que las ciudades comiencen a crear y/o reforzar su sistema de transporte, esto permitirá identificar sus debilidades y de acuerdo a ello desarrollar y proponer un plan enfocado en la mejora del sistema vial. No obstante, es necesario tener en cuenta que cada localidad funciona diferente, cada una trabaja independientemente de acuerdo a sus propias reflexiones y conclusiones.

La meta de los ingenieros civiles en la rama del transporte es planificar y diseñar un buen sistema de tráfico en calles, avenidas y carreteras garantizando su funcionalidad y durabilidad durante un determinado periodo de tiempo, avalando siempre la seguridad de los ciudadanos. Para ello es importante analizar detalladamente los factores que conducen a la problemática, y posteriormente implementar un plan de acción sostenible que mejore las condiciones de transitabilidad tanto vehicular como peatonal, logrando establecer nuevas alternativas de solución que permitan disminuir la congestión vehicular en la ciudad.

Esta problemática mundial genera consecuencias en el aspecto económico debido a que el transporte y la movilidad se relacionan directamente con el PIB, al crecer el parque automotor el consumo del Producto Interno Bruto va a aumentar. Según Bull y Thomson [2] los recursos dedicados al transporte urbano son muy considerables, de modo que a mayor número de ciudadanos el consumo del PIB va a aumentar, sin contar los desplazamientos de fin de semana.

En la siguiente imagen, obtenida de la empresa holandesa de GPS “TomTom”, se aprecia a los diferentes países que engloban los primeros puestos con la mayor congestión vehicular, en la cual encontramos a Lima (Perú) en el séptimo puesto. La ciudad Bangalore (India) y Manila (Filipinas), encabezan este ranking con el 71%, porcentaje que representa el tiempo de viaje adicional experimentado por cada conductor a lo largo del año. Por debajo se sitúa Bogotá (68%), Mumbai (65%), Pune y Moscú (59%) y Lima (57%).

Tabla 1: Ranking de los países con mayor congestión

WORLD RANK	CITY	COUNTRY	CONGESTION LEVEL
1	Bangalore	India	71%
2	Manila	Filipinas	71%
3	Bogotá	Colombia	68%
4	Mumbai	India	65%
5	Pune	India	59%
6	Óblast de Moscú	Rusia	59%
7	Lima	Perú	57%

Fuente: TomTom, Traffic Index 2019 [3]

La magnitud de este problema se ve reflejada durante horas puntas, es decir, momento en el que la mayoría de la población va o regresa de sus trabajos y/o centros de estudio, ya que en ese tiempo las colas vehiculares son más prolongadas y el tiempo para recorrer una distancia determinada se ve incrementado.

Por otro lado, el congestionamiento vehicular contribuye al incremento de accidentes de tránsito. En Lambayeque durante enero y febrero del presente año 2020, hubo un total de 645 de los cuales 119 se debieron por atropello y 316 por choque.

Ilustración 1: Accidentes de tránsito registrados en los meses de enero y febrero, 2020

Departamento	Total	Atropello 1/		Choque 2/	
		Total	%	Total	%
Total	15 546	2 779	17,9	8 088	52,0
Amazonas	116	12	10,3	52	44,8
Áncash	316	54	17,1	160	50,6
Apurímac	141	34	24,1	60	42,6
Arequipa	791	133	16,8	479	60,6
Ayacucho	119	19	16,0	57	47,9
Cajamarca	311	40	12,9	162	52,1
Prov. Const. del Callao	417	71	17,0	243	58,3
Cusco	664	163	24,5	327	49,2
Huancavelica	52	5	9,6	16	30,8
Huánuco	198	52	26,3	89	44,9
Ica	349	64	18,3	195	55,9
Junín	582	158	27,1	283	48,6
La Libertad	981	130	13,3	454	46,3
Lambayeque	645	119	18,4	316	49,0
Lima	8 002	1 417	17,7	4 235	52,9
Loreto	70	17	24,3	36	51,4
Madre de Dios	99	25	25,3	64	64,6
Moquegua	98	11	11,2	55	56,1
Pasco	87	10	11,5	45	51,7
Piura	705	120	17,0	294	41,7
Puno	119	37	31,1	58	48,7
San Martín	247	30	12,1	116	47,0
Tacna	230	29	12,6	159	69,1
Tumbes	71	14	19,7	42	59,2
Ucayali	136	15	11,0	91	66,9

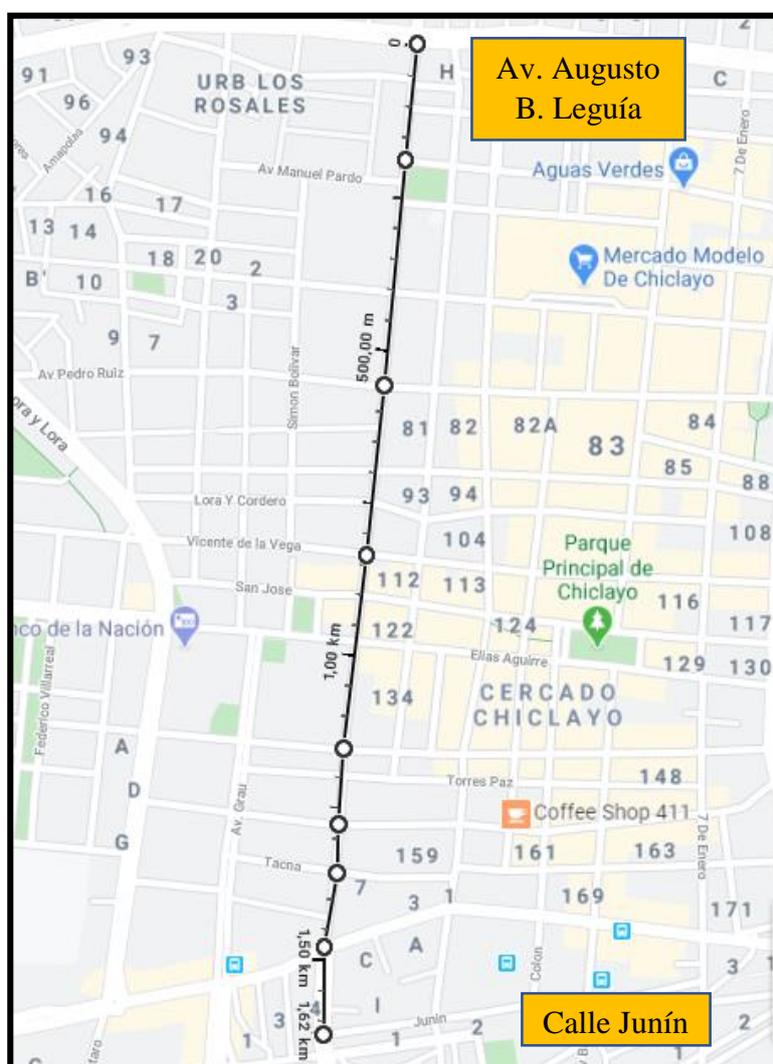
Fuente: MINSA [4]

Si bien es cierto Lima es considerada la ciudad con mayor congestión a nivel nacional, existe el mismo problema (grado menor) en otras partes del país, tal es el caso de Chiclayo. El cual es una de las ciudades más conocidas en todo el Perú debido a su gastronomía, cultura y turismo; sin embargo, la dificultad para circular de manera vehicular por sus calles es un problema habitual y se ve reflejado mayormente en sus avenidas principales y en el centro de la misma. Según Incio [4] el sistema de transporte público es uno de sus principales problemas, el cual incrementa por la falta de medidas correctoras, el crecimiento vehicular, asimismo la informalidad y la falta de conciencia de algunos conductores.

En la ciudad de Chiclayo existen varias avenidas y calles que no brindan las capacidades de servicialidad al tránsito vehicular actual, provocando malestar a la población e impidiendo un desplazamiento rápido y seguro. Una de ellas es la Av. Luis Gonzáles, debido a que por ser una zona con alto desarrollo económico y comercial amerita la circulación diaria de un gran flujo de vehículos y personas, lo cual genera el incremento del parque automotor sobre la zona sobrepasando la capacidad para la que fue diseñada. Debido a este problema surge la idea de desarrollar el presente proyecto, el cual busca proporcionar estrategias de solución que permitan mejorar el sistema de transporte y brindar un menor tiempo de viaje a la población.

La zona de estudio está delimitada por la Av. Augusto B. Leguía y la Calle Junín, con una distancia aproximada de 1.62 km.

Ilustración 2: Ubicación de la zona de estudio



Fuente: Google maps

Entre los diferentes factores que generan esta problemática están las paradas de combis. Existe uno ubicado cerca al colegio Manuel Pardo, que además de provocar inadecuada transitabilidad atenta contra la seguridad de los estudiantes. Guevara Dávila, presidente de la Coordinadora Regional de Transporte de Lambayeque, habló de la problemática que se vive día a día en la Av. Luis Gonzáles [6]: Los vehículos que se dirigen a los ‘pueblos’ ingresan libremente y se estacionan al costado del colegio Manuel Pardo para recoger y dejar pasajeros. Esto ocasiona la reducción del carril y por consecuente un ‘cuello de botella’.

Otro factor es la inadecuada señalización y semaforización, los conductores no tienen la educación vial necesaria como para ceder el pase a otro vehículo, por lo cual se necesita optimizar el sistema existente. Si bien es cierto, ahora la cantidad de semáforos es mucho mayor a lo que era hace diez años, la congestión se ha incrementado constantemente. Además, muchos de ellos presentan fallas técnicas, no sincronizan o están mal ubicados (con una distancia de por medio mínima), lo cual impide su óptima funcionalidad. Si bien es cierto que en la zona céntrica de Chiclayo no se requiere la implementación de semáforos, existen otras carencias. Luis Panta Boggio [7] manifestó que en la ciudad existe un gran tránsito de peatones y vehículos, por lo cual debería contar con una buena señalización; no obstante, es todo lo contrario e incluso aseguró que es uno de sus mayores problemas.

Por otro lado, el crecimiento de la demanda vehicular junto a la informalidad han provocado que el parque automotor sobrepase la capacidad de la vía. Según los datos obtenidos del INEI [8] se estima que en enero del presente año 2020, el parque vehicular en el Departamento de Lambayeque esté conformado por 122368 vehículos ligeros. Segundo García Sánchez [9], presidente de la Corporación de Taxis de Chiclayo, sostuvo que el sistema de transporte en la ciudad es un desastre debido a que no hay un procedimiento de regulación del número oficial de vehículos que deberían estar circulando.

Otro factor a considerar es el alto número de parqueos, los conductores suelen aparcar sus vehículos en zonas no autorizadas lo cual disminuye la transitabilidad en la avenida.

Según la Defensoría del Pueblo [10] el cruce de las avenidas Luis Gonzales y Bolognesi es considerado un punto crítico de accidentes de tránsito.

Ilustración 3: Puntos críticos de accidentes de tránsito

Puntos críticos de accidentes de tránsito supervisados por la Defensoría del Pueblo (abril 2014) ⁵	
Distrito	Punto supervisado
Cercado	Carretera a Pomalca Km. 1 (altura de la Av. Fitzcarrald)
	Cruce Av. Angamos con Av. Pedro Ruiz cuadra 3
	Cruce Av. Bolognesi cuadra 5 con Av. Colón
	Cruce Av. Juan Tomis con Av. Pacífico (altura del Ovalo Santa Elena)
	Cruce Av. Luis Gonzales con Av. Bolognesi
	Cruce Av. Mariscal Nieto con Av. Grau
	Cruce Av. Pedro Ruiz cuadra 9 con Av. Héroes Civiles (*)
José Leonardo Ortiz	Vía de Evitamiento (zona Las Lomas, Urb. Las Brisas)
	Av. Agricultura (altura de Suite El Paraíso)
	Av. Agricultura cuadra 4 (altura del mercado Atusparia)
	Av. Bolívar cuerdas 3 y 4 (altura del mercado Moshoqueque)
	Av. El Dorado cuerdas 11 y 12 (altura del mercado Moshoqueque)
	Av. John Kennedy (altura del mercado Moshoqueque)
	Calle San Andrés cuadra 1 (altura del mercado Atusparia) (*)
	Jr. Castilla cuerdas 1, 2 y 3 (altura del mercado Moshoqueque)
Jr. Ricardo Palma cuerdas 10 y 11 (altura del mercado Moshoqueque)	
La Victoria	Av. Los Tambos cuadra 2 (*)
	Av. Víctor Raúl Haya de la Torre cuadra 11 (cruce con La Niña)
	Av. Víctor Raúl Haya de la Torre cuadra 21
	Cruce Av. Chinchaysuyo con Av. Libertad, Urb. Villarreal (*)
	Cruce Av. Manuel Seoane con Av. Unión
	Cruce Vía de Evitamiento con Av. Grau
	Nueva Carretera a Monsefú (prolong. Av. Grau)
Vía de Evitamiento (zona Curva del Diablo)	
Pátapo	Vía de Evitamiento, entre Av. Mayta Cápac y Av. Los Incas (Mercado Z)
	Carretera a Pátapo Km. 18 (altura de la Av. El Trapiche)
Picsi	Carretera a Picsi - Ferreñafe Km. 9
Pimentel	Carretera a la Caleta - San José Km. 1 a 3

Fuente: Defensoría del Pueblo [10]

Sin embargo, a lo largo de la avenida, en sus diferentes intersecciones se han registrado varios accidentes de tránsito. Los cruces más importantes son con las avenidas y/o calles: Junín, Francisco Cabrera, San José, Arica, Pedro Ruiz, entre otras.

Muchas veces la razón por la cual no se llega a mejorar la transitabilidad en una zona congestionada es la incapacidad de analizar, detectar y comprender los factores que lo causan. Este proyecto busca proporcionar propuestas de solución a la congestión vehicular, para ello se hará una simulación en el software Synchro, lo cual ayudará a obtener un mejor panorama de la realidad actual y proporcionará alternativas de solución: señalética y semaforización.

La justificación del presente proyecto se basa en los siguientes aspectos:

En el aspecto económico, este proyecto podría ser muy beneficioso debido a que los ciudadanos se desplazarían de manera mucho más rápida hacia sus destinos laborales, el precio de pasaje bajaría, se gastaría menos en combustible y la productividad no se vería afectada. Además, mejoraría el aspecto visual de la ciudad de Chiclayo y por tanto sería un punto atractivo ante los turistas, lo cual incrementaría la economía de la ciudad.

En el aspecto social, ese tiempo de viaje reducido sería aprovechado por el ciudadano para pasar un momento agradable con su familia. Asimismo, se mejoraría la transitabilidad y la calidad de vida.

En el aspecto técnico, la investigación va a permitir analizar e identificar los diversos factores que originan la congestión vehicular en la Av. Luis Gonzáles y a la vez, proponer alternativas para su mejora. Además, contribuirá a que futuros estudiantes sigan la misma línea de investigación.

Por todo lo anteriormente mencionado, el presente proyecto tiene como objetivo general: evaluar el congestionamiento vehicular en la Av. Luis Gonzáles y plantear propuestas de solución respecto a ello. Y como objetivos específicos: analizar las dimensiones geométricas viales de la avenida, realizar un estudio de tránsito peatonal y vehicular en doce intersecciones, aplicar una micro simulación en el software Synchro 8.0. definiendo previamente los parámetros que permitan resultados acordes con la realidad, plantear propuestas integrales de solución y utilizar levantamientos digitales arquitectónicos para una mejor perspectiva de la solución.

II. Marco teórico

2.1. Antecedentes del problema

A NIVEL INTERNACIONAL

[11] M. Francois, «STUDY OF VEHICULAR TRAFFIC CONGESTION IN THE SEKONDI-TAKORADI METROPOLIS,» Universidad Kwame Nkrumah de Ciencia y Tecnología, Kumasi, 2012.

En español “Estudio de la congestión de tráfico vehicular en Sekondi-takoradimetrópoli”. En la investigación se toma como problemática la migración y el rápido crecimiento poblacional ocasionado por el descubrimiento de petróleo en la zona, provocando importantes problemas de transitabilidad vehicular como el crecimiento descontrolado de automóviles, limitada capacidad para cruzar y conducir, mala administración y organización de obras viales, y existencia de carreteras estrechas. Es por ello, que la investigación tiene como finalidad evaluar la congestión vehicular y aplicar medidas que permitan reducir el volumen del tráfico. Se siguió todo un proceso basado inicialmente en la selección del área de estudio y posteriormente para un estudio más detallado se dividió en zonas. Se realizó, en cinco intersecciones más concurridas, recuentos de doce horas (6:00-18:00) entre semana con el fin de determinar el periodo de flujo máximo, se obtuvieron volúmenes promedio mediante conteos de 24 horas por toda una semana, volúmenes máximos en horas pico (AM y PM). Asimismo, se obtuvieron datos como el número de movimientos de giro, flujo de saturación e Índice de congestión vial (RCI).

Finalmente, en el programa Excel se organizó la data obtenida y se establecieron algunas conclusiones y recomendaciones, de las cuales algunas fueron: nuevas iniciativas por parte de las autoridades para el estudio del tránsito adecuado aplicando modelos de computadora, ampliar calles, establecer rutas alternas y proporcionar espacios de estacionamiento.

[12] **D. M. Ross Proaño y C. A. Villamarín Rivadeneira, «ANÁLISIS DE FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA VIAL EXISTENTE ALEDAÑO AL PARQUE “LA CAROLINA” Y PROPUESTA PARA MEJORAR LA MOVILIDAD DE LA ZONA DE ANÁLISIS,» Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Quito, 2019.**

La tesis se centra específicamente en el sistema vial próximo al parque “La Carolina” ubicado en Quito, el cual no otorga un buen nivel de servicio a la población debido a que no tiene la capacidad suficiente para todo el volumen vehicular que pasa sobre él. Tiene como objetivo analizar la funcionalidad del sistema vial de la zona ya antes mencionada en base a sus características geométricas y a la vez plantear soluciones a los puntos críticos. Su metodología se basa en un análisis de todos sus componentes: estudio topográfico mediante un levantamiento aéreo fotogramétrico, estudio de tráfico los cuatro días de la semana mediante conteos de 14 horas y en horas pico, esto debido a que no hay una variación considerable en los demás días y por un tema de seguridad. En aquel estudio se determinó el tipo y volumen vehicular, los tiempos de demora en colas, las horas en las que la movilidad es fluida, el nivel de servicio y la demanda peatonal. Posteriormente se procedió al uso de un software denominado AIMSUN con el fin de modelar el flujo de tránsito obtenido de campo.

Como consecuencia, se planteó un esquema de alternativas de solución, evaluando cada una de ellas y eligiendo las más óptimas y factibles. Entre ellas están: direccionamiento de paradas de taxis, implementación de la foto-multa y de los carriles netamente para buses y bicicletas, respeto a los sistemas de semaforización inteligente por parte de los agentes metropolitanos. Asimismo, se determinó que la velocidad es un indicador muy importante para definir la calidad de servicio de una infraestructura vial y que el programa AIMSUN es de gran ayuda para realizar simulaciones y asignar condiciones semaforicas.

[13] **L. S. Ibadango López, «ESTUDIO DE TRÁFICO Y SOLUCIONES AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AV. UNIVERSITARIA (INTERSECCIONES CON BOLIVIA–SANTA ROSA), DE LA CIUDAD DE QUITO,» Universidad Central del Ecuador, Quito, 2014.**

La investigación tiene como problemática la inadecuada transitabilidad en la Av. Universitaria, específicamente en las intersecciones con Bolivia y Santa rosa. Este proyecto busca estudiar y analizar alternativas de solución utilizando la actual estructura vial. Se realizó un levantamiento topográfico y conteos manuales volumétricos, con esa información se calculó

el TPDA por estaciones y calles, posteriormente se le aplicó índices de crecimiento para obtener un resultado a futuro, cabe recalcar que el estudio vehicular se llevó a cabo 11 horas durante seis días consecutivos en el horario de siete de la mañana a seis de la tarde. Después de ello, se hizo una simulación en el software Synchro 8 para calcular los tiempos semafóricos correctos con el fin de evitar grandes longitudes de cola.

Se llegó a la conclusión de que los resultados más efectivos se obtienen de manera manual es decir mediante conteos en campos; asimismo, la mejor solución vial para la zona estudiada es una nueva pavimentación a la capa de rodadura, añadiéndole a esto una buena señalización y mantenimiento. Además, el programa permitió reprogramar los tiempos de los ciclos semafóricos, generando facilidad al desplazarse y evitando demoras.

A NIVEL NACIONAL

[14] **A. J. Campomanes Campomanes y J. M. López Olivera, «Reducción de la congestión vehicular a través de la implementación de la Ola Verde en la Av. Caminos del Inca en el tramo comprendido entre Jr. Batallón Callao Norte y Jr. Cádiz en el distrito de Surco,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2019.**

Esta tesis tiene como problemática la alta congestión vehicular ocasionada por el aumento del parque automotor en la ciudad de Lima, distrito de Surco. Tiene por objetivo mejorar los niveles de servicio en cada una de sus intersecciones mediante una simulación en el Synchro 8 aplicando la ola verde. El enfoque metodológico se basó en un estudio de tránsito, del cual se obtuvieron datos como el volumen y la clasificación vehicular, la hora punta; asimismo, se realizó la medición de ciclos semafóricos y sus fases para posteriormente optimizarlos.

Se llegó a la conclusión que la ola verde pudo optimizar los niveles de servicio, las demoras disminuyeron y el tiempo para desplazarse de un lugar a otro mejoró gratamente de seis minutos y treinta segundos aproximadamente a un minuto y veintiocho segundos.

[15] **M. A. Chuquihuaccha Mauricio y C. . J. P. Galván Aldoradin , «Propuesta de mejora de congestión vehicular usando metodología del HCM 2010 en las intersecciones de la Av. 26 de Noviembre, entre la Av. Pachacutec y la Av. Salvador Allende, en el distrito de V.M.T.,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2016.**

Esta investigación tiene como problemática la pésima transitabilidad en las intersecciones de la Av. 26 de noviembre, ocasionado principalmente por la existencia de edificaciones urbanas de uso público cerca de la zona. Por ello, se busca plantear estrategias de solución que permitan controlar la alteración de las condiciones del tráfico. La metodología que se siguió se basó en un aforo vehicular del cual se obtuvieron los volúmenes totales por cada etapa de 15 minutos y se identificó la hora pico. Para cada intersección se determinó el VHMD y el tiempo de las fases del semáforo. Posteriormente se calculó el flujo de saturación, se optimizaron los ciclos semafóricos y se analizó la servicialidad según el HCM 2010.

Se llegó a la conclusión que el nivel de servicio en la intersección N°1 era D, sin embargo, el rediseño del semáforo logró mejorar la situación a un B; de la misma manera sucedió con la intersección N°3, que pasó de F a C considerando incrementar un carril en dos accesos. Además, se planteó como propuestas de solución: la inclusión de un pulsador para el cruce de peatones (siguiendo la metodología de la HCM 2010), impedimento de giros a la izquierda y la redistribución de los volúmenes vehiculares en el sistema.

[16] **J. P. Henríquez Ulloa, «PROPUESTA DE MEJORA VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS MIGUEL GRAU Y GULMAN EN LA CIUDAD DE PIURA, PIURA,» Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, 2019.**

Esta investigación tiene como problema el congestionamiento vial debido en gran parte al tránsito de motos, moto taxis y vehículos pesados; asimismo, su infraestructura vial está gravemente dañada a causa del fenómeno del Niño Costero del 2017. Estudia la intersección de las avenidas Miguel Grau y Gulmán con el objetivo de analizar las posibles ventajas de una propuesta vial en dicha zona. Su metodología se basó en la toma de datos en campo mediante un aforo vehicular, procesamiento de la data, identificación de los factores del problema y planteamiento de propuestas.

Se establecieron diferentes alternativas como intersecciones a desnivel, implementación de señalización, colocación de rotondas y mejoramiento de ciclos semafóricos mediante el programa Synchro. Como conclusión se determinó que la última alternativa es la más favorable,

ya que el tiempo de luz verde se optimizó en un 22% a 32% con respecto a los tiempos actuales de la zona permitiendo reducir los tiempos de desplazamiento y obtener un mejor nivel de servicio.

A NIVEL LOCAL

[17] **A. C. Maldonado Espinoza y M. d. M. Martínez Racchumí, «ESTRATEGIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA REDUCIR EL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR GENERADO POR EL TRANSPORTE INTERPROVINCIAL EN LA CIUDAD DE CHICLAYO,» Universidad Señor de Sipán, Pimentel, 2017.**

Esta tesis evalúa la inadecuada ubicación de los terminales terrestres en Chiclayo lo que provoca altas tasas de congestión vehicular, añadiéndole a esto la existencia de nuevas rutas que han provocado que el sector de transporte interprovincial aumente. Por ende, esta investigación busca plantear una solución de ordenamiento territorial que reduzca la mala transitabilidad ocasionada por el transporte interprovincial. La metodología se basó primero en la identificación de los lugares de aplicación del estudio, para luego entrevistar y encuestar a la población y posteriormente realizar el aforo vehicular. Los resultados se procesaron en el programa Excel para luego plantear alternativas y elegir las más adecuadas.

Se concluyó que para poder obtener una mejora de la situación las autoridades deben emitir una nueva ordenanza que se base en el respeto de los usos del suelo emitidos por el Centro Metropolitano de Planificación Territorial y Gestión Catastral. Asimismo, la reubicación e implementación de nuevos terminales terrestres permitirá reducir la entrada y salida de buses interprovinciales, por ende, la emisión de CO₂ y los tiempos de viaje reducirán.

[4] **Incio Zapata, «EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA CIUDAD DE CHICLAYO Y PROPUESTAS DE MEJORA,» Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo, 2014.**

Esta investigación tiene como finalidad analizar y evaluar de qué manera influye el transporte público en el desplazamiento peatonal y vehicular dentro del centro urbano de Chiclayo. Para ello se realizó la recopilación de datos existentes mediante encuestas a los peatones y a los conductores del transporte público (combis, taxis y mototaxis); asimismo, se llevó a cabo la medición del congestionamiento vehicular hallando el volumen de tráfico (IMH) y las velocidades correspondientes a cada uno.

Llega a la conclusión que el congestionamiento vehicular en Chiclayo ocasiona alta pérdida económica, aproximadamente S/. 2'262,849 nuevos soles al año. Para la optimización de esta situación será necesario habilitar nuevos anillos viales, regular la cantidad de vehículos que ingresan al parque automotor y reubicar los terminales urbanos e interurbanos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Bases legales

a) RN016-2009 MTC: Reglamento Nacional de Tránsito

Prescribe normas que regulan el uso de las vías públicas terrestres, aplicables a los desplazamientos de personas, vehículos y animales y a las actividades vinculadas con el transporte y el medio ambiente, en cuanto se relacionan con el tránsito en todo el territorio de la República. [18]

b) MTC Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Constituye uno de los documentos técnicos de carácter normativo, que rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio por los órganos responsables de la gestión de la infraestructura vial de los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local.

El Manual de Carreteras “Diseño Geométrico”, es un documento normativo que organiza y recopila las técnicas y procedimientos para el diseño de la infraestructura vial, en función a su concepción y desarrollo, y acorde a determinados parámetros. Contiene la información necesaria para diferentes procedimientos, en la elaboración del diseño geométrico de los proyectos, de acuerdo a su categoría y nivel de servicio, en concordancia con la demás normativas vigente sobre la gestión de la infraestructura vial. [19]

c) Norma GH. 020: Componentes de Diseño Urbano

Consta de nueve capítulos y sesenta artículos, en los cuales se brinda información acerca de los componentes de diseño de una Habilitación Urbana, los cuales son los espacios públicos y los terrenos aptos para ser edificados.

d) Reglamento Nacional de vehículos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

El objeto del presente Reglamento es establecer los requisitos y características técnicas que deben cumplir los vehículos para que ingresen, se registren, transiten, operen y se retiren del Sistema Nacional de Transporte Terrestre. Los requisitos y características técnicas establecidas en el presente Reglamento están orientadas a la protección y la seguridad de las personas, los usuarios del transporte y del tránsito terrestre, así como a la protección del medio ambiente y el resguardo de la infraestructura vial. [20]

e) Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras

El presente Manual es un documento oficial que contiene los diferentes dispositivos para el control del tránsito o movilidad, para ser utilizados en el diseño, construcción, rehabilitación, mejoramiento, puesta a punto, conservación o mantenimiento y dispositivos de control del tránsito temporal en zonas de trabajo y emergencias o sucesos.

En el contenido del Manual se establece el modo de empleo de los diferentes dispositivos de control del tránsito, en cuanto se refiere a su clasificación, funcionalidad, color, tamaño, formas y otros, a utilizarse en las vías que conforman el Sistema Nacional de Carreteras, así como de las vías urbanas. [21]

2.2.2. Ingeniería de tránsito

2.2.2.1. Vías urbanas

Una vía urbana es una ruta de dominio y uso público por el cual circulan todo tipo de transporte: autos, motos, camiones, bicicletas, buses, etc. Sirve como un medio de comunicación entre las diferentes comunidades y por tal motivo, se es necesario que esté en óptimo estado para su funcionalidad.

El sistema vial está constituido por vías expresas, arteriales, colectoras, locales y pasajes; sin embargo, las que conforman el sistema vial primario de la ciudad son designadas por el Plan de Desarrollo Urbano y son: vías expresas, arteriales y colectoras.

Las secciones de las vías locales principales y secundarias, se diseñarán de acuerdo al tipo de habilitación urbana. [22]

Tabla 2: Vías locales

TIPOS DE VIAS	VIVIENDA			COMERCIAL	INDUSTRIAL	USOS ESPECIALES
VIAS LOCALES PRINCIPALES						
ACERAS O VEREDAS	1.80	2.40	3.00	3.00	2.40	3.00
ESTACIONAMIENTO	2.40	2.40	3.00	3.00 - 6.00	3.00	3.00 - 6.00
PISTAS O CALZADAS	SIN SEPARADOR	CON SEPARADOR CENTRAL		SIN SEPARADOR	SIN SEPARADOR	SIN SEPARADOR
	2 MODULOS DE	2 MODULOS A CADA LADO DEL SEPARADOR		2 MODULOS DE	2 MODULOS DE	2 MODULOS DE
	3.60	3.00	3.30	3.60	3.60	3.30 - 3.60
				CON SEPARAD. CENTRAL: 2 MODULOS A C/ LADO		
VIAS LOCALES SECUNDARIAS						
ACERAS O VEREDAS	1.20			2.40	1.80	1.80 - 2.40
ESTACIONAMIENTO	1.80			5.40	3.00	2.20 - 5.40
PISTAS O CALZADAS	DOS MODULOS DE			2 MODULOS DE	2 MODULOS DE	2 MODULOS DE
	2.70			3.00	3.60	3.00

Fuente: GH. 020 Componentes de Diseño Urbano [22]

2.2.2.2. Elementos del flujo vehicular

Son elementos fundamentales característicos del flujo vehicular que permiten estimar las posibles causas de la congestión vehicular en un sistema vial y determinar el nivel de servicio de la vía en cuestión.

2.2.2.2.1. Volumen de tránsito

Para [23] tránsito es la cantidad de vehículos que transitan por un determinado punto durante un período establecido.

$$Q = \frac{N}{T} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

Q= vehículos por unidad de tiempo

N= Número de vehículos

T= periodo

➤ Volúmenes absolutos o totales

Dependiendo al lapso de tiempo en el que pasa un número total de vehículos, se tiene [23]:

- Tránsito anual (TA): cantidad de vehículos que transitan por un punto determinado a lo largo de un año, t = 1 año.

- Tránsito mensual (TM): cantidad de vehículos que transitan por un punto determinado a lo largo de un mes, $t = 1$ mes.
- Tránsito semanal (TS): cantidad de vehículos que transitan por un punto determinado a lo largo de una semana, $t = 1$ semana.
- Tránsito diario (TD): cantidad de vehículos que transitan por un punto determinado a lo largo de un día, $t = 1$ día.
- Tránsito horario (TH): cantidad de vehículos que transitan por un punto determinado a lo largo de una hora, $t = 1$ hora.
- Tasa de flujo o flujo (q): cantidad de vehículos que transitan por un punto determinado a lo largo de un periodo menor a 60 minutos, $t < 1$ hora.

➤ Volúmenes promedio diarios

Según [23] el TPD es el número total de vehículos que transitan por una sección del carril durante un periodo determinado. Este volumen es el resultante de la división de un número de días (N) entre el número de días del periodo ya establecido.

$$TPD = \frac{N}{(1 \text{ día} < T < 1 \text{ año})} \quad \text{Ecuación 2}$$

Se considera:

✓ Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Valor promedio de los volúmenes vehiculares que transitan en un año.

$$TPDA = \frac{TA}{365} \quad \text{Ecuación 3}$$

✓ Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM)

Valor promedio de los volúmenes vehiculares que transitan en un mes.

$$TPDM = \frac{TM}{30} \quad \text{Ecuación 4}$$

✓ Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS)

Valor promedio de los volúmenes vehiculares que transitan en una semana.

$$TPDS = \frac{TS}{7} \quad \text{Ecuación 5}$$

El IMDA (Índice Medio Diario Anual) se obtiene a partir del producto del IMDS (Índice Medio Diario Semanal) y el Factor de Corrección Estacional (FC).

$$IMDA = IMDS \times FC \quad \text{Ecuación 6}$$

Siendo el IMDS el resultado de la suma de los volúmenes de tráfico diarios durante una semana entre siete.

$$IMDS = \frac{\text{Suma de vol. tráfico}}{7} \quad \text{Ecuación 7}$$

➤ Volúmenes de tránsito horarios

Según [23] los volúmenes de tránsito horarios son:

- ✓ Volumen horario máximo anual (VHMA)

Máximo volumen horario que sucede en una sección de carril a lo largo de un año.

- ✓ Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

Máximo número de vehículos que circulan por una sección de carril a lo largo de 60 minutos consecutivos.

➤ Características

Según [23] los volúmenes de tránsito son muy cambiantes, por tal motivo se debe conocer sus características para saber de que manera influirán en el sistema:

- a) Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda

El Factor de la Hora de Máxima Demanda (FHMD) es la relación entre el VHMD y el flujo máximo (q_{\max}) en un período dado.

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(q_{\max})} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

N = número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los períodos dentro de la hora de máxima demanda pueden ser de 5, 10 ó 15 minutos, siendo el último el de mayor frecuencia. Si fuera así, el FHMD es:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(q_{\max})} \quad \text{Ecuación 9}$$

b) Variación horaria

Es la alteración de los volúmenes vehiculares a lo largo del día, ocasionados por el tipo de ruta (agrícola, turística, entre otras) y las actividades alrededor de su zona.

2.2.2.2.2. Velocidad y densidad

La velocidad deriva de la siguiente ecuación básica y se expresa mayormente en km/h.

$$V = \frac{\text{Distancia}}{\text{Tiempo}} \quad \text{Ecuación 10}$$

Según [23] la velocidad con la que transitan actualmente los vehículos supera los límites y la velocidad para lo que fue diseñada una vía. Asimismo, esta magnitud física es muy variable, por lo que se tiende a tomar velocidades medias, es decir, media aritmética. Otro tipo de velocidad es la de proyecto o diseño, la cual es el valor máximo con la que pueden circular los vehículos.

Por otro lado, la densidad es la concentración de vehículos en un tramo de una carretera por unidad de longitud. La mayoría de veces se expresa en vehículos por kilómetro (veh/km).

2.2.2.3. Capacidad vial y nivel de servicio

Según [23] no se puede establecer la capacidad de un sistema vial sin primero conocer el nivel de servicio que este le está ofreciendo a la población, se necesita evaluar no solo características físicas geométricas sino la manera en la que se está desplazando el volumen vehicular. La capacidad vial es la cantidad máxima vehicular y peatonal que transitan por un tramo de carril bajo condiciones propias de tránsito (tipos de vehículos), de las dimensiones físicas y geométricas de la vía y de los dispositivos de control. Asimismo, el intervalo de tiempo más usado para analizar y/o evaluar la capacidad es un cuarto de hora.

De esta manera, la serviciabilidad representa las condiciones en la que un sistema vial, urbano o rural está operando, y cual es la impresión que tiene la población acerca de esta. Según [19] los niveles de servicio son:

Tabla 3: Niveles de servicio

Nivel A	Se limita únicamente bajo las decisiones del conductor y la geometría de la vía. El desplazamiento se da en su total libertad y comodidad, y las maniobras de conducción de un vehículo no se ven restringidas por otro.
Nivel B	Existe una libre circulación, sin embargo la transitabilidad puede ser alterada por vehículos que no van a la misma velocidad, ocasionando de esta manera un menor espacio para realizar cualquier maniobra.
Nivel C	En este nivel ya se es necesario un ajuste en cuanto a la velocidad debido a la alta densidad de tráfico. Asimismo, las posibilidades de adelantar se ven minimizadas, las colas vehiculares aparecen y la libre circulación se reduce sin llegar a la detención total vehicular.
Nivel D	Las maniobras de conducción y la velocidad se ven altamente limitadas por la densidad vehicular. Lo cual también ocasionará la formación de cola que impedirán el adelantamiento a otros vehículos.
Nivel E	Los vehículos se desplazan dejando poco espacio entre ellos y con una velocidad continua. Las maniobras de conducción no pueden ser disipadas o controladas de inmediato, lo que ocasiona colas.
Nivel F	En este nivel de servicio la demanda es muy superior a la capacidad de la carretera, esto genera un tránsito engorroso y largas colas de espera con periodos cortos de movimientos. Cabe recalcar que el nivel F representa un punto de colapso.

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018 [19]

Ilustración 4: Niveles de servicio



Nivel de Servicio A



Nivel de Servicio B



Nivel de Servicio C



Nivel de Servicio D



Nivel de Servicio E

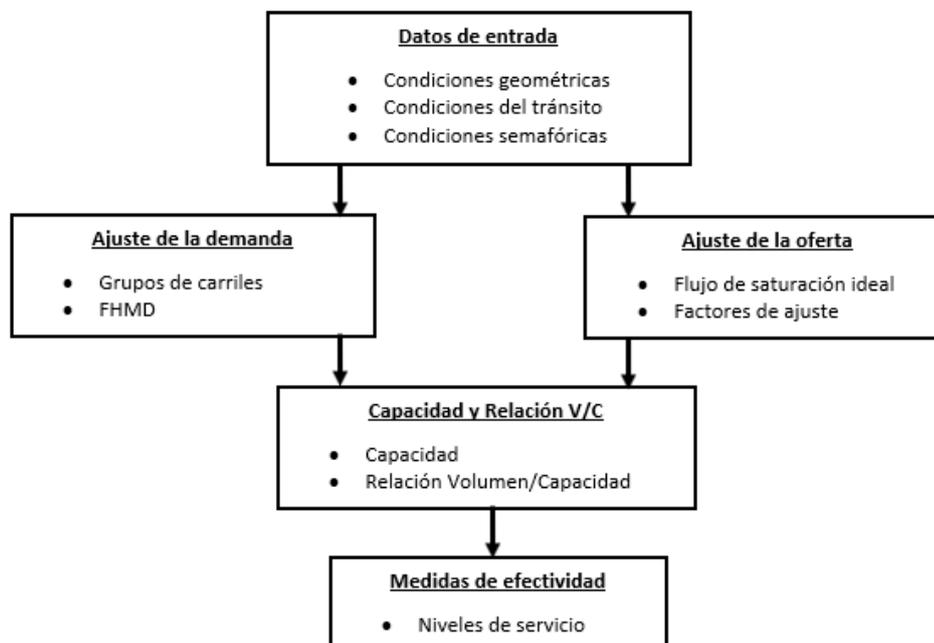


Nivel de Servicio F

Fuente: Cal, Cárdenas y Reyes [23]

El Highway Capacity Manual [25] es un documento publicado por el National Research Council de EE.UU. en el cual se detalla el conjunto de métodos a seguir para estimar la calidad de servicio en carreteras e intersecciones. Su análisis operacional se divide en cinco fases, a continuación, se describirán detalladamente:

Ilustración 5: Análisis operacional del HCM



Fuente: Highway Capacity Manual (HCM) [25]

Fase I: entrada de datos:

En esta fase se ingresará todos los datos correspondientes a la geometría y volumen vehicular de la intersección.

Fase II: ajuste de volúmenes:

Para períodos de análisis de 15 minutos, los volúmenes de demanda son establecidos en términos de volúmenes promedio horario.

Fase III: tasa de flujo de saturación:

Se obtiene de acuerdo a diferentes factores que modifican a un flujo de saturación “ideal”.

Fase IV: Análisis de capacidad:

Los volúmenes y la tasa de flujo de saturación anteriormente ya obtenidos serán necesarios para determinar la capacidad vial.

Fase V: Nivel de servicio:

La metodología aplicada por el HCM considera diversos parámetros y criterios necesarios para determinar el nivel de servicio en una infraestructura vial.

2.2.2.4. Métodos de muestreo

Para [26] existen dos maneras para realizar el conteo vehicular:

- Conteo manual: Consiste en el registro de vehículos mediante anotaciones en hojas de campo. Esta modalidad permite la obtención de ciertos datos específicos como el tipo de vehículo o el número de movimientos de giro.
- Conteo mecánico: No requiere de personal permanente debido a que para el registro de vehículos se hace uso de instrumentos mecánicos, los cuales pueden ser de dos tipos: fijos o portátiles.

2.2.2.5. Dispositivos para el control de tráfico

Estos dispositivos informan a los ciudadanos acerca de las condiciones del tránsito, con la finalidad de preverles seguridad y eficiencia tanto peatonal como vehicular. Según [21] para que un dispositivo de control sea eficiente es necesario que cumpla con los siguientes requisitos:

- a. Que exista una necesidad para su utilización.
- b. Que llame positivamente la atención y ser visible.
- c. Que encierre un mensaje claro y conciso.
- d. Que su localización permita al usuario un tiempo adecuado de reacción y respuesta.
- e. Infundir respeto y ser obedecido.
- f. Uniformidad.

Para el cumplimiento de los anteriores puntos se debe considerar:

- Diseño:

El diseño y la apariencia exterior de cada dispositivo, tiene importancia en el desarrollo de su función. Su diseño debe asegurar que:

- a. Las características del dispositivo, tamaño, contraste, color, forma, composición y retrorreflectorización e iluminación estén combinadas de tal forma que atraigan la atención del usuario.
- b. Las características de tamaño y color se aprecien igual durante el día, la noche y períodos de visibilidad limitada.
- c. El mensaje del dispositivo debe ser neutro en género.
- d. La forma, tamaño, colores y diagramación del mensaje se combinen para que éste sea claro, sencillo e inequívoco para el usuario.

- e. En cuanto al mensaje, la forma, color y sencillez del mismo deberán combinarse con la localización para permitir un tiempo adecuado de percepción y reacción en función a los requisitos que establece el Manual de Carreteras - Diseño Geométrico (DG vigente), para estos casos.
- f. La uniformidad, racionalidad, tamaño y legibilidad deberán estar combinados de manera de conseguir la debida comprensión de parte del usuario de la vía.
- g. Su tamaño, forma y mensaje concuerden con la situación que se señala, contribuyendo a su credibilidad y acatamiento.
- h. La apariencia de la señal (color, mensaje, forma y otros) debe ser la misma durante el día y la noche.

- Ubicación y requisitos:

Los dispositivos deben estar ubicados en un lugar beneficioso tanto para el conductor como peatón, para que les permita su fácil lectura, su fácil entendimiento. Asimismo, se deberá tener en cuenta la localización de los otros dispositivos, a tal manera que trabajen conjuntamente y no se obstaculicen.

- Conservación o mantenimiento:

Es un aspecto importante para la seguridad vial debido a que, si estos elementos se encuentran limpios, en buen estado y funcionan adecuadamente, generarán respeto tanto a los peatones como conductores. Asimismo, durante este proceso se deben evaluar todos los dispositivos con el fin de mantener sus condiciones iniciales.

2.2.2.5.1. Señales verticales

Dispositivos instalados sobre el camino o adyacente a él, cuya finalidad es advertir a los usuarios sobre la presencia de peligros cerca de él.

- Clasificación:

- a. Señales Reguladoras o de Reglamentación:

Avisan a los usuarios acerca de las restricciones para el uso de vías. Estas señales deberán ser de forma circular, inscritas en una placa cuadrada o rectangular; la señal de «PARE», tendrá forma octogonal, y la de "CEDA EL PASO", forma triangular equilátero.

b. Señales de Prevención:

Tiene como finalidad prevenir al ciudadano sobre la presencia de riesgos presentes en la vía a una distancia próxima. Estas señales tendrán forma romboidal, a excepción de “zona de no adelantar” con forma triangular y las de “zonas escolares” con forma pentagonal.

c. Señales de Información:

Orientan y brindan información a los usuarios para que puedan llegar a su destino sin ningún problema. Son de forma rectangular a excepción de los indicadores de ruta y de las señales auxiliares, asimismo las señales de turismo tendrán forma cuadrada.

- Ubicación

Se debe considerar:

a. Distancia entre la señal y la situación a la cual ésta se refiere (ubicación longitudinal)

La ubicación longitudinal viene a ser la distancia entre el usuario y la señal, la cual debe darle el tiempo suficiente para captar la información y ponerla en práctica.

b. Distancia entre la señal y la calzada (ubicación lateral)

La señal se sitúa a lado derecho de la vía y fuera de las bermas; sin embargo, esto puede cambiar en vías en una sola dirección con dos o más carriles debido a que las señales se colocan a la izquierda con el objetivo de mejorar la seguridad y la visualización. En zonas urbanas, la distancia del borde de la calzada al borde próximo de la señal, deberá ser como mínimo 0,60 m.

c. Altura de la señal.

Es necesario una altura ideal para su fácil visualización, para ello es necesario tomar en cuenta factores como altura de vehículos, geometría de vía, presencia de obstáculos. En zonas urbanas, la altura mínima permisible será de 2,00 m. entre el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda.

2.2.2.5.2. Marcas en el pavimento o demarcaciones

➤ Líneas de cruce peatonal

Son un conjunto de líneas que se ubican de manera paralela entre sí, que utilizan todo el ancho de calzada y que indican el paso peatonal. Tener en cuenta que a un metro de distancia debe estar la “línea de pare”.

2.2.2.5.3. Semáforos

Dispositivos que tienen como propósito regular y controlar el tránsito a través de los tiempos de luces del semáforo.

2.2.2.5.3.1. Elementos

Un semáforo consta de dos partes (soporte y cabeza):

- Soporte: Es la estructura que sujeta la cabeza del semáforo
- Cabeza: Es la armadura que contiene las partes visibles del semáforo. La parte inferior de la cara del semáforo tendrá las siguientes alturas libres:

a) Para semáforos con soporte tipo poste.

Altura mínima 3.10 m

Altura máxima 4.50 m

b) Para semáforos con soporte tipo ménsula.

Altura mínima 5.50 m

Altura máxima 6.00 m

2.2.2.5.3.2. Estación central o control maestro

Encargado de administrar los tiempos de los ciclos semafóricos y de optimizar los movimientos del tránsito vehicular, contribuyendo al fácil y rápido desplazamiento.

Los sistemas más utilizados en las Estaciones Centrales y Control Maestro son:

- a. Sistema coordinado simultáneo: Sistema en el cual todos los semáforos se encuentran sincronizados y permiten ofrecer la misma indicación de luz a lo largo de toda la vía.
- b. Sistema coordinado alternado: Existe un sistema alterno simple y un sistema alterno doble y triple, en el primero el desfase es de medio ciclo,

mientras que para el segundo el desfase es cero para los semáforos simultáneos, y medio ciclo para los demás.

- c. Sistema coordinado progresivo: Existen dos casos, para el primero se fija una duración común e independiente para cada intersección; y para el segundo caso, tiene las mismas características que el primero.

2.2.2.5.3.3. Tipo de semáforos

a) Semáforos para vehículos

- Semáforos fijos o pre sincronizados: Cuentan con una programación de intervalos y secuencia de fases preestablecidos no accionados por el tránsito vehicular. El programa que rige sus características de operación tales como duración del ciclo, desfase, y otros, pueden ser modificados.
- Semáforos sincronizados por el tránsito: Son aquellos cuyo funcionamiento es sincronizado en todos los accesos a una intersección
- Semáforos adaptados al tránsito: Denominados también Semáforos Inteligentes, son aquellos cuyo funcionamiento es ajustado continua y automáticamente en todos los accesos a una intersección, de acuerdo a la información sobre el flujo vehicular que colectan los detectores de tráfico y envían la información sobre la secuencia de fases, intervalos de fases, ciclos y/o desfases, a una Estación Central o Control Maestro.

b) Semáforos para peatones

Controlan el paso del peatón con el fin de que tenga el tiempo necesario para pasar una vía a través de un cruce peatonal. Los lugares en donde se instalen estos semáforos deberán complementarse con la respectiva demarcación en el pavimento.

La implementación de semáforos con dispositivos sonoros, facilita el uso de la infraestructura existente a personas con limitación visual.

2.2.3. Simulación

Hoy en día las herramientas de simulación son un componente fundamental en el diseño, implementación y monitoreo de las redes de comunicación, debido a que permiten predecir

el comportamiento de diferentes eventos que pueden afectar el desempeño de la red y degradar la calidad de las aplicaciones y los servicios [25].

La simulación es una de las mejores herramientas con la cual trabajar, debido a que te permite observar de manera mucho más enfocada la realidad de una problemática. Además, permite el ahorro de dinero y tiempo, debido a que permite recrear escenarios sin necesidad de hacerlo realmente.

Con respecto al tema de investigación, la simulación del tránsito permitirá conocer la situación actual de la zona y predecir el futuro comportamiento del flujo vehicular frente a determinadas condiciones. Según [28] el proceso de simulación de redes de tránsito se divide, fundamentalmente, en dos etapas:

✓ Elección de redes

Es la etapa previa al uso del programa, será necesaria para determinar la zona de estudio y de acuerdo a ello obtener los datos necesarios que más adelante se utilizarán para la construcción y calibración de red.

✓ Construcción y calibración de red

Esta etapa se basa únicamente a los datos obtenidos en campo, debido a que la construcción es la representación de las características físicas del sistema vial establecido, y la calibración se refiere a la modificación de las condiciones reales del tránsito. La construcción y calibración de la red se divide a su vez puede en tres áreas:

a) Diseño y revisión de la red vial:

Es la verificación de datos en cuanto a las características geométricas físicas de la zona de estudio, al número y sentido de carriles, y al movimiento/giro de los vehículos.

b) Diseño y revisión de los elementos de control:

Es necesario evaluar la existencia de semáforos en la zona, para posteriormente realizar el conteo de ciclos semafóricos con cada una de sus fases correspondientes. Asimismo, tener en cuenta las velocidades en horas muertas, horas pico y en flujo normal. Y en algunas ocasiones señalización horizontal y vertical.

c) Diseño y revisión de flujos y trayectorias:

Los flujos vehiculares son la parte más importante para el diseño en el programa, debido a que cualquier detalle podría afectar de manera considerable al resultado final. Para cerciorar un buen conteo será necesario tener puntos de control direccionales en función de los movimientos de los flujos vehiculares.

✓ Indicadores de desempeño y resultados de la red

La simulación es una herramienta muy provechosa debido a las diferentes ventajas que te ofrece, una de ellas es el análisis del tránsito a través del movimiento. Esta herramienta proporciona los resultados obtenidos de las propuestas y te da la facilidad de evaluarlos según demoras, nivel de servicio, grado de saturación, entre otros.

2.2.3.1. Tipos de modelación

a) Modelo microscópico

Según [29] los modelos microscópicos mayormente son para el análisis de pequeñas distancias y/o áreas, como una intersección o un tramo de vía. Este modelo se caracteriza por analizar de manera individual el desplazamiento de un vehículo, lo que trae consigo datos y resultados más exactos.

b) Modelo mesoscópico

Este modelo analiza las condiciones de tránsito, ya no de manera individual como el modelo anterior, sino para un grupo de vehículos que comparten características similares como: rango de velocidad, tamaño, entre otros. En el modelo mesoscópico las restricciones de aceleración y desaceleración no se usan y eso permite pasar de un modelo basado en un paso de simulación a un modelo basado en eventos, ya que sólo se calculan los tiempos de entrada y salida de la sección [26].

c) Modelo macroscópico

Los modelos macroscópicos a comparación de los anteriores analizan el flujo del tráfico de una forma mucho más general, tomando variables que involucran a todo el conjunto de vehículos como la densidad o intensidad de tráfico. Asimismo, las zonas de estudio que se modelan macroscópicamente son mucho más grandes que las anteriores.

2.2.3.2. Synchro Studio 8

Synchro es un programa dedicado al control y optimización de tiempos semafóricos en intersecciones viales. Según [30] este programa es interactivo, al cambiar los valores de entrada automáticamente los resultados finales se actualizan; además, permite

optimizar la duración de los ciclos semafóricos, tiempos parciales, secuencia de fases para minimizar las paradas de controladores y el retraso.

2.2.4. Términos básicos

✓ Flujo vehicular

Es la cantidad y el modo en la que vehículos transitan por una vía.

✓ Congestionamiento vehicular

Es la condición de saturación causada por la excesiva cantidad de vehículos, sobrepasando la capacidad vial.

✓ Parque automotor

Son todos los vehículos registrados por el gobierno, dependiendo al tipo y al servicio que presta.

✓ Vehículo

Medio de transporte que permite el desplazamiento de un lugar a otro.

✓ Transporte público

Servicio de transporte de una ciudad que puede ser utilizado por cualquier persona para trasladarse de un lugar a otro a cambio de una cantidad de dinero.

✓ Solución vial

Medidas aplicadas en el ámbito del tránsito que buscan optimizar la movilidad y la capacidad vial.

✓ Tránsito

Circulación de vehículos y/o personas por un lugar.

III. Materiales y métodos

3.1. Tipo y nivel de investigación

- Tipo de estudio:

Es una investigación descriptiva, pues se centra en analizar y detallar la realidad problemática que se está abordando, observar los hechos tal y como son. No solo consiste en recolectar y procesar datos sino identificar la relación entre dos o más variables.

- Nivel de investigación:

El presente proyecto tiene un enfoque cuantitativo, ya que analiza la problemática mediante la recopilación de datos y herramientas matemáticas para medirlo.

3.2. Diseño de investigación

Investigación no experimental, ya que se basa netamente en la observación, no se introduce ningún factor externo que altere el contexto natural para ver nuevas reacciones.

3.3. Población, muestra, muestreo

- Población:

Para efectos de la presente investigación, la población de estudio serán todos los vehículos y ciudadanos que circulan por la avenida Luis Gonzáles.

- Muestra:

Para el presente proyecto la muestra de estudio ha de cuantificarse numéricamente, es por eso que del estudio de tránsito realizado se ha de tomar los índices medios diarios (IMD).

- Muestreo:

Debido a que el volumen vehicular varía constantemente, el estudio de tráfico se realizará de manera consecutiva los seis días de la semana, dos horas en la mañana, tarde y noche. Por motivos del COVID 19 y por las medidas implantadas por el gobierno, el día Domingo no se saldrá. Las intersecciones pertenecientes a la Av. Luis Gonzáles son:

Tabla 4: Intersecciones de la Av. Luis Gonzáles

INTERSECCIONES	
1	Av. Luis Gonzáles – Calle Junín
2	Av. Luis Gonzáles – Av. Francisco Bolognesi
3	Av. Luis Gonzáles - Calle Virgilio D'allorso
4	Av. Luis Gonzáles – Calle Tacna
5	Av. Luis Gonzáles – Calle Francisco Cabrera
6	Av. Luis Gonzáles – Calle Torres Paz
7	Av. Luis Gonzáles – Calle Manuel María Izaga
8	Av. Luis Gonzáles – Calle Elías Aguirre
9	Av. Luis Gonzáles – Calle San José
10	Av. Luis Gonzáles – Calle Vicente De La Vega
11	Av. Luis Gonzáles – Calle Lora y Cordero
12	Av. Luis Gonzáles – Calle Leoncio Prado
13	Av. Luis Gonzáles - Calle Diego Ferré
14	Av. Luis Gonzáles – Av. Pedro Ruiz
15	Av. Luis Gonzáles – Calle Arica
16	Av. Luis Gonzáles - Calle Manuel Pardo
17	Av. Luis Gonzáles - Calle Cois
18	Av. Luis Gonzáles – Av. Augusto B. Leguía

Fuente: Elaboración propia

3.4. Criterios de selección

En la Provincia de Chiclayo hay mucha diversidad automovilística, sin embargo, en la zona de estudio del presente proyecto, en el ámbito urbano operan básicamente tres modos de transporte: vehículos de transporte público, vehículos de transporte privado y unidades motorizadas lineales.

3.5. Operacionalización de variables

HIPOTESIS	VARIABLES	CONCEPTO	DIMENSIÓN		INDICADORES	INSTRUMENTO	MEDICIÓN
La aplicación de una simulación mesoscópica de tráfico, empleando el software Synchro, permitirá plantear propuestas de solución respecto al congestionamiento que se da en las intersecciones de la Av. Luis Gonzáles, mejorando la movilidad, seguridad y nivel de servicio.	INDEPENDIENTE Tráfico	Circulación de vehículos por calles, carreteras, entre otros.	Estudio de tráfico		Clasificación y conteo vehicular	Tablas del MTC	Veh/día Veh/hr
					Velocidad vehicular	Ficha de registro	
					Movimiento de giro		
	DEPENDIENTE Congestión vehicular	Es la condición de saturación causada por la excesiva cantidad de vehículos, sobrepasando la capacidad vial.	Nivel de congestión	Volumen vehicular	Aforo vehicular	Tablas del MTC	Veh/día Veh/hr
				Geometría vial	Mediciones en campo	Wincha	Longitud
					Plano de la zona	Fuente externa	AutoCAD
				Velocidad vehicular	Tiempos de recorrido	Cronómetro	Seg
			Ciclos semafóricos	Duración de los ciclos	Cronómetro	Seg	
			Propuestas de solución		Análisis de deficiencias en el sistema de transporte	Observación directa	Adimensional
					Micro simulación de tráfico	Synchro 8.0	

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Recopilación de información	Aforo vehicular y peatonal Tabla de Formato de Clasificación Vehicular – MTC
Análisis de documentos	Norma Libros Tesis Manuales Artículos de investigación Revistas
Simulación matemática	Synchro 8.0.

3.6.1. Técnicas

Se ha previsto realizar un estudio de tránsito vehicular y peatonal, utilizando tablas de clasificación basadas en el MTC y mediante observación directa, para posteriormente cuantificar toda información que nos permita identificar los puntos más congestionados y determinar el nivel de servicio.

a) Estudio de tráfico

Los puntos a seguir para el conteo vehicular son los siguientes:

- Determinar los días de conteo: para el presente proyecto la actividad se desarrolló de lunes a sábado, dos horas en la mañana, tarde y noche.
- En cada intersección, ubicar los puntos de aforo con sus respectivas estaciones, de manera que se obtenga el flujo vehicular entrante de ambas calles.
- Se procede al conteo, teniendo como base el esquema proporcionado por el MTC.

mayor transitabilidad. El análisis se basará en la contabilidad de todas las personas que se dirijan de manera paralela y perpendicular a la avenida. Ver anexo 02.

c) Recolección de datos geométricos de la vía

Para poder obtener las dimensiones geométricas de la vía fue necesario realizar la medición en campo, teniendo como fin conocer las siguientes características:

- Ancho de calzada
- Número de carriles
- Sentido de circulación

d) Medición de velocidad

Esta actividad se realizará en base a los siguientes pasos:

- Dividir la zona de estudio en tramos y tomar medida de cada uno de ellos.
- Seleccionar un tipo de vehículo y cronometrar el tiempo que le es necesario para desplazarse del punto de inicio del tramo hasta el final.
- Calcular la velocidad en base a la siguiente ecuación:

$$V = \frac{d}{t} \quad \text{Ecuación 13}$$

Dónde:

V: velocidad promedio (km/min)

d: distancia por tramo (km)

t: tiempo por tramo (min)

e) Anotación de ciclos semafóricos

Primero es necesario identificar la existencia de intersecciones semaforizadas y si es así el número de fases. Asimismo, se tendrá que cronometrar el tiempo de ciclo para obtener la cantidad de segundos proporcionados para el color rojo, ámbar y verde.

f) Nivel de servicio

Para determinar el nivel de servicio se ha utilizado el método HCM 2010, el cual se calcula mediante los siguientes pasos [31]:

- Primero, determinar las características físicas geométricas de la intersección, es decir, número, ancho y sentido de carriles, pendiente, existencia de carriles exclusivos, longitud.
- Segundo, poseer/obtener los ciclos semafóricos de dicha intersección.
- Tercero, considerar las características del flujo del tráfico en la zona: volumen vehicular y número de personas y bicicletas por cada movimiento o giro, número de maniobras de estacionamiento y paradas de buses. Asimismo, se tiene que evaluar la condición y/o estado en el que se está desplazando el flujo y para ello se halla el tipo de arribo (AT) para cada acceso. Para cuantificarlo se utiliza la siguiente fórmula:

$$R_p = \frac{P}{\frac{g_i}{C}} \quad \text{Ecuación 14}$$

Dónde:

R_p : relación de pelotón

P: proporción de todos los vehículos que llegan durante la fase verde ($P \leq 1$)

C: longitud de ciclo (seg)

g_i : tiempo de verde efectivo del movimiento (seg).

Existen seis tipos de arribo:

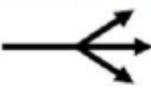
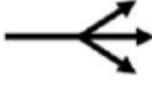
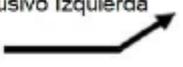
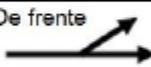
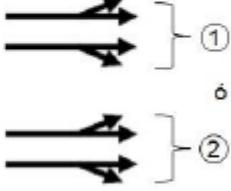
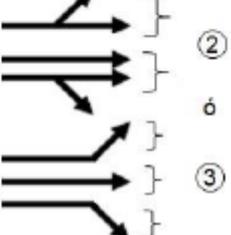
Tabla 5: Calidad de progresión según el tipo de llegada

Tipo de llegada	Rango de pelotón (R_p)	Valor por defecto (R_p)	Calidad de progresión
1	≤ 0.5	0.333	Muy pobre
2	$> 0.5 - 0.85$	0.667	Desfavorable
3	$> 0.85 - 1.15$	1.000	Llegadas aleatorias
4	$> 1.15 - 1.50$	1.333	Favorable
5	$> 1.50 - 2.00$	1.667	Altamente favorable
6	> 2.00	2.000	Excepcional

Fuente: HCM [32]

- Cuarto, ajuste de la demanda, para ello:
 1. Será necesario identificar el número de movimientos por carril.

Tabla 6: Calidad de progresión según el tipo de llegada

No. De Carriles	Movimiento por carril	Posibilidades de Agrupación
1	Izq. + de frente + der. 	1. 
2	Exclusivo Izquierda  De frente + Derecha 	2. posibilidades de grupo  
2	Izq + De frente  De frente + Derecha 	
3	Exclusivo izquierda  De frente  De frente + Derecha 	

Fuente: Llanos Jhonatan [31]

Por otro lado, de la existencia de carril exclusivo se tendrá que verificar este dato mediante las siguientes fórmulas:

$$V_1 < \frac{V_a - V_l}{N-1} \quad \text{Ecuación 15}$$

$$V_1 \geq \frac{V_a - V_l}{N-1} \quad \text{Ecuación 16}$$

Dónde:

V_l : volumen de vuelta a la izquierda (vehículos/h)

V_a : volumen en el acceso (vehículos/h)

N : número de carriles del acceso

De esta manera, si se cumple la primera ecuación el grupo de carriles es el mismo y no daría lugar a un carril exclusivo. Si, por lo contrario, se cumple la segunda ecuación, se añade un nuevo grupo de carril y los movimientos serían independientes.

2. Determinación de la tasa de flujo

Se da durante los 15 minutos pico, se halla dividiendo el volumen horario entre el factor de hora pico (FHP).

$$V_p = \frac{V}{\left(\frac{\text{Volumen horario de máx demanda}}{\text{Tasa de flujo pico}}\right)} \quad \text{Ecuación 17}$$

3. Ajuste de la oferta

3.1. Determinación de la tasa de flujo de saturación

Es la tasa máxima de flujo que se tiene en un acceso y que varía de acuerdo a las características del tránsito que se tenga en una intersección. Para hallar este valor, según el HCM primero se tiene que calcular el ajuste de la tasa de flujo de saturación ideal.

$$s = s_0 * N * f_w * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb}$$

Dónde:

s : tasa de flujo de saturación del grupo de carriles (veh/h-verde)

s_0 : tasa de flujo de saturación ideal por carril (veh/h/carril)

N : número de carriles del grupo de carriles

f_w : factor de ajuste por ancho de carriles

f_{HV} : factor de ajuste por vehículos pesados

f_g : factor de ajuste por pendiente del acceso

f_p : factor de ajuste por estacionamientos adyacentes al grupo de carriles

f_{bb} : factor de ajuste por bloqueo de buses que paran cerca de la intersección

f_a : factor de ajuste por tipo de área

f_{LU} : factor de ajuste por utilización de carriles

f_{LT} : factor de ajuste por giros a la izquierda

f_{RT} : factor de ajuste por giros a la derecha

f_{Lpb} : factor de ajuste por peatones y bicicletas para giros a la izquierda

f_{Rpb} : factor de ajuste por peatones y bicicletas para giros a la derecha

La tasa de flujo de saturación ideal está dada por el HCM y es 1900 vehículos livianos por hora por carril (veh/h/carril).

3.2. Factores de ajuste del flujo de saturación

a. Ajuste por ancho de carril (f_w)

Va a depender mucho del ancho de carril actual, si es angosto el factor provocará un efecto negativo en la tasa de flujo, si es ancho el valor de la tasa aumentará. Tener en consideración que el ancho de carril estándar es de 3.6m.

b. Ajuste por vehículos pesados (f_{HV})

Este factor permite añadir el espacio ocupado por los vehículos pesados a la tasa de flujo. Considera cada vehículo pesado como dos livianos.

c. Ajuste por pendiente del acceso (f_g)

Incorpora las modificaciones de la pendiente de la rasante sobre los vehículos.

d. Ajuste por estacionamientos (f_p)

Para ello se es necesario saber el número de maniobras por hora y dentro de un límite de 70m hacia adelante. Tiene una cantidad máxima permitida de 180 maniobras y es importante comprender que tener cero maniobras es diferente a ser una zona prohibida de estacionarse.

e. Ajuste por bloqueo de buses (f_{bb})

Se aplica sobre la cantidad de buses que netamente impiden el flujo continuo del tránsito dentro de un límite de 70 m hacia adelante y tiene una cantidad máxima permitida de 250 paradas.

f. Ajuste por tipo de área (f_a)

De acuerdo a la zona que se esté analizando se seleccionará el factor correspondiente, dependerá mucho si es zona comercial o residencial. Si es zona céntrica va a existir mayor número de maniobras de parqueo, mayor congestión y número de taxis y peatones; y si es residencial el volumen vehicular baja al igual que las otras características dependientes de ello.

g. Ajuste por utilización de carril (f_{LU})

Dependerá de la distribución del volumen vehicular dentro de los carriles pertenecientes a un acceso, puede ser compartida por igual o no. Esto también dependerá si solo se tiene un único carril o más.

h. Ajuste por giros a la izquierda (f_{LT})

Dependerá si los giros son permitidos (para todos los grupos de carril) o protegidos (carril exclusivo).

i. Ajuste por giros a la derecha (f_{RT})

Dependerá si los giros son permitidos (para todos los grupos de carril) o protegidos (carril exclusivo), al igual que el factor anterior.

j. Ajuste por peatones y bicicletas (f_{Lpb} y f_{Rpb})

Toma en cuenta el número de peatones y bicicletas que giran hacia la izquierda y derecha en cada acceso.

Tabla 7: Factores de ajuste del flujo de saturación

Factor	Fórmula	Definición de variable	Notas
Ancho de carril	$f_w = 1 + \frac{W - 3.6}{9}$	W= ancho de carril (m)	W \geq 2.4m ² Si W \geq 4.8m, analizar como dos carriles
Vehículos pesados	$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(E_T - 1)}$	%HV= porcentaje de vehículos pesados al grupo	E _T = 2.4 autos/pesado
Pendiente	$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$	%G=porcentaje de pendiente del acceso	-6 \leq %G \leq 10 ; negativa en descensos
Estacionamiento	$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N}$	N= número de carriles del grupo Nm= número de maniobras de estacionamiento/h	0 \leq Nm \leq 180 fp \geq 0.05 fp \geq 1 para sin estacionamiento
Bloqueo de buses	$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_m}{3600}}{N}$	N= número de carriles del grupo NB= número de buses que paran por hora	0 \leq NB \leq 250 fbb \geq 0.05
Tipo de área	$f_a = 0.9$ en CBD $f_a = 1$ en otras áreas	CDB= distrito central de negocios (centro de la ciudad)	
Utilización de carriles	$f_{LM} = \frac{v_g}{v_{g1} * N}$	Vg= tasa de flujo de demanda no ajustada del grupo de carril (veh/h) Vg1= tasa de flujo de demanda no ajustada del carril con el volumen más alto del grupo(veh/h) N= número de carriles del grupo	
Vueltas a la izquierda	Carril exclusivo: $f_{LT} = 0.95$ Carril compartido: $f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_{LT}}$	P _{LT} = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles	
Vueltas a la derecha	Carril exclusivo: $f_{RT} = 0.85$ Carril compartido: $f_{RT} = 1 - 0.15P_{RT}$ Carril simple: $f_{RT} = 1 - 0.135P_{RT}$	P _{RT} = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles	f _{RT} \geq 0.05
Bloqueo por peatones y bicicletas	Ajuste LT $f_{Rpb} = 1 - P_{LT}(1 - A_{pbt})(1 - P_{PLTA})$ Ajuste RT $f_{Rpb} = 1 - P_{RT}(1 - A_{pbt})(1 - P_{PRTA})$	P _{LT} = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles A _{pvt} = ajuste a la fase permitida P _{LTA} = proporción de vueltas a la izquierda que usan la fase protegida P _{RT} = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles P _{RTA} = proporción de vueltas a la derecha que usan la fase protegida	

Fuente: Llanos Jhonatan [31]

4. Determinación de la capacidad

4.1. Capacidad

En intersecciones semaforizadas se calcula con la siguiente ecuación:

$$c_i = s_i \left(\frac{g_i}{C} \right) \quad \text{Ecuación 18}$$

Dónde:

c_i : Capacidad del grupo de carriles i (veh/h)

s_i : Tasa de flujo de saturación para el grupo de carriles i (veh/h)

g_i : Tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles i (s)

C : Longitud del ciclo del semáforo (s)

$\frac{g_i}{C}$: Proporción de verde efectivo para el grupo de carriles i

4.2. Relación v/c

Relación entre velocidad y capacidad de una determinada intersección, permite entender el grado de saturación y como está funcionando.

Se representa con la letra X, y se calcula mediante la siguiente formula:

$$x_i = \frac{v_i}{c_i} = \frac{v_i}{s_i \left(\frac{g_i}{C} \right)} = \frac{v_i * C}{s_i * g_i} \quad \text{Ecuación 19}$$

Dónde:

x_i : Relación v/c o grado de saturación para el grupo de carriles i

v_i : Tasa de flujo de demanda actual o proyectada para el grupo de carriles i (veh/h)

c_i : Capacidad del grupo de carriles i

s_i : Tasa de flujo de saturación para el grupo de carriles i (veh/h)

g_i : Tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles i (s)

C : Longitud del ciclo (s)

4.3. Grupos de carriles críticos y grado de saturación crítico

El grado de saturación crítico es la evaluación de la intersección en cuanto a su geometría, volumen vehicular y ciclo semaforico, para ello primero se tiene que identificar los grupos de carriles más críticos mediante el mayor valor de v/c. El X_c se obtiene con la siguiente ecuación:

$$x_c = \frac{C}{C-L} * \sum \left(\frac{v}{s} \right)_{ci} \quad \text{Ecuación 20}$$

Dónde:

x_c : Relación v/c crítica o grado de saturación crítico para la intersección

$\sum \left(\frac{v}{s}\right)_{ci}$: Sumatoria de las relaciones de flujo para todos los grupos de carriles críticos

L: Tiempo perdido total por ciclo

C: Longitud del ciclo (s)

5. Eficiencia

5.1. Cálculo de la demora

La demora por control de vehículo es la suma de las demoras bajo diferentes condiciones de tránsito que experimentan todos los vehículos que llegan durante el periodo de análisis. Se halla mediante la siguiente ecuación:

$$d = d_1(PF) + d_2 + d_3 \quad \text{Ecuación 21}$$

Dónde:

d : Demora por control por vehículo (s/veh)

d_i : Demora por control uniforme asumiendo llegadas uniformes (s/veh)

PF: Factor de ajuste de demora uniforme por coordinación, el cual incorpora los impactos de la coordinación de semáforos

d_2 : Demora incremental que toma en cuenta los impactos de llegadas aleatorias y colas sobresaturadas, cabe recalcar que este tipo de demora asume una cola inicial nula

d_3 : Demora por cola inicial, incorpora las demoras de los vehículos debido a las colas iniciales al inicio del periodo de análisis (s/veh)

5.2. Demora uniforme

Para su cálculo se asume una posición ideal, es decir volumen vehicular estable y una cola inicial nula. Para ello se utiliza la siguiente ecuación:

$$d_1 = \frac{0.5C\left(1-\frac{g}{C}\right)^2}{1-\left[\min(1-X)*\frac{g}{C}\right]} \quad \text{Ecuación 22}$$

Dónde:

C: Longitud del ciclo (s) empleando semáforos fijos

g: Tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles (s)

X: Relación v/c o grado de saturación

5.3. Factor de ajuste por coordinación

Este factor incorpora los impactos de la coordinación de semáforos, si una gran cantidad de vehículos llega durante el tiempo de verde es porque están correctamente sincronizados, si sucede lo contrario es porque se es necesario mejorar los tiempos del semáforo.

$$PF = \frac{(1-P)*f_{PA}}{1-\left[\frac{g}{C}\right]} \quad \text{Ecuación 23}$$

Dónde:

P: Proporción de vehículos que llegan en verde

g/c: Proporción de tiempo de verde disponible

f_{PA} : Factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan durante el verde

Como se mencionó P es la proporción de vehículos que se suman a la cola, esté saturada o libre para transitar, en tiempo de verde.

El factor de ajuste suplementario, necesaria para el desarrollo de la ecuación anterior, se calcula con la siguiente tabla:

Tabla 8: Factor de ajuste suplementario según la relación g/c

Relación g/c	Tipo de Llegada (AT)					
	AT1	AT2	AT3	AT4	AT5	AT6
0.20	1.167	1.007	1.000	1.000	0.833	0.75
0.30	1.286	1.063	1.000	0.986	0.714	0.571
0.40	1.445	1.136	1.000	0.895	0.555	0.333
0.50	1.667	1.240	1.000	0.767	0.333	0.000
0.60	2.001	1.395	1.000	0.576	0.000	0.000
0.70	2.556	1.653	1.000	0.256	0.000	0.000
fPA	1.000	0.93	1.000	1.15	1.000	1.000
Rp por defecto	0.333	0.667	1.000	1.333	1.667	2.000

Fuente: HCM [32]

5.4. Demora incremental

Considera colas saturadas debido a los efectos de colapsos temporales de ciclos semafóricos. Este valor se halla con la siguiente ecuación.

$$d_2 = 900 \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8*k*I*X}{c*T}} \right] \quad \text{Ecuación 24}$$

Dónde:

T : Duración del periodo de análisis (h)

c : Capacidad del grupo de carriles (veh/h)

X : Grado de saturación

k : Calibración de demora incremental, el cual dependerá del tipo de controlador, si es semáforo de tiempo fijo le corresponderá un valor de 0.5

I : Factor de ajuste de demora incremental, el cual incorpora los efectos de ingresos de vehículos derivados de semáforos previos a la intersección de estudio, para una intersección aislada el valor correspondiente será de 1.

5.5. Demora por cola inicial

Es la demora originada por las colas insatisfechas del ciclo semafórico anterior, es decir que no pudieron llegar a cruzar la intersección en tiempos de verde. Si en un periodo de quine minutos, el grado de saturación (X) es mayor a uno, el siguiente periodo comenzará con cola inicial (Q_b). Existen cinco diferentes casos en los que la demora por cola inicial podrá ser estimada:

Caso 1: Flujo no saturado con cola inicial nula $\rightarrow d_3=0$

Caso 2: Flujo sobresaturado con ola inicial nula $\rightarrow d_3=0$

Caso 3: La cola inicial, durante el periodo de análisis (T), disminuye hasta desaparecer. Esto se resume en $Q_b + qT < cT$, la cola inicial más la demanda total en T es menor a la capacidad disponible.

Caso 4: Cuando al pasar el periodo de análisis sigue existiendo mínima demanda vehicular insatisfecha, en este caso demanda en T (qT) < capacidad (cT).

Caso 5: Cuando la demanda vehicular insatisfecha aumenta después del periodo T , de esta manera $qT > cT$.

La demora por cola inicial se calcula con la siguiente ecuación:

$$d_3 = \frac{1800Q_b(1+u)t}{cT} \quad \text{Ecuación 25}$$

Dónde:

Q_b : Cola inicial al comienzo del periodo T (veh)

c : Capacidad del grupo de carriles (veh/h)

T : Duración del periodo de análisis (h)

t: Duración de la demanda insatisfecha (h)

u: Parámetro de demora

Para el caso 3, 4 y 5, se necesitará las siguientes ecuaciones:

Si $Q_b = 0$ entonces $t = 0$:

$$t = \min \left[X; \frac{Q_b}{c*(1-X)} \right] \quad \text{Ecuación 26}$$

Si $t = T$ entonces $u = 0$:

$$t = \min \left[X; \frac{Q_b}{c*(1-X)} \right] \quad \text{Ecuación 27}$$

5.6. Estimación de demoras ponderadas

Para estimar las demoras en una intersección es preciso promediar las demoras de los demás accesos siguiendo la presente ecuación:

$$d_l = \frac{\sum (d_A * v_a)}{\sum v_a} \quad \text{Ecuación 28}$$

Dónde:

d_l : Demora por vehículo para la intersección (s/veh)

d_A : Demora para el acceso A (s/veh)

v_A : Flujo ajustado para el acceso A (veh/h)

5.7. Determinación del nivel de servicio

Para determinar el nivel de servicio será necesario basarse en los datos de la siguiente tabla:

Tabla 9: Niveles de servicio

Nivel de Servicio	Características de Operación	Demora Promedio (s)
A	Baja demora, coordinación extremadamente favorable y ciclos cortos, los vehículos no se detienen.	< 10
B	Ocurre con una buena coordinación y ciclos cortos, los vehículos empiezan a detenerse.	> 10 - 20
C	Ocurre con una coordinación regular y/o ciclos largos, los ciclos en forma individual empiezan a fallar.	> 20 - 35
D	Empieza a notarse la influencia de congestión ocasionada por un ciclo largo y/o una coordinación desfavorable o relaciones v/c altas, muchos vehículos se detienen.	> 35 - 55
E	Es el límite aceptable de la demora; indica una coordinación muy pobre, grandes ciclos y relaciones v/c mayores, las fallas en los ciclos son frecuentes.	> 55 - 80
F	El tiempo de demora es inaceptable para la mayoría de los conductores, ocurren cuando los valores de flujo exceden a la capacidad de la intersección o cuando las relaciones v/c son menores de 1.00 pero con una coordinación muy pobre y/o ciclos demasiado largos.	> 80

Fuente: HCM [32]

3.6.2. Instrumentos

a) Para el estudio vehicular y peatonal

- Cámara fotográfica o cámara del celular
- Formatos propios para el conteo
- Lapicero

b) Para la medición de velocidad

- Cronómetro

c) Para la semaforización

- Formatos propios
- Cronómetro

d) Para el procesamiento de datos (programas)

- Microsoft Excel 2019: Se realizará hojas de cálculo que serán utilizadas en el conteo vehicular y en la obtención de datos de tránsito. Ver Anexo N°3.
- AutoCAD: Se empleará para observar y analizar la geometría vial de la zona de estudio.
- Microsoft Word 2019: Permitirá la redacción del informe de proyecto.
- Programa Synchro: Necesario para la introducción de datos obtenidos en campo y la simulación mesoscópica de la zona de estudio.

3.7. Procedimiento

- El desarrollo del presente proyecto comienza con la recopilación de datos mediante el conteo vehicular y peatonal, para ello fue necesario la grabación de videos de cada intersección a cargo de una persona en cada una de ellas. Este proceso ayudó a determinar el flujo y la clasificación vehicular, el número de carriles y el flujo peatonal.
- Como se mencionó anteriormente el conteo se realizó seis días a la semana, esto debido a la restricción de salida los días domingos como medida establecida por el gobierno ante la actual situación sanitaria; durante dos horas en la mañana, tarde y noche, con un total de seis horas al día.
- Cada intersección perteneciente a la Av. Luis Gonzáles se denominó como estación y cada una de ellas posee a su vez puntos de control que permitieron analizar todas las entradas actuantes sobre la zona de estudio. Es importante mencionar que las intersecciones con las calles José Pardo y Manuel Suarez no se tomaron en cuenta para este análisis debido a que por motivos de pandemia prohibieron la entrada y salida de vehículos por mencionadas calles. Por consiguiente se tiene 13 estaciones, desde la letra A hasta la R, con un total de 37 puntos de control.

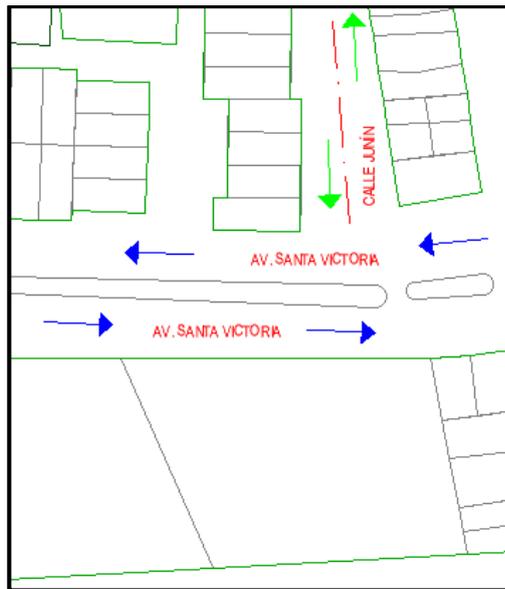
Ilustración 7: Zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

- Los puntos de aforo son los siguientes:
Estación A: Intersección Av. Luis Gonzáles – Calle Junín
 - ✓ A1: Calle Junín
 - ✓ A2: Av. Santa Victoria

Ilustración 8: Estación A

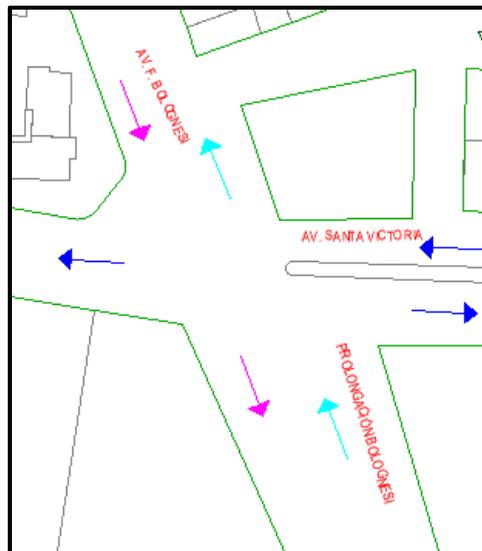


Fuente: Elaboración propia

Estación B: Intersección Av. Luis Gonzáles – Av. Francisco Bolognesi

- ✓ B1: Av. Francisco Bolognesi
- ✓ B2: Av. Santa Victoria
- ✓ B3: Prolongación Bolognesi

Ilustración 9: Estación B

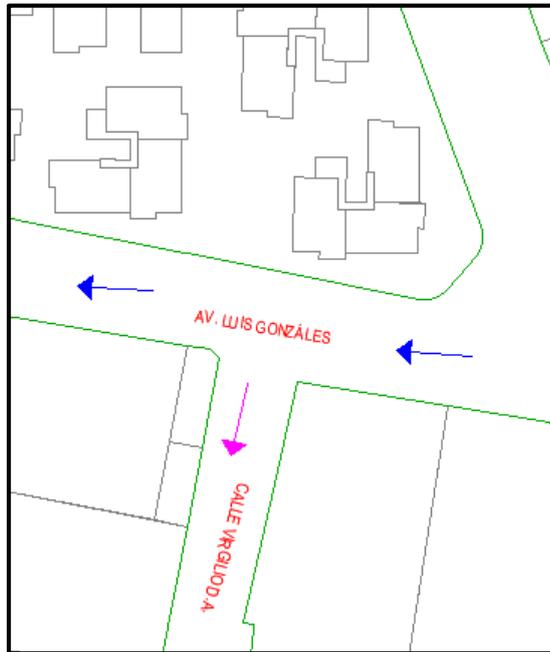


Fuente: Elaboración propia

Estación C: Intersección Av. Luis Gonzáles – Calle Virgilio D'allorso

- ✓ C1: Calle Virgilio D'allorso
- ✓ C2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 10: Estación C

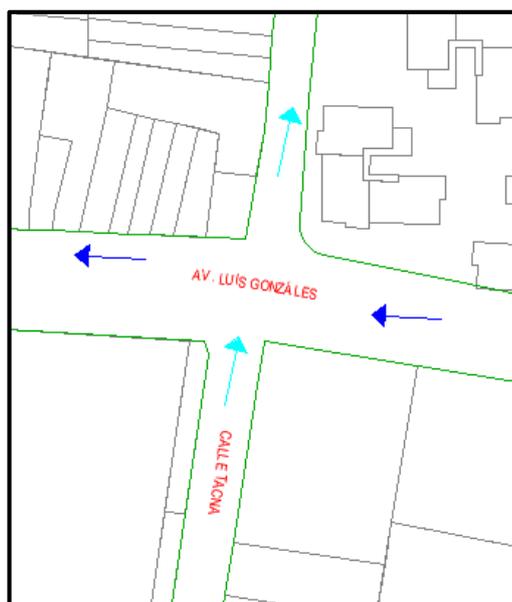


Fuente: Elaboración propia

Estación D: Intersección Av. Luis Gonzáles – Calle Tacna

- ✓ D1: Calle Tacna
- ✓ D2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 11: Estación D

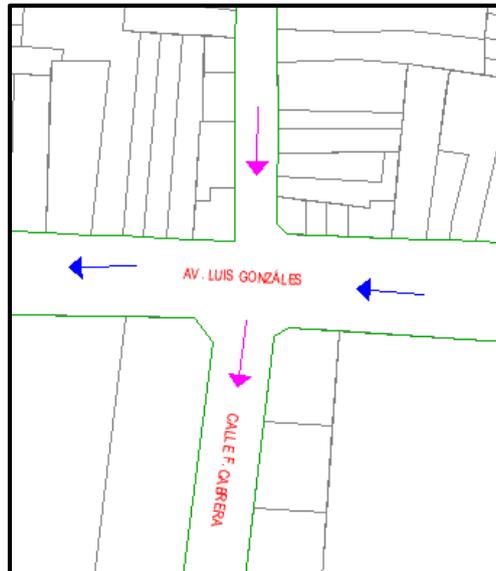


Fuente: Elaboración propia

Estación E: Intersección Av. Luis Gonzáles – Calle Francisco Cabrera

- ✓ E1: Calle Francisco Cabrera
- ✓ E2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 12: Estación E

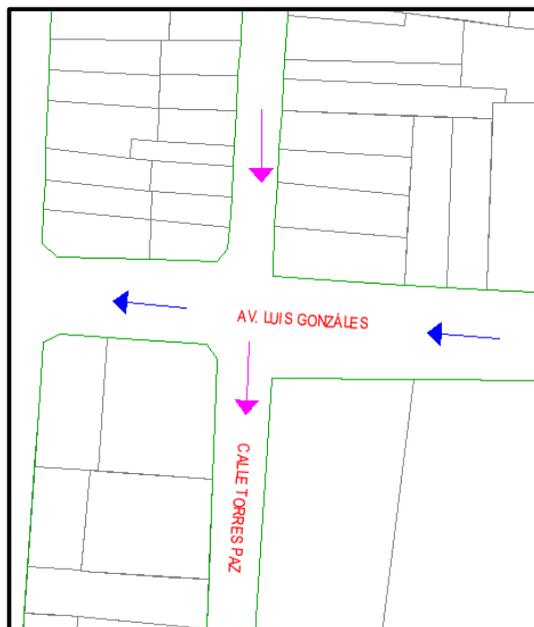


Fuente: Elaboración propia

Estación F: Intersección Av. Luis Gonzáles – Calle Torres Paz

- ✓ F1: Calle Torres Paz
- ✓ F2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 13: Estación F

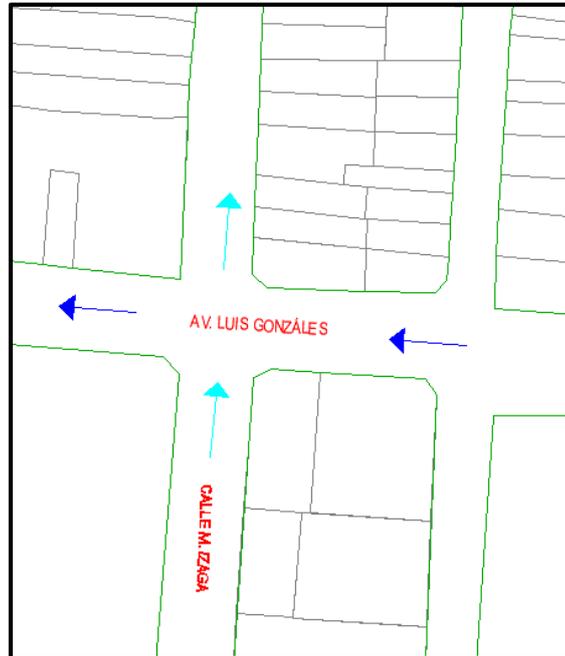


Fuente: Elaboración propia

Estación G: Intersección Av. Luis Gonzáles – Calle Manuel María Izaga

- ✓ G1: Calle Manuel María Izaga
- ✓ G2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 14: Estación G

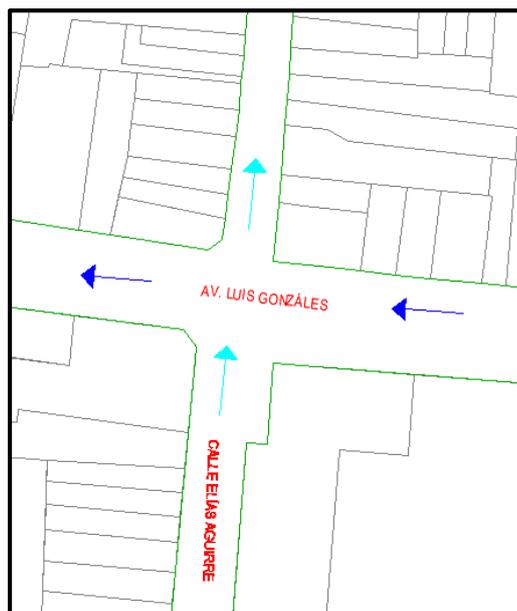


Fuente: Elaboración propia

Estación H: Intersección Av. Luis Gonzáles – Calle Elías Aguirre

- ✓ H1: Calle Elías Aguirre
- ✓ H2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 15: Estación H

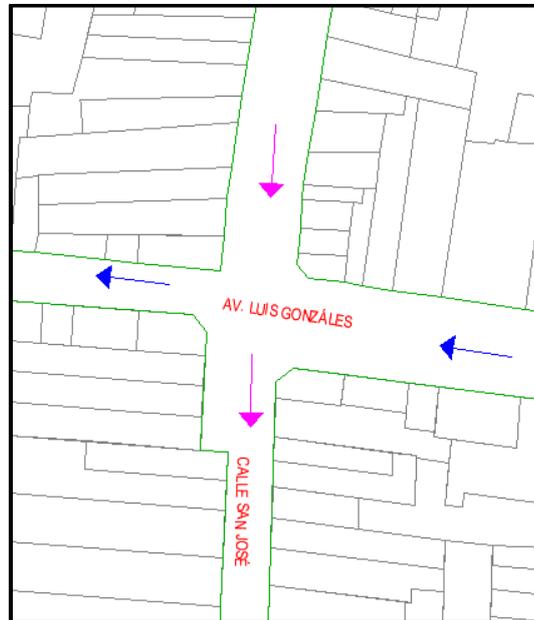


Fuente: Elaboración propia

Estación I: Intersección Av. Luis Gonzáles – Calle San José

- ✓ I1: Calle San José
- ✓ I2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 16: Estación I

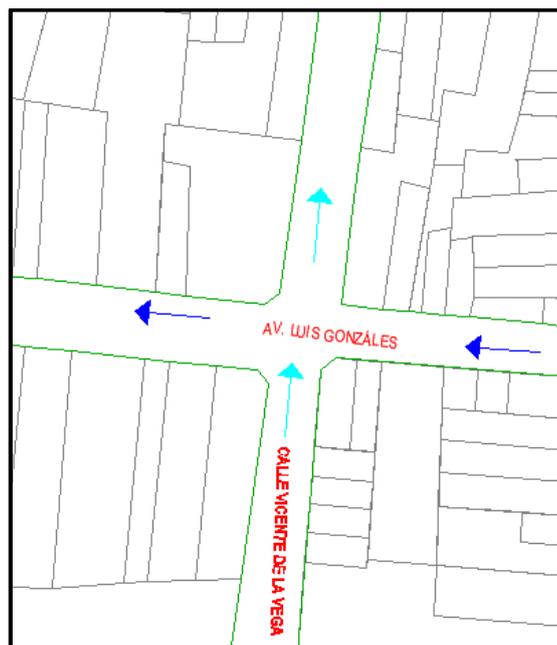


Fuente: Elaboración propia

Estación J: Intersección Av. Luis Gonzáles – Calle Vicente La Vega

- ✓ J1: Calle Vicente La Vega
- ✓ J2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 17: Estación J

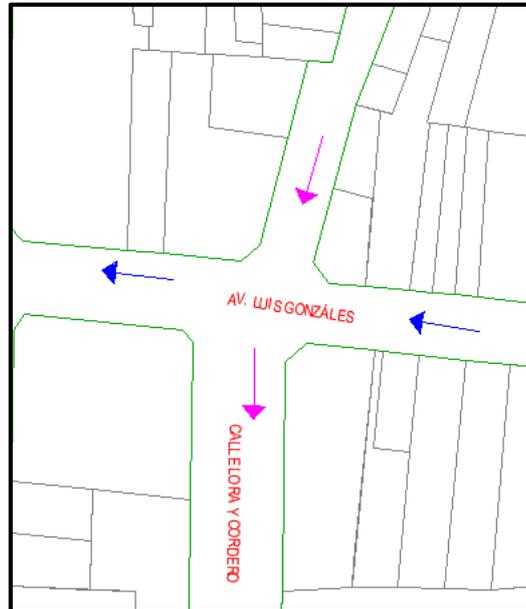


Fuente: Elaboración propia

Estación K: Intersección Av. Luis Gonzáles – Calle Lora y Cordero

- ✓ K1: Calle Lora y Cordero
- ✓ K2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 18: Estación K

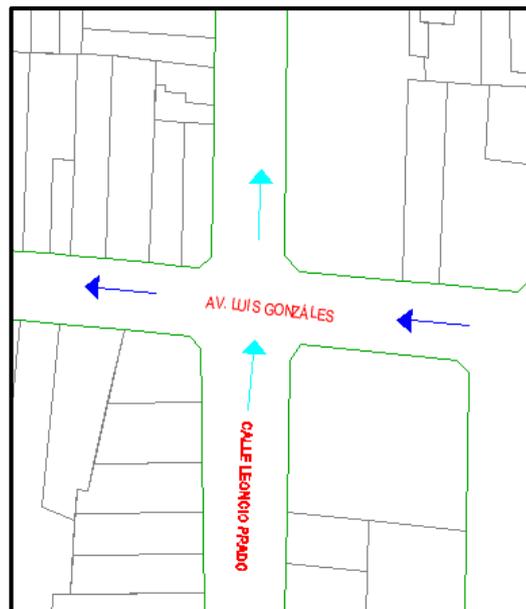


Fuente: Elaboración propia

Estación L: Intersección Av. Luis Gonzáles – Calle Leoncio Prado

- ✓ L1: Calle Leoncio Prado
- ✓ L2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 19: Estación L

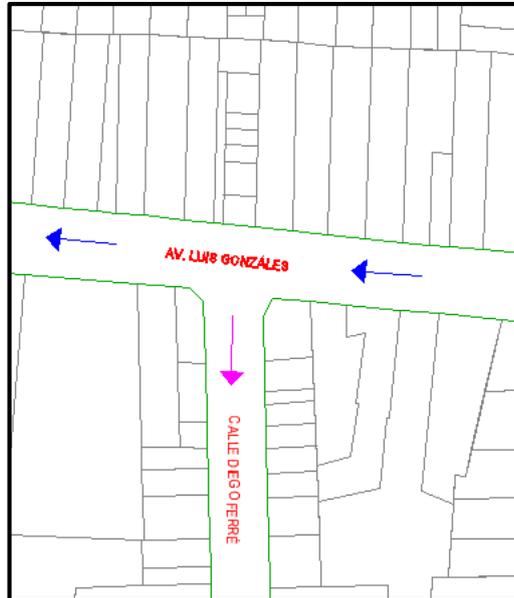


Fuente: Elaboración propia

Estación M: Intersección Av. Luis Gonzáles – Calle Diego Ferré

- ✓ M1: Calle Diego Ferré
- ✓ M2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 20: Estación M

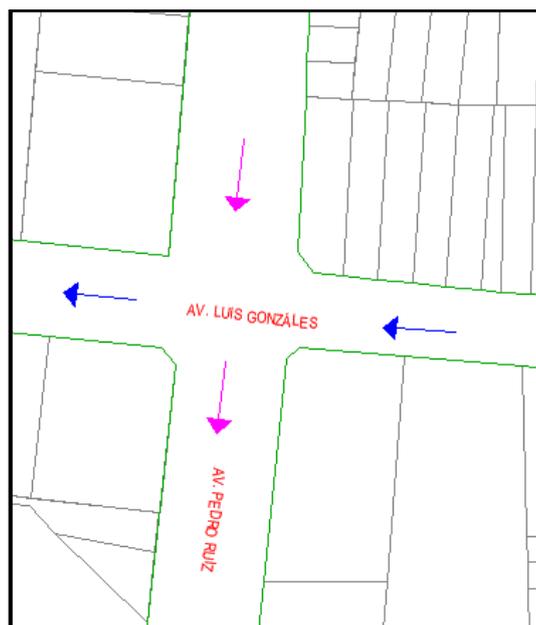


Fuente: Elaboración propia

Estación N: Intersección Av. Luis Gonzáles – Av. Pedro Ruiz

- ✓ N1: Av. Pedro Ruiz
- ✓ N2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 21: Estación N

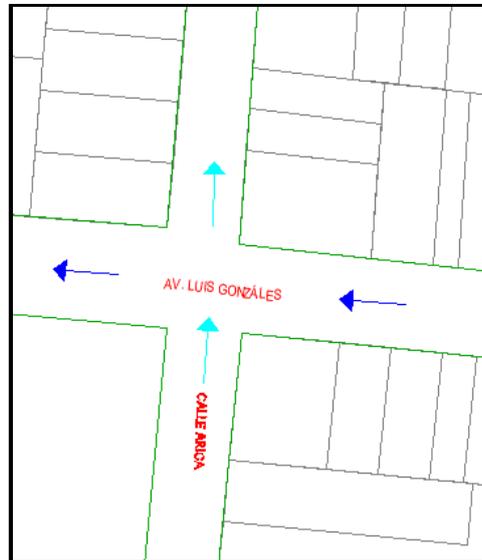


Fuente: Elaboración propia

Estación O: Intersección Av. Luis Gonzáles – Calle Arica

- ✓ O1: Calle Arica
- ✓ O2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 22: Estación O

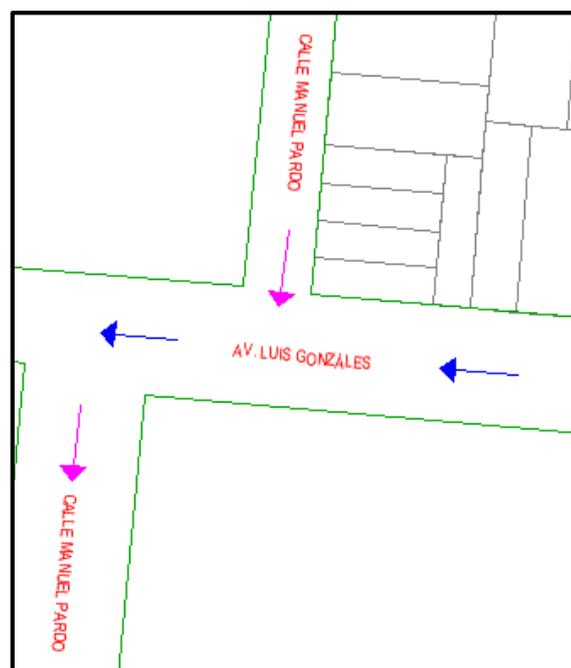


Fuente: Elaboración propia

Estación P: Intersección Av. Luis Gonzáles – Calle Manuel Pardo

- ✓ P1: Calle Manuel Pardo
- ✓ P2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 23: Estación P

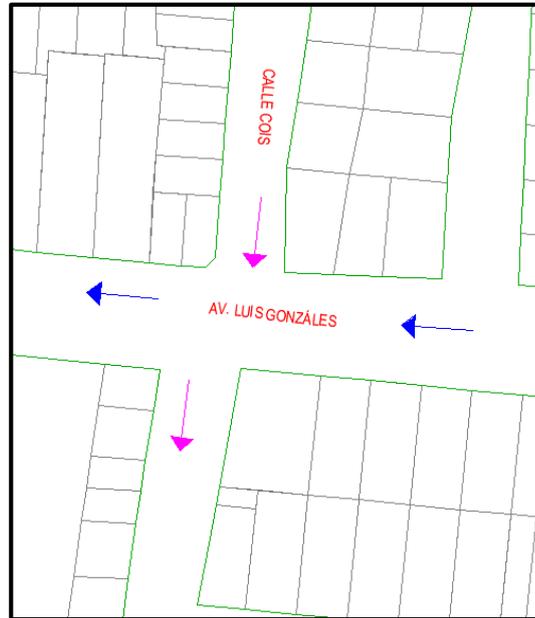


Fuente: Elaboración propia

Estación Q: Intersección Av. Luis Gonzáles – Calle Cois

- ✓ Q1: Calle Cois
- ✓ Q2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 24: Estación Q

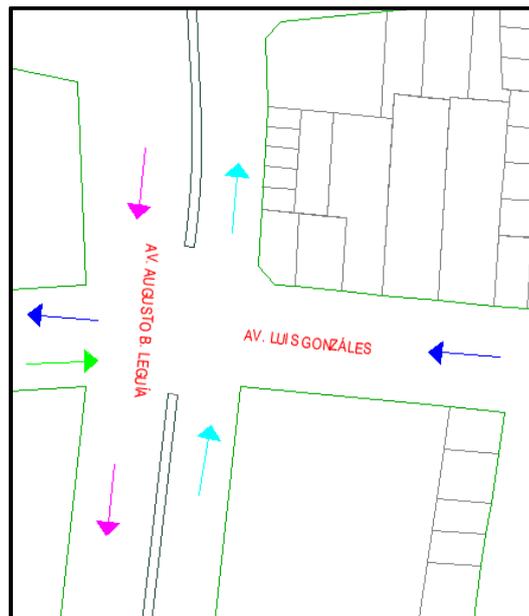


Fuente: Elaboración propia

Estación R: Intersección Av. Luis Gonzáles – Av. Augusto B. Leguía

- ✓ R1: Av. Augusto B. Leguía
- ✓ R2: Av. Luis Gonzáles

Ilustración 25: Estación R



Fuente: Elaboración propia

- Una vez identificados los puntos de aforo, se procedió al conteo respectivo y con los datos obtenidos se analizó el IMH, IMD, IMHS, IMDA, porcentaje de vehículos públicos y particulares, velocidades, entre otros. Asimismo, se estudiaron las características físicas geometrías de la vía de manera manual y mediante fuente secundaria.
- Se introdujo al Synhro 8 la información necesaria para la simulación de nuestra zona de estudio y se comparó el nivel de servicio obtenido mediante el programa con lo obtenido de manera manual.
- Posteriormente, se plantearon propuestas de solución que permitan mejorar el nivel de servicio, una de ellas fue la optimización de ciclos semafóricos para lo cual fue necesario el uso del programa.
- Finalmente, con todo lo obtenido de manera manual y mediante el programa, se establecieron las conclusiones y recomendaciones que permitieron disminuir el problema de la presente investigación.

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

El plan de procesamiento y análisis de datos está dividido en 3 etapas:

ETAPA I: Revisión bibliográfica

- Visita a la zona de estudio
- Recopilación de información bibliográfica y antecedentes de proyecto.
- Búsqueda de información para bases teóricas científicas y diseño metodológico.
- Autocapacitación del software de simulación de tráfico: Synchro 8.0.
- Revisión de normativa nacional e internacional
- Elaboración de las hojas de cálculo

ETAPA II: Recopilación de datos

- Estudio de tránsito
- Procesamiento y cálculo de datos en Excel
- Análisis de las dimensiones geométricas viales mediante fuente secundaria

ETAPA III: Simulación

- Uso del software de tráfico Synchro 8
- Procesamiento de resultados
- Diseño de planos
- Conclusiones y recomendaciones
- Redacción final de informe

3.9. Matriz de consistencia

**TÍTULO: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES,
PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020**

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>¿De qué manera la aplicación de una simulación mesoscópica, empleando el software Synchro 0.8., permitirá reducir el congestionamiento vehicular en la Av. Luis Gonzáles, Distrito de Chiclayo, Departamento de Lambayeque?</p>	<p>Objetivo General: Evaluar el congestionamiento vehicular en la Av. Luis Gonzáles y plantear propuestas de solución respecto a ello.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Analizar las dimensiones geométricas viales de la Av. Luis Gonzáles mediante fuente secundaria. -Realizar un estudio de tránsito peatonal y vehicular en doce intersecciones, mediante observación directa y hojas de registro, que permita conocer el nivel de congestionamiento en la zona de estudio. -Aplicar una micro simulación en el software Synchro 8.0. definiendo previamente los parámetros que permitan resultados acordes con la realidad. -Plantear propuestas integrales de solución en la Av. Luis Gonzáles, delimitada por la Av. Augusto B. Leguía y la Calle Junín. -Utilizar levantamientos digitales arquitectónicos para una mejor perspectiva de la solución. 	<p>La aplicación de una simulación mesoscópica de tráfico, empleando el software Synchro, permitirá plantear propuestas de solución respecto al congestionamiento que se da en las intersecciones de la Av. Luis Gonzáles, mejorando la movilidad, seguridad y nivel de servicio.</p>	<p>Independiente Tráfico</p> <p>Estudio de tráfico</p> <p>Dependiente Congestión vehicular</p> <p>Nivel de congestión</p> <p>Propuestas de solución</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificación y conteo vehicular - Velocidad vehicular - Movimiento de giro - Aforo vehicular - Mediciones en campo - Plano de la zona - Tiempos de recorrido - Duración de los ciclos - Análisis de deficiencias en el sistema de transporte - Micro simulación de tráfico 	<p>La presente investigación busca aplicar las bases teóricas científicas del tránsito para poder evaluar el nivel de servicio de la zona de estudio y posteriormente plantear propuestas de solución a la misma; todo esto a través de fichas, uso del Synchro 0.8. procesamiento y análisis de los datos obtenidos, para así llegar a una conclusión</p>

3.10. Consideraciones éticas

El presente proyecto de investigación en cuanto a aspectos éticos, considera en primer lugar, la propiedad intelectual de los autores respecto a sus conocimientos e indagaciones citándolos de manera correcta en las referencias bibliográficas. En segundo lugar, para validar su existencia única se ha considerado contar con las autorizaciones respectivas para su desarrollo. En tercer lugar, los estudios y procedimientos necesarios en la investigación serán desarrollados sin alterar ningún dato recolectado.

IV. Resultados y discusión

Se realizó el conteo en 13 intersecciones, seis días de la semana durante 6 horas diarias, teniendo un total de 37 puntos de control. Por lo cual se tuvo un total de 222 tablas de conteo vehicular. Ver anexo 08

Los datos obtenidos del conteo vehicular son los siguientes:

A) Índice medio diario semanal (IMDS) e índice medio diario anual (IMDA):

En cada intersección se analizó y evaluó la cantidad de vehículos que transitaron durante todos los días seleccionados de la semana. Para hallar el valor de IMDA, se seleccionó un factor de corrección, en base al peaje más cercano y tipo de vehículo (pesado y liviano), que se multiplicó por el IMDS para obtener el resultado final que se necesita.

Tabla 10: Factor de corrección estacional

Peaje Mórrope	Factor de corrección	
	Vehículos ligeros	1.0811
Vehículos pesados	1.0108	

Fuente: MTC [21]

➤ Estación A:

Tabla 11: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación A.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
	TESISTA	CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
	Ruta :	Av. Luis Gonzáles									
	Intersección:	CALLE JUNÍN									
	Fecha:	Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
A1	AUTO	353	360	371	353	349	354	2140	357	386	812832
	PICK UP	184	164	189	169	182	186	1074	179	194	
	TAXI	1024	966	1009	1020	1009	1028	6056	1009	1091	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	355	346	360	340	355	355	2111	352	380	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	46	44	46	46	46	47	275	46	50	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	23	23	23	23	23	23	138	23	23	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	96	94	96	96	96	96	574	96	103	
	TOTAL IMD (VEH/H)	2081	1997	2094	2047	2060	2089	12368	2061	2227	
A2	AUTO	933	898	885	897	933	939	5485	914	988	3131511
	PICK UP	816	804	857	777	873	788	4915	819	886	
	TAXI	3467	3641	3454	3499	3515	3618	21194	3532	3819	
	COLECTIVO	972	1001	977	966	944	975	5835	973	1051	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	1458	1410	1461	1459	1497	1470	8755	1459	1578	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	114	99	119	105	122	113	672	112	121	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	36	25	29	32	34	39	195	33	33	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	95	87	95	103	93	103	576	96	104	
	TOTAL IMD (VEH/H)	7891	7965	7877	7838	8011	8045	47627	7938	8579	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el mayor valor de IMDA lo obtuvo el punto de control A2 con un total de 3 131 511 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, con un total de 3532 unidades por semana.

➤ Estación B:

Tabla 12: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación B.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
	TESISTA	CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
	Ruta :	Av. Luis Gonzáles									
	Intersección:	AV. FRANCISCO BOLOGNESI									
	Fecha:	Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC.	IMDA
B1	AUTO	461	469	394	350	341	398	2413	402	435	1187527
	PICK UP	280	291	290	247	264	277	1649	275	297	
	TAXI	1468	1340	1437	1665	1641	1569	9120	1520	1643	
	COLECTIVO	210	166	272	210	252	210	1320	220	238	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	378	468	299	314	479	372	2310	385	416	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	88	93	88	97	84	100	550	92	99	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	11	5	13	10	11	8	58	10	10	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	111	91	111	105	111	111	640	107	115	
	TOTAL IMD (VEH/H)	3007	2923	2904	2998	3183	3045	18060	3010	3253	
B2	AUTO	594	553	534	561	569	613	3424	571	617	2658533
	PICK UP	549	536	539	549	520	560	3253	542	586	
	TAXI	3585	3342	3586	3623	3640	3740	21516	3586	3877	
	COLECTIVO	481	448	481	481	475	484	2850	475	514	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	1360	1306	1368	1336	1348	1368	8086	1348	1457	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	114	98	108	89	94	102	605	101	109	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	21	20	21	16	21	28	127	21	21	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	113	81	113	39	111	113	570	95	103	
	TOTAL IMD (VEH/H)	6817	6384	6750	6694	6778	7008	40431	6739	7284	
B3	AUTO	266	327	302	194	326	274	1689	282	304	919850
	PICK UP	163	210	172	135	162	154	996	166	179	
	TAXI	1137	1178	1062	1107	1150	1133	6767	1128	1219	
	COLECTIVO	213	185	201	201	183	201	1184	197	213	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	389	362	374	392	389	374	2280	380	411	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	99	108	93	87	100	105	592	99	107	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	8	18	8	8	8	8	58	10	10	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	56	73	76	71	76	72	424	71	76	
	TOTAL IMD (VEH/H)	2331	2461	2288	2195	2394	2321	13990	2332	2520	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el mayor valor de IMDA lo obtuvo el punto de control A2 con un total de 2 658 533 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, con un total de 3586 unidades por semana.

➤ Estación C:

Tabla 13: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación C.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
TESISTA		CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		CALLE VIRGILIO D'ALLORSO									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
C1	AUTO	1227	1294	1145	1020	1151	1168	7005	1168	1262	4616157
	PICK UP	949	994	953	888	903	948	5635	939	1015	
	TAXI	6095	5765	5990	6300	6326	6347	36823	6137	6635	
	COLECTIVO	904	799	954	892	910	895	5354	892	965	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	2042	2065	1970	1995	2130	2043	12245	2041	2206	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	243	257	241	231	247	243	1462	244	263	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	40	51	40	34	42	51	258	43	43	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	247	192	247	240	257	240	1423	237	256	
	TOTAL IMD (VEH/H)	11747	11417	11540	11600	11966	11935	70205	11701	12647	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el valor de IMDA fue de 4 616 157 veh/año, siendo el taxi el vehículo más predominante con 6137 vehículos por semana.

➤ Estación D:

Tabla 14: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación D.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
TESISTA		CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		CALLE TACNA									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
D1	AUTO	280	284	270	282	281	279	1676	279	302	776986
	PICK UP	220	244	230	220	233	232	1379	230	248	
	TAXI	1066	1075	1054	1082	1078	1038	6393	1066	1152	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	302	319	295	307	313	316	1852	309	334	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	29	15	20	21	33	24	142	24	26	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	65	52	60	71	59	65	372	62	67	
	TOTAL IMD (VEH/H)	1962	1989	1929	1983	1997	1954	11814	1969	2129	
D2	AUTO	935	1028	881	748	879	896	5367	895	967	3682907
	PICK UP	621	673	632	568	599	620	3713	619	669	
	TAXI	5242	4880	5137	5447	5483	5494	31683	5281	5709	
	COLECTIVO	904	799	954	892	910	895	5354	892	965	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	1226	1283	1166	1191	1314	1236	7416	1236	1336	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	218	232	216	201	215	218	1300	217	234	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	38	47	28	44	38	32	227	38	38	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	166	127	166	161	165	168	953	159	172	
	TOTAL IMD (VEH/H)	9350	9069	9180	9252	9603	9559	56013	9336	10090	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el mayor valor de IMDA lo obtuvo el punto de control D2 con un total de 3 682 907 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, con un total de 5281 unidades por semana.

➤ Estación E:

Tabla 15: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación E.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
TESISTA		CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		CALLE FRANCISCO CABRERA									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
E1	AUTO	88	110	92	88	84	92	554	92	100	196910
	PICK UP	78	75	81	78	82	78	472	79	85	
	TAXI	196	212	194	178	204	8	992	165	179	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	85	94	93	87	78	91	528	88	95	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	19	17	19	19	19	19	112	19	20	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	53	71	53	53	53	53	336	56	61	
	TOTAL IMD (VEH/H)	519	579	532	503	520	341	2994	499	539	
E2	AUTO	1068	1179	1044	900	1030	1026	6247	1041	1126	4093893
	PICK UP	687	754	707	624	656	675	4103	684	739	
	TAXI	5983	5618	5875	6210	6246	6199	36131	6022	6510	
	COLECTIVO	904	799	964	892	910	895	5364	894	967	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	1313	1404	1260	1299	1420	1350	8046	1341	1450	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	183	199	183	173	182	185	1105	184	199	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	37	45	36	37	36	36	227	38	38	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	182	140	183	175	178	181	1039	173	187	
	TOTAL IMD (VEH/H)	10357	10138	10252	10310	10658	10547	62262	10377	11216	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el mayor valor de IMDA lo obtuvo el punto de control E2 con un total de 4 093 893 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, con un total de 6022 unidades por semana.

➤ Estación F:

Tabla 16: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación F.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
TESISTA		CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		CALLE TORRES PAZ									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
F1	AUTO	158	224	161	157	151	151	1002	167	181	270834
	PICK UP	108	110	121	112	104	104	659	110	119	
	TAXI	216	220	226	218	227	231	1338	223	241	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	124	146	123	127	135	125	780	130	141	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	15	15	15	15	15	15	90	15	16	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	34	66	41	34	34	40	249	42	45	
	TOTAL IMD (VEH/H)	655	781	687	663	666	677	4118	686	742	
	F2	AUTO	971	1097	988	800	926	997	5779	963	
PICK UP		655	711	668	585	618	653	3890	648	701	
TAXI		5854	5432	5726	6061	6066	6020	35159	5860	6335	
COLECTIVO		904	799	964	892	910	895	5364	894	967	
MOTOTAXI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MOTO LINEAL		1158	1265	1117	1157	1267	1191	7155	1193	1289	
COMBI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PANEL		148	163	149	139	148	151	898	150	162	
MINIBAN		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CAMIÓN 2C		37	45	36	37	36	36	227	38	38	
MICRO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BICI		170	150	162	168	175	173	998	166	180	
TOTAL IMD (VEH/H)		9897	9662	9810	9839	10146	10116	59470	9912	10713	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el mayor valor de IMDA lo obtuvo el punto de control F2 con un total de 3 910 268 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, con un total de 5860 unidades por semana.

➤ Estación G:

Tabla 17: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación G.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
TESISTA		CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		CALLE M. MARÍA ÍZAGA									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
G1	AUTO	325	301	324	321	325	324	1920	320	346	840345
	PICK UP	213	173	213	220	194	213	1226	204	221	
	TAXI	1122	996	1122	1110	1128	1119	6597	1100	1189	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	344	366	344	344	350	344	2092	349	377	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	51	52	51	51	51	51	307	51	55	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	11	8	6	9	11	11	56	9	9	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	96	103	96	96	96	96	583	97	105	
	TOTAL IMD (VEH/H)	2162	1999	2156	2151	2155	2161	12781	2130	2302	
	G2	AUTO	760	886	747	575	678	503	4149	692	
PICK UP		450	535	512	424	456	5263	7640	1273	1377	
TAXI		5143	4695	4969	5356	5336	887	26386	4398	4754	
COLECTIVO		895	790	955	898	894	0	4432	739	799	
MOTOTAXI		0	0	0	0	0	815	815	136	147	
MOTO LINEAL		791	926	777	804	932	0	4230	705	762	
COMBI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PANEL		125	143	126	116	128	132	770	128	139	
MINIBAN		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CAMIÓN 2C		36	44	35	36	27	31	209	35	35	
MICRO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BICI		118	128	104	99	109	121	679	113	122	
TOTAL IMD (VEH/H)		8318	8147	8225	8308	8560	7752	49310	8218	8883	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el mayor valor de IMDA lo obtuvo el punto de control G2 con un total de 3 242 139 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, con un total de 4398 unidades por semana.

➤ Estación H:

Tabla 18: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación H.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
TESISTA		CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		CALLE ELÍAS AGUIRRE									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
H1	AUTO	276	247	214	239	245	250	1471	245	265	824018
	PICK UP	251	269	226	245	226	249	1466	244	264	
	TAXI	1008	1028	1034	1028	991	1028	6117	1020	1102	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	405	383	399	390	400	390	2367	395	427	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	47	56	52	58	56	62	331	55	60	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	15	20	14	20	17	20	106	18	18	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	107	119	102	113	120	117	678	113	122	
	TOTAL IMD (VEH/H)	2109	2122	2041	2093	2055	2116	12536	2089	2258	
	H2	AUTO	792	982	806	653	738	836	4807	801	
PICK UP		479	564	588	506	468	532	3137	523	565	
TAXI		5584	5010	5410	5797	5777	5700	33278	5546	5996	
COLECTIVO		895	790	955	898	894	887	5319	887	958	
MOTOTAXI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MOTO LINEAL		865	1048	867	879	1028	905	5592	932	1008	
COMBI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PANEL		120	135	118	114	117	126	730	122	132	
MINIBAN		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CAMIÓN 2C		36	49	40	42	38	38	243	41	41	
MICRO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BICI		156	175	138	137	143	146	895	149	161	
TOTAL IMD (VEH/H)		8927	8753	8922	9026	9203	9170	54001	9000	9727	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el mayor valor de IMDA lo obtuvo el punto de control H2 con un total de 3 550513 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, con un total de 5546 unidades por semana.

➤ Estación I:

Tabla 19: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación I.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
TESISTA		CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		CALLE SAN JOSÉ									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
11	AUTO	224	274	187	188	205	173	1251	209	225	494124
	PICK UP	175	168	162	181	175	179	1040	173	187	
	TAXI	447	515	493	448	450	456	2809	468	506	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	241	250	248	225	239	243	1446	241	261	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	63	80	63	63	63	63	395	66	71	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	4	9	4	4	4	4	29	5	5	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	80	103	85	91	94	92	545	91	98	
	TOTAL IMD (VEH/H)	4	1399	1242	1200	1230	1210	7515	1253	1354	
12	AUTO	836	961	809	631	737	864	4838	806	872	3806912
	PICK UP	611	650	639	590	527	606	3623	604	653	
	TAXI	5960	5299	5771	6195	6142	6102	35469	5912	6391	
	COLECTIVO	895	790	955	898	894	887	5319	887	958	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	1041	1124	999	985	1173	1052	6374	1062	1149	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	128	140	121	119	129	138	775	129	140	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	45	67	63	62	59	62	358	60	60	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	198	217	180	183	185	188	1151	192	207	
	TOTAL IMD (VEH/H)	9714	9248	9537	9663	9846	9899	57907	9651	10430	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el mayor valor de IMDA lo obtuvo el punto de control I2 con un total de 3 806912 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, con un total de 5912 unidades por semana.

➤ Estación J:

Tabla 20: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación J.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
TESISTA		CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		CALLE VICENTE LA VEGA									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
J1	AUTO	184	178	168	173	180	186	1069	178	193	917781
	PICK UP	126	133	123	127	126	130	765	128	138	
	TAXI	668	664	673	648	687	677	4017	670	724	
	COLECTIVO	220	226	211	220	220	224	1321	220	238	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	209	197	191	203	216	223	1239	207	223	
	COMBI	528	566	533	514	539	530	3210	535	578	
	PANEL	62	62	62	62	62	62	372	62	67	
	MINIBAN	246	231	237	252	257	252	1475	246	266	
	CAMIÓN 2C	20	21	16	18	20	22	117	20	20	
	MICRO	12	7	9	13	15	15	71	12	12	
	BICI	51	59	45	47	51	58	311	52	56	
	TOTAL IMD (VEH/H)	2326	2344	2268	2277	2373	2379	13967	2328	2514	
	J2	AUTO	855	990	776	598	714	815	4748	791	
PICK UP		611	605	642	598	535	622	3613	602	651	
TAXI		5428	4835	5307	5639	5613	5571	32393	5399	5837	
COLECTIVO		895	790	955	898	894	887	5319	887	958	
MOTOTAXI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MOTO LINEAL		1035	1122	994	973	1160	1043	6327	1055	1140	
COMBI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PANEL		104	132	101	99	108	118	662	110	119	
MINIBAN		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CAMIÓN 2C		28	50	42	43	42	51	256	43	43	
MICRO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BICI		183	220	168	168	170	173	1082	180	195	
TOTAL IMD (VEH/H)		9139	8744	8985	9016	9236	9280	54400	9067	9799	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el mayor valor de IMDA lo obtuvo el punto de control J2 con un total de 3 576 699 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, con un total de 5399 unidades por semana.

➤ Estación K:

Tabla 21: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación K.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
TESISTA		CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		CALLE LORA Y CORDERO									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
K1	AUTO	284	259	284	294	284	293	1698	283	306	440798
	PICK UP	127	124	135	127	119	135	767	128	138	
	TAXI	328	315	322	319	325	337	1946	324	351	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	219	224	214	229	217	219	1322	220	238	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	64	53	70	69	60	57	373	62	67	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	27	19	22	20	24	22	134	22	23	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	74	82	86	70	72	87	471	79	85	
	TOTAL IMD (VEH/H)	1123	1076	1133	1128	1101	1150	6711	1119	1208	
	K2	AUTO	807	919	709	534	655	764	4388	731	
PICK UP		552	515	588	540	480	566	3241	540	584	
TAXI		5541	4934	5420	5723	5736	5684	33038	5506	5953	
COLECTIVO		1182	1076	1237	1120	1175	1149	6939	1157	1250	
MOTOTAXI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MOTO LINEAL		1009	1096	968	955	1134	1017	6179	1030	1113	
COMBI		528	566	528	528	528	528	3206	534	578	
PANEL		114	142	111	109	117	128	721	120	130	
MINIBAN		246	246	246	246	246	246	1476	246	266	
CAMIÓN 2C		48	55	52	54	50	56	315	53	53	
MICRO		12	7	9	13	15	15	71	12	12	
BICI		174	211	161	159	149	158	1012	169	182	
TOTAL IMD (VEH/H)		10213	9767	10029	9981	10285	10311	60586	10098	10912	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el mayor valor de IMDA lo obtuvo el punto de control K2 con un total de 3 982 985 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, con un total de 5506 unidades por semana.

➤ Estación L:

Tabla 22: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación L.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
TESISTA		CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		CALLE LEONCIO PRADO									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
L1	AUTO	219	214	205	214	210	218	1280	213	231	532307
	PICK UP	129	122	117	130	139	140	777	130	140	
	TAXI	703	612	671	666	689	685	4026	671	725	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	190	182	193	194	184	188	1131	189	204	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	40	53	46	38	29	42	248	41	45	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	23	23	19	17	21	25	128	21	22	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	90	88	82	80	84	88	512	85	92	
	TOTAL IMD (VEH/H)		1394	1294	1333	1339	1356	1386	8102	1350	
L2	AUTO	818	906	720	586	666	801	4497	750	810	3633327
	PICK UP	491	467	539	484	428	505	2914	486	525	
	TAXI	4748	4128	4557	4930	4943	4891	28197	4700	5081	
	COLECTIVO	1182	1076	1237	1120	1175	1149	6939	1157	1250	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	943	1029	902	903	1072	951	5800	967	1045	
	COMBI	528	566	528	528	528	528	3206	534	578	
	PANEL	120	148	117	117	118	134	754	126	136	
	MINIBAN	246	246	246	246	246	246	1476	246	266	
	CAMIÓN 2C	54	55	52	56	50	56	323	54	54	
	MICRO	12	7	9	13	15	15	71	12	12	
	BICI	181	221	168	170	171	182	1093	182	197	
	TOTAL IMD (VEH/H)		9323	8849	9075	9153	9412	9458	55270	9212	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el mayor valor de IMDA lo obtuvo el punto de control L2 con un total de 3 633 327 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, con un total de 4700 unidades por semana.

➤ Estación M:

Tabla 23: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación M.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
TESISTA		CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		CALLE DIEGO FERRÉ									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
M1	AUTO	941	1033	836	703	782	919	5214	869	939	3992231
	PICK UP	576	552	629	552	513	590	3412	569	615	
	TAXI	5330	4619	5100	5387	5493	5441	31370	5228	5652	
	COLECTIVO	1182	1076	1237	1120	1175	1149	6939	1157	1250	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	1048	1136	1008	1013	1178	1057	6440	1073	1160	
	COMBI	528	566	528	528	528	528	3206	534	578	
	PANEL	162	190	159	159	160	176	1006	168	181	
	MINIBAN	246	246	246	246	246	246	1476	246	266	
	CAMIÓN 2C	52	53	47	52	46	56	306	51	52	
	MICRO	12	7	9	13	15	15	71	12	12	
	BICI	215	255	202	204	194	216	1286	214	232	
	TOTAL IMD (VEH/H)		10292	9733	10001	9977	10330	10393	60726	10121	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el valor de IMDA fue de 3 992 231 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, dando un total de 5228 unidades por semana.

➤ Estación N:

Tabla 24: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación N.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
TESISTA		CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		AV. PEDRO RUIZ									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC.	IMDA
N1	AUTO	252	206	220	199	243	225	1345	224	242	672306
	PICK UP	215	223	231	230	227	99	1225	204	221	
	TAXI	811	936	814	932	928	941	5362	894	966	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	219	233	225	220	232	236	1365	228	246	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	53	46	48	66	54	49	316	53	57	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	24	21	18	25	19	26	133	22	22	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	80	72	83	90	80	80	485	81	87	
	TOTAL IMD (VEH/H)	1654	1737	1639	1762	1783	1656	10231	1705	1842	
N2	AUTO	727	804	596	456	546	684	3813	636	687	3282516
	PICK UP	465	417	497	420	378	458	2635	439	475	
	TAXI	4484	3924	4390	4650	4798	4721	26967	4495	4859	
	COLECTIVO	952	846	1007	890	938	919	5552	925	1000	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	814	902	771	781	949	840	5057	843	911	
	COMBI	528	566	528	528	528	528	3206	534	578	
	PANEL	120	148	117	117	113	134	749	125	135	
	MINIBAN	102	102	102	102	102	102	612	102	110	
	CAMIÓN 2C	45	53	41	52	46	56	293	49	49	
	MICRO	12	7	9	13	15	15	71	12	12	
	BICI	166	202	150	153	141	167	979	163	176	
	TOTAL IMD (VEH/H)	8415	7971	8208	8162	8554	8624	49934	8322	8993	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el mayor valor de IMDA lo obtuvo el punto de control N2 con un total de 3 282 516 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, con un total de 4495 unidades por semana.

➤ Estación O:

Tabla 25: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación O.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
TESISTA		CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		CALLE ARICA									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
O1	AUTO	325	238	232	240	238	233	1506	251	271	895038
	PICK UP	207	212	199	213	214	218	1263	211	228	
	TAXI	857	1007	994	1011	994	1016	5879	980	1059	
	COLECTIVO	127	135	131	140	136	135	804	134	145	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	221	230	226	231	223	232	1363	227	246	
	COMBI	164	164	164	164	158	164	978	163	176	
	PANEL	44	44	44	44	50	44	270	45	49	
	MINIBAN	139	139	139	139	138	139	833	139	150	
	CAMIÓN 2C	10	10	10	10	12	10	62	10	10	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	107	107	107	107	120	107	655	109	118	
	TOTAL IMD (VEH/H)	2201	2286	2246	2299	2283	2298	13613	2269	2452	
O2	AUTO	820	812	603	477	549	684	3945	658	711	3357092
	PICK UP	571	499	607	502	484	540	3203	534	577	
	TAXI	4445	4010	4347	4732	4862	4818	27214	4536	4904	
	COLECTIVO	952	846	1007	890	938	919	5552	925	1000	
	MOTOTAXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTO LINEAL	821	905	774	784	964	843	5091	849	917	
	COMBI	528	566	528	528	528	528	3206	534	578	
	PANEL	130	154	123	160	124	140	831	139	150	
	MINIBAN	102	102	102	102	102	102	612	102	110	
	CAMIÓN 2C	48	58	56	56	50	57	325	54	55	
	MICRO	12	7	9	13	15	15	71	12	12	
	BICI	179	203	156	170	143	169	1020	170	184	
	TOTAL IMD (VEH/H)	8608	8162	8312	8414	8759	8815	51070	8512	9198	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el mayor valor de IMDA lo obtuvo el punto de control O2 con un total de 3 357 092 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, con un total de 4536 unidades por semana.

➤ Estación P:

Tabla 26: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación P.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
TESISTA		CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		CALLE MANUEL PARDO									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
P1	AUTO	1118	1011	806	689	760	890	5274	879	950	3705824
	PICK UP	767	708	814	707	687	746	4429	738	798	
	TAXI	5410	5125	5444	5847	5964	5933	33723	5621	6076	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	166	175	172	182	182	181	1058	176	191	
	MOTO LINEAL	1040	1110	976	973	1167	1046	6312	1052	1137	
	COMBI	411	454	406	417	405	418	2511	419	452	
	PANEL	155	179	148	185	156	165	988	165	178	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	52	64	59	58	56	60	349	58	59	
	MICRO	12	7	9	13	15	15	71	12	12	
	BICI	293	323	240	280	242	281	1659	277	299	
	TOTAL IMD (VEH/H)	9424	9156	9074	9351	9634	9735	56374	9396	10153	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el valor de IMDA fue de 3 705 824 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, con un total de 5621 unidades por semana.

➤ Estación Q:

Tabla 27: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación Q.

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
TESISTA		CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		CALLE COIS									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
Q1	AUTO	211	239	224	215	229	218	1336	223	241	589652
	PICK UP	183	189	165	178	202	197	1114	186	201	
	TAXI	194	202	196	190	186	207	1175	196	212	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	583	616	620	489	601	657	3566	594	643	
	MOTO LINEAL	274	263	270	268	249	274	1598	266	288	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	14	14	13	14	14	14	83	14	14	
	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	14	20	18	16	14	17	99	17	18	
	TOTAL IMD (VEH/H)	1473	1543	1506	1370	1495	1584	8971	1495	1615	
	Q2	AUTO	763	887	681	565	633	763	4292	715	
PICK UP		631	593	699	592	572	631	3718	620	670	
TAXI		5650	4864	5179	5498	5703	5650	32544	5424	5864	
COLECTIVO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MOTOTAXI		146	140	137	155	147	146	871	145	157	
MOTO LINEAL		829	911	759	756	926	829	5010	835	903	
COMBI		411	454	411	411	405	411	2503	417	451	
PANEL		165	179	148	185	156	165	998	166	180	
MINIBAN		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CAMIÓN 2C		52	64	59	58	56	60	349	58	59	
MICRO		12	7	9	13	15	15	71	12	12	
BICI		201	239	207	247	206	201	1301	217	234	
TOTAL IMD (VEH/H)		8860	8338	8289	8480	8819	8871	51657	8610	9303	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el mayor valor de IMDA lo obtuvo el punto de control Q2 con un total de 3 395 595 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía, con un total de 5424 unidades por semana.

➤ Estación R:

Tabla 28: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA de la estación R

FICHA DE AFORO VEHICULAR RESUMEN											
	TESIS	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020									
	TESISTA	CORONADO MALCA MARÍA FERNANDA									
Ruta :		Av. Luis Gonzáles									
Intersección:		AV. AUGUSTO B. LEGUÍA									
Fecha:		Lunes 15 a Sábado 20 de Marzo del 2021									
Estación	VEH.	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	IMDS	IMDS X FC	IMDA
R1	AUTO	1187	1126	905	780	858	981	5837	973	1052	3967356
	PICK UP	773	782	864	770	774	820	4783	797	862	
	TAXI	5350	5062	5375	5695	5889	5848	33219	5537	5986	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	712	756	757	636	748	803	4412	735	795	
	MOTO LINEAL	1088	1180	1029	1024	1175	1103	6599	1100	1189	
	COMBI	411	454	411	411	405	411	2503	417	451	
	PANEL	155	179	148	185	156	165	988	165	178	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	68	90	87	75	83	90	493	82	83	
	MICRO	12	12	12	12	12	12	72	12	12	
	BICI	275	253	225	263	220	218	1454	242	262	
	TOTAL IMD (VEH/H)	10031	9894	9813	9851	10320	10451	60360	10060	10869	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos del conteo vehicular, se observó que el valor de IMDA a la salida de la Av. Luis Gonzáles fue de 3 967 356 veh/año, siendo el taxi el vehículo con mayor afluencia sobre la vía con un total de 5537 unidades por semana.

Por otro lado, los puntos de control que llegan a la estación R son: R2, R3 y R4. Los cuales tienen un IMDA de 3 921 840, 1 874 447, 2 654 976 veh/año respectivamente.

Tabla 29: Cuadro resumen de los datos del IMDS e IMDA que llegan a la estación R

R2	AUTO	509	496	507	516	541	525	3094	516	557	3921840
	PICK UP	572	566	553	559	587	581	3418	570	616	
	TAXI	2327	2311	2268	2296	2348	2338	13888	2315	2502	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	4332	4284	4224	4329	4357	4413	25939	4323	4674	
	MOTO LINEAL	1625	1617	1587	1625	1653	1636	9743	1624	1756	
	COMBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PANEL	124	113	120	117	129	136	739	123	133	
	MINIBAN	229	215	209	222	236	240	1351	225	243	
	CAMIÓN 2C	70	65	58	75	79	84	431	72	73	
	VEH.PESADO	21	17	30	12	30	25	135	23	23	
	BICI	162	153	145	154	159	157	930	155	168	
	TOTAL IMD (VEH/H)	9971	9837	9701	9905	10119	10135	59668	9945	10745	
R3	AUTO	411	426	406	415	481	437	2576	429	464	1874447
	PICK UP	367	370	376	358	380	388	2239	373	403	
	TAXI	944	954	931	937	970	956	5692	949	1026	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	1598	1542	1524	1570	1634	1631	9499	1583	1712	
	MOTO LINEAL	389	385	374	380	401	408	2337	390	421	
	COMBI	510	502	493	505	522	519	3051	509	550	
	PANEL	189	187	201	178	193	200	1148	191	207	
	MINIBAN	172	176	163	181	172	160	1024	171	185	
	CAMIÓN 2C	32	28	28	36	27	37	188	31	32	
	VEH.PESADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BICI	131	127	124	134	123	120	759	127	137	
	TOTAL IMD (VEH/H)	4743	4697	4620	4694	4903	4856	28513	4752	5135	
R4	AUTO	815	805	825	822	829	831	4927	821	888	2654976
	PICK UP	660	632	632	653	656	667	3900	650	703	
	TAXI	1544	1503	1451	1537	1576	1560	9171	1529	1652	
	COLECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MOTOTAXI	2344	2289	2282	2297	2329	2350	13891	2315	2503	
	MOTO LINEAL	773	745	757	761	773	790	4599	767	829	
	COMBI	316	312	306	312	323	324	1893	316	341	
	PANEL	156	153	147	150	162	167	935	156	168	
	MINIBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAMIÓN 2C	25	23	20	32	26	38	164	27	28	
	VEH.PESADO	8	11	7	15	13	18	72	12	12	
	BICI	147	136	132	141	153	123	832	139	150	
	TOTAL IMD (VEH/H)	6788	6609	6559	6720	6840	6868	40384	6731	7274	

Fuente: Elaboración propia

A continuación, el cuadro resumen de los datos obtenidos en campo para los tramos que conforman la Av. Luis Gonzáles.

Tabla 30: Cuadro resumen de datos obtenidos en campo

TRAMO	VOLUMEN VEHICULAR			VEH. MÁS TRANSITADO	
	TOTAL	IMDS	IMDA	VEH.	IMDS
Calle Junín a Av. Francisco Bolognesi	59995	9999	10806	TAXI	4542
Av. Francisco Bolognesi a Calle Virgilio D'allorso	72481	12080	13057	TAXI	6234
Calle Virgilio D'allorso a Calle Tacna	70205	11701	12647	TAXI	6137
Calle Tacna a Calle Francisco Cabrera	67827	11305	12219	TAXI	6346
Calle Francisco Cabrera a Calle Torres Paz	65256	10876	11756	TAXI	6187
Calle Torres Paz a Calle Manuel M. Izaga	63588	10598	11455	TAXI	6083
Calle Manuel M. Izaga a Calle Elías Aguirre	62091	10349	11185	TAXI	5497
Calle Elías Aguirre a Calle San José	66537	11090	11985	TAXI	6566
Calle San José a Calle Vicente De La Vega	65422	10904	11784	TAXI	6380
Calle Vicente De La Vega a Calle Lora y Cordero	68367	11395	12314	TAXI	6068
Calle Lora y Cordero a Calle Leoncio Prado	67297	11216	12120	TAXI	5831
Calle Leoncio Prado a Calle Diego Ferré	63372	10562	11413	TAXI	5371
Calle Diego Ferré a Av. Pedro Ruiz	60726	10121	10938	TAXI	5228
Av. Pedro Ruiz a Calle Arica	60165	10028	10835	TAXI	5388
Calle Arica a Av. Luis Gonzáles	64683	10781	11650	TAXI	5516
Calle Manuel Pardo a Calle Cois	56374	9396	10153	TAXI	5621
Calle Cois a Av. Augusto B. Leguía	60628	10105	10918	TAXI	6018

Fuente: Elaboración propia

La mayor circulación vehicular se encontró entre la avenida Francisco Bolognesi y la calle Virgilio D'allorso con un IMDA de 13 057 vehículos/año y la de menor circulación entre las calles Manuel Pardo y Cois con 10 153 vehículos/año. Por otro lado, de los vehículos que transitan por la zona de estudio se observó que el de mayor circulación es el taxi con un porcentaje promedio del 50% del total.

B) Transporte público y privado

Mediante tablas se evaluó y comparó el porcentaje semanal de transporte público y privado en cada uno de los puntos de control por intersección. Teniendo en cuenta para transporte público: taxi, colectivo, mototaxi, combi, minivan, micro. Y para transporte privado: auto, pick up, moto lineal, panel, camión 2C y bicicleta.

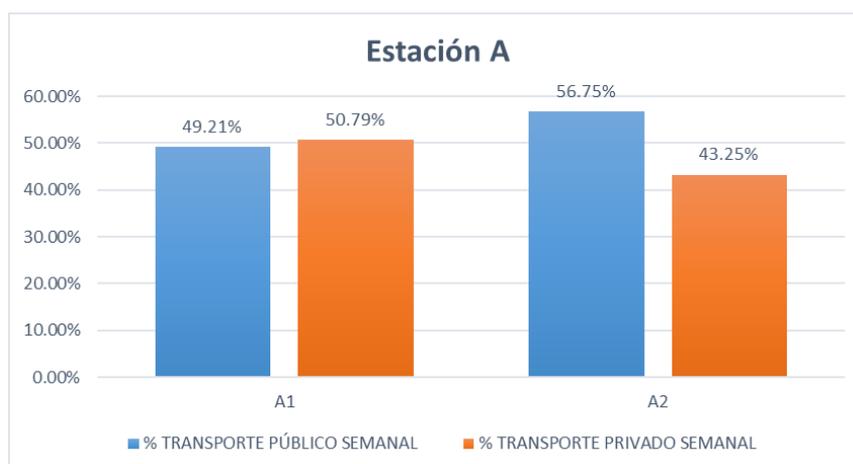
➤ Estación A:

Tabla 31: Condiciones de ubicación de la estación A

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles-Calle Junín	A	A1	Calle Junín
		A2	Av. Santa Victoria

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1: % de transporte público y privado semanal en la estación A



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos, en la Estación A: en el punto de control A1 el % de transporte privado sobrepasa al público por un valor mínimo; esto sucede debido a que por esta calle no transita mucho vehículo y la diferencia entre estos dos tipos de transporte no es muy considerable. Por lo contrario, en la estación A2 el mayor porcentaje es en transporte público.

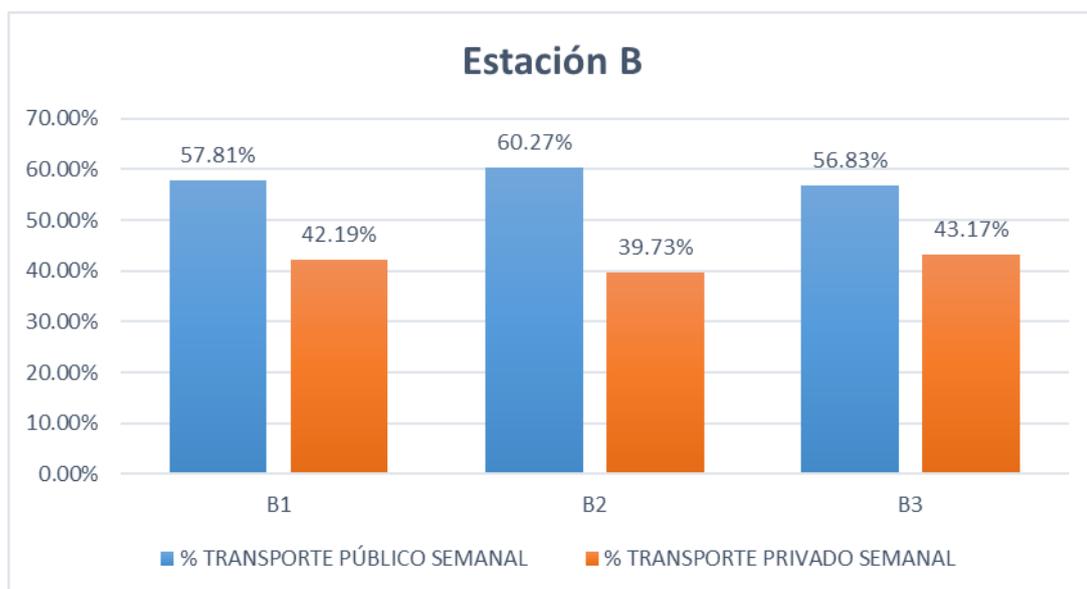
➤ Estación B:

Tabla 32: % de transporte público y privado semanal en la estación B

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Av. Francisco Bolognesi	B	B1	Av. Francisco Bolognesi
		B2	Av. Luis Gonzáles
		B3	Prolongación Bolognesi

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: % de transporte público y privado semanal en la estación B



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos, para todos los puntos de control que abarca la estación B: el porcentaje de transporte público es mayor al privado, siendo el de mayor afluencia el punto de control B2 – Intersección Av. Luis Gonzáles y Francisco Bolognesi – con dirección de Sur a Norte.

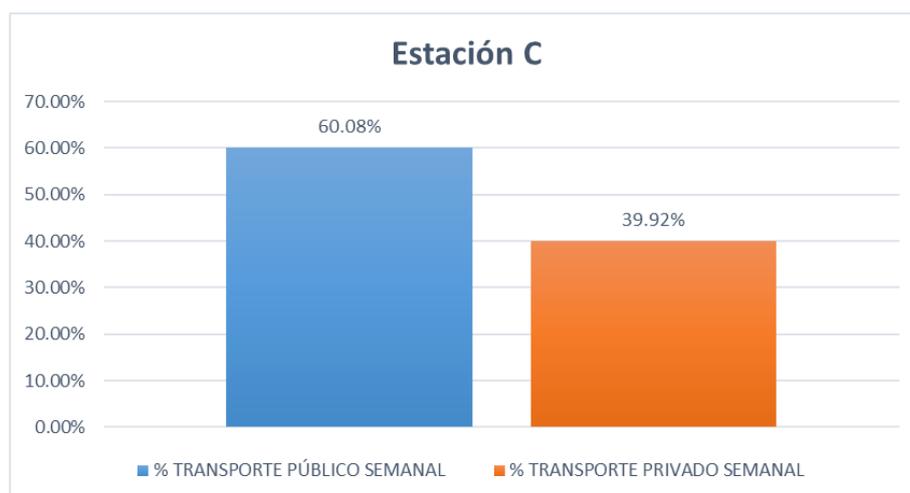
➤ Estación C:

Tabla 33: % de transporte público y privado semanal en la estación C

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Calle Virgilio D'allorso	C	C1	Calle Virgilio D'allorso
		C2	Av. Santa Victoria

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3: % de transporte público y privado semanal en la estación C



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo vehicular, la mayor parte de vehículos que cruzan la Av. Luis Gonzáles sin voltear a la Calle Virgilio D'allorso son de transporte público, siendo el 39.92% privado.

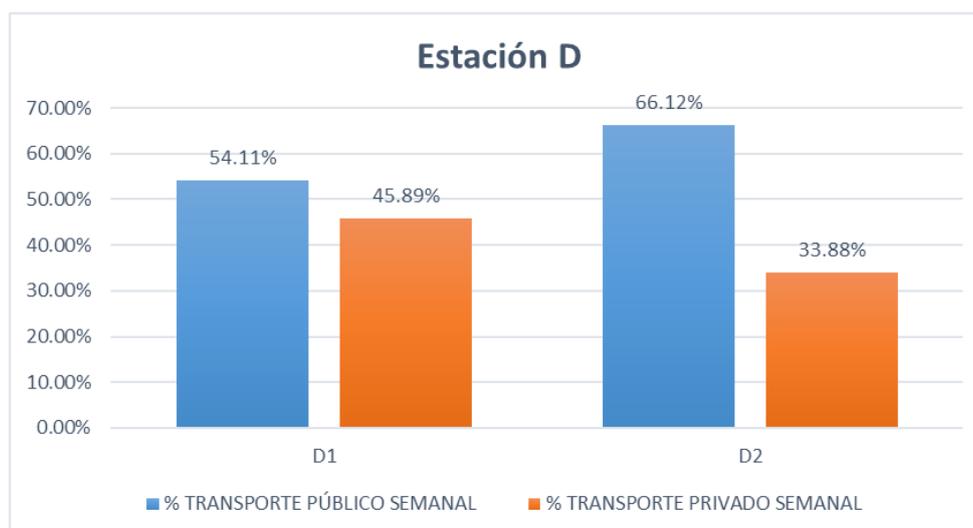
➤ Estación D:

Tabla 34: % de transporte público y privado semanal en la estación D

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Calle Tacna	D	D1	Calle Tacna
		D2	Av. Luis Gonzáles

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4: % de transporte público y privado semanal en la estación D



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo vehicular, en la estación D para ambos puntos de control el porcentaje de transporte público es más elevado que el privado, notando una mayor diferencia en el D2 que el D1.

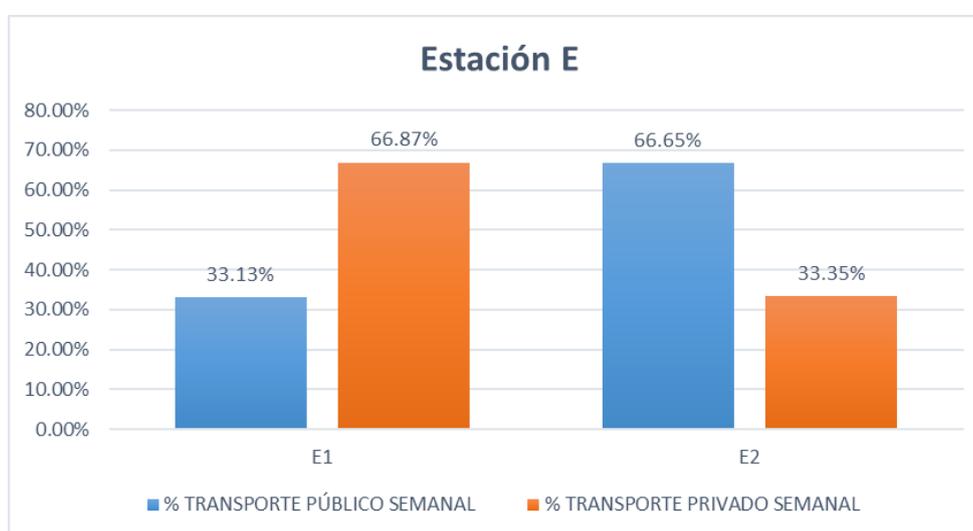
➤ Estación E:

Tabla 35: % de transporte público y privado semanal en la estación E

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Calle Francisco Cabrera	E	E1	Calle Francisco Cabrera
		E2	Av. Luis Gonzáles

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5: % de transporte público y privado semanal en la estación E



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo, en la Estación E: en el punto de control E1 el % de transporte privado sobrepasa al público por un valor considerable mientras que en la E2 es totalmente lo contrario.

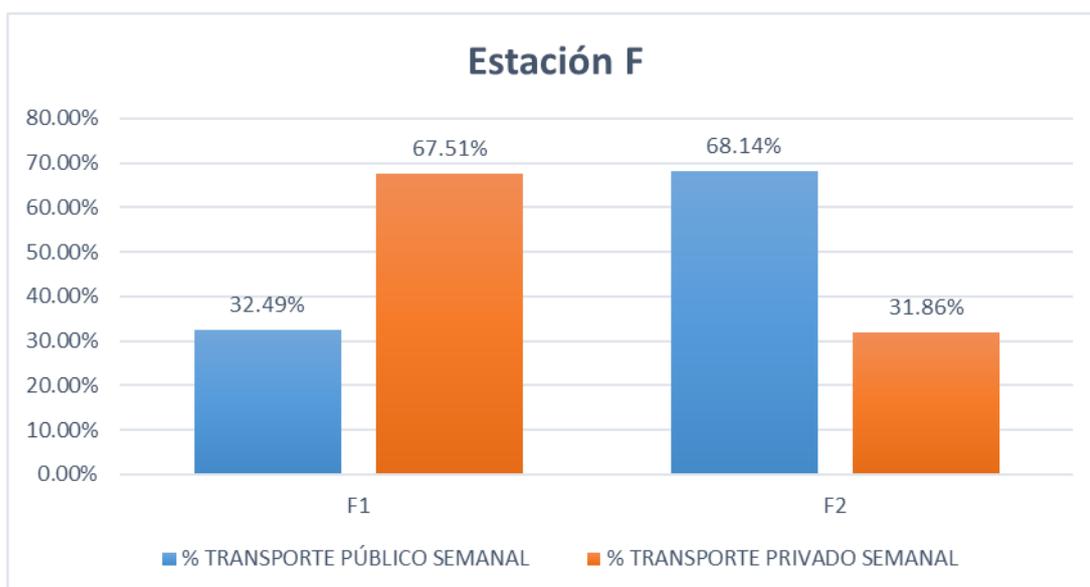
➤ Estación F:

Tabla 36: % de transporte público y privado semanal en la estación F

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Calle Torres Paz	F	F1	Calle Torres Paz
		F2	Av. Luis Gonzáles

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6: % de transporte público y privado semanal en la estación F



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo, en la Estación F: en el punto de control F1 el % de transporte privado sobrepasa al público mientras que en la E2 es totalmente lo contrario. Esto sucede debido a que la calle perpendicular a la zona de estudio es utilizada mayormente por autos y camionetas particulares, y sobre la otra transitan más taxis que cualquier otro vehículo.

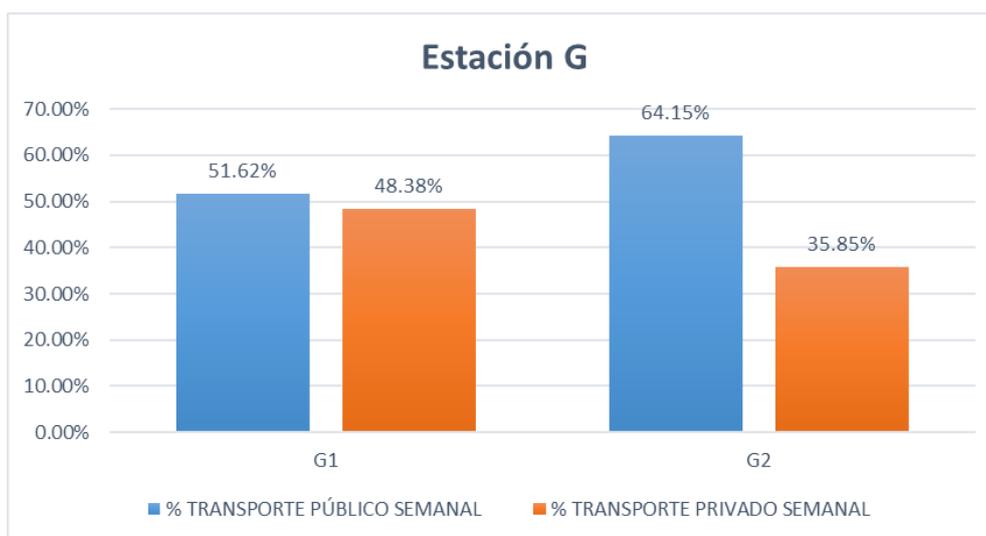
➤ Estación G:

Tabla 37: % de transporte público y privado semanal en la estación G

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN	ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Calle Manuel M. Izaga	G	G1
		G2

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7: % de transporte público y privado semanal en la estación G



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo vehicular, en la estación G para ambos puntos de control el porcentaje de transporte público es más elevado que el privado, notando una mayor diferencia en el G2 que el G1.

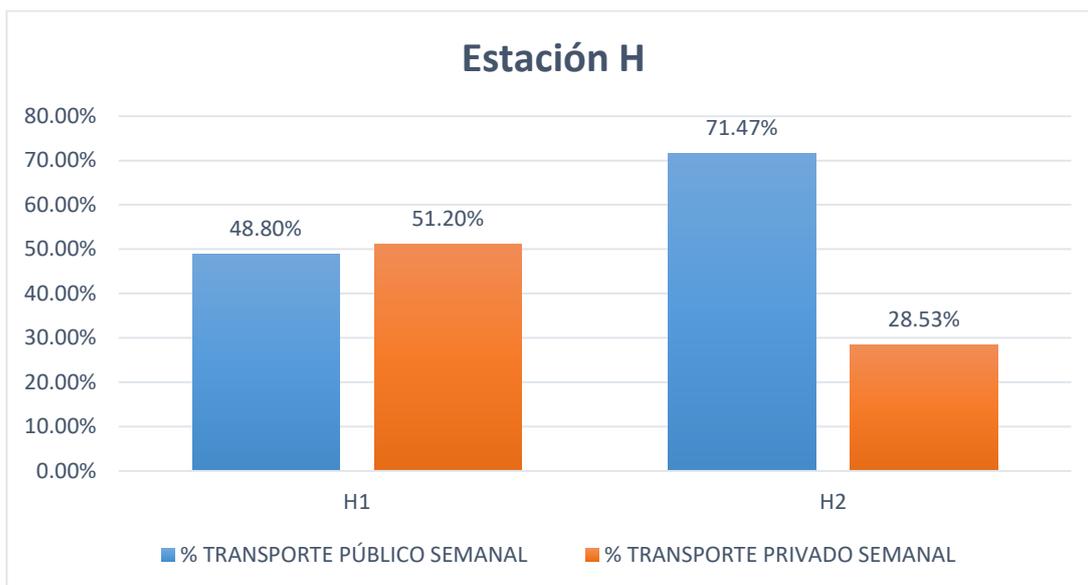
➤ Estación H:

Tabla 38: % de transporte público y privado semanal en la estación H

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Calle Elías Aguirre	H	H1	Calle Elías Aguirre
		H2	Av. Luis Gonzáles

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: % de transporte público y privado semanal en la estación H



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo vehicular, en el punto de control H1 el transporte privado supera al público; sin embargo, no hay mucha diferencia entre sus valores. Caso contrario sucede en el punto de control H2, el cual representa a la Av. Luis Gonzáles por donde el flujo vehicular es mayor y la diversidad vehicular también.

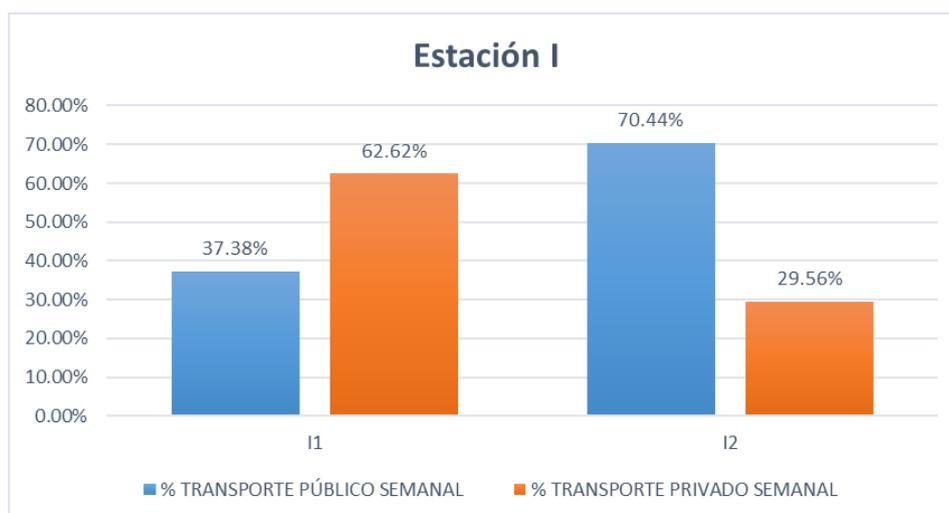
➤ Estación I:

Tabla 39: % de transporte público y privado semanal en la estación I

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN	ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Calle San José	I1	Calle San José
	I2	Av. Luis Gonzáles

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9: % de transporte público y privado semanal en la estación I



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo vehicular, en la estación I el punto de control con mayor afluencia de transporte público es el I2, mientras que el I1 posee el mayor porcentaje de transporte privado.

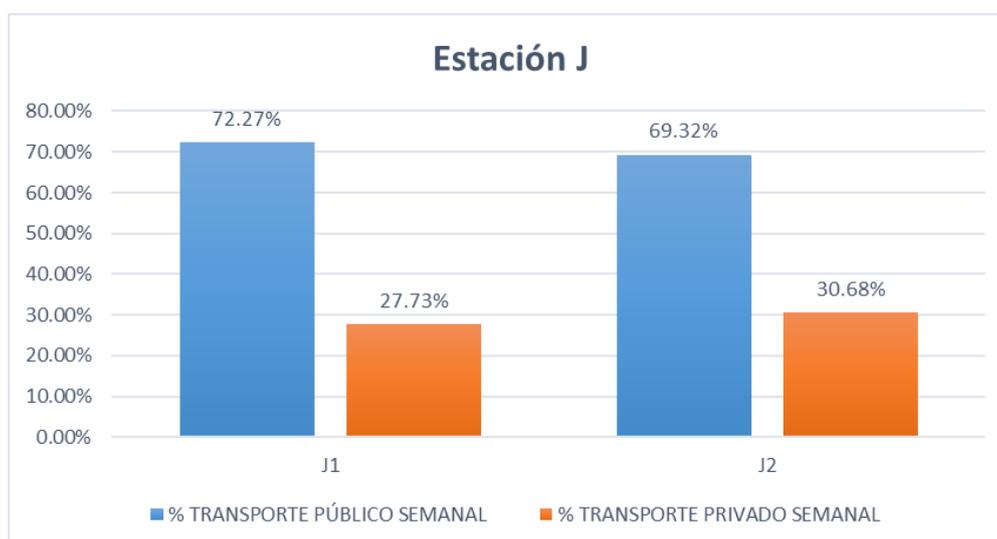
➤ Estación J:

Tabla 40: % de transporte público y privado semanal en la estación J

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Calle Vicente La Vega	J	J1	Calle Vicente La Vega
		J2	Av. Luis Gonzáles

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10: % de transporte público y privado semanal en la estación J



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo vehicular, en la estación J, para ambos puntos de control, el porcentaje de transporte público es superior al del privado, y esto en base a que el volumen vehicular que ingresa por la Calle Vicente De La Vega (J1) está conformado mayormente por combis, colectivos, taxis.

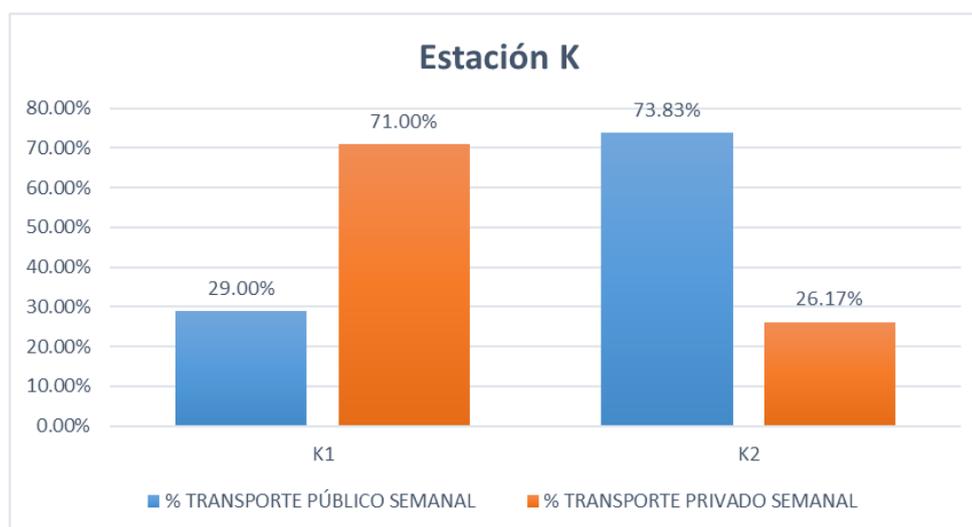
➤ Estación K:

Tabla 41: % de transporte público y privado semanal en la estación K

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Calle Lora y Cordero	K	K1	Calle Lora y Cordero
		K2	Av. Luis Gonzáles

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11: % de transporte público y privado semanal en la estación K



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo vehicular, en la estación K el punto de control con mayor afluencia de transporte público es el K2, mientras que el K1 posee el mayor porcentaje de transporte privado.

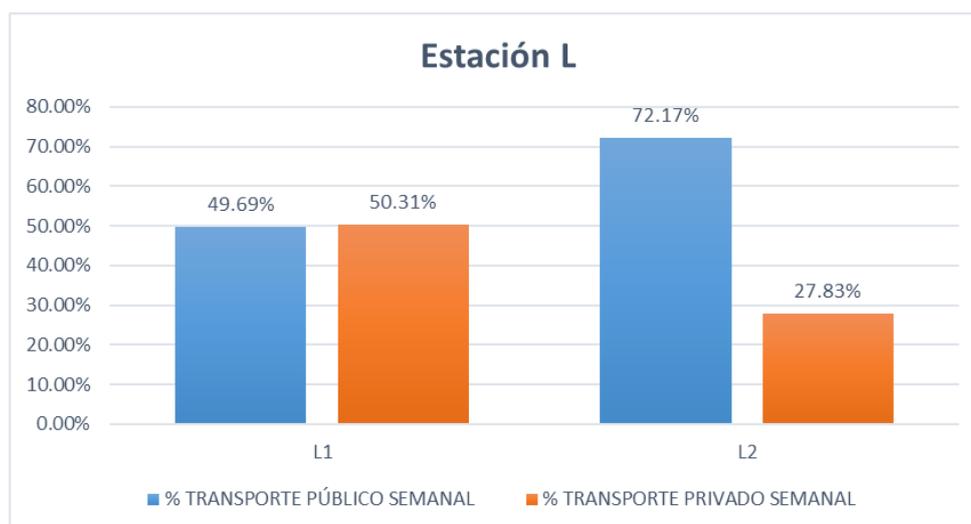
➤ Estación L:

Tabla 42: % de transporte público y privado semanal en la estación L

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Calle Leoncio Prado	L	L1	Calle Leoncio Prado
		L2	Av. Luis Gonzáles

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12: % de transporte público y privado semanal en la estación L



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo vehicular, en el punto de control L1 el transporte privado supera al público; sin embargo, la diferencia es mínima. Para el segundo punto de control el flujo de transporte público es mayor al privado. Siendo este el que tiene mayor afluencia sobre los otros.

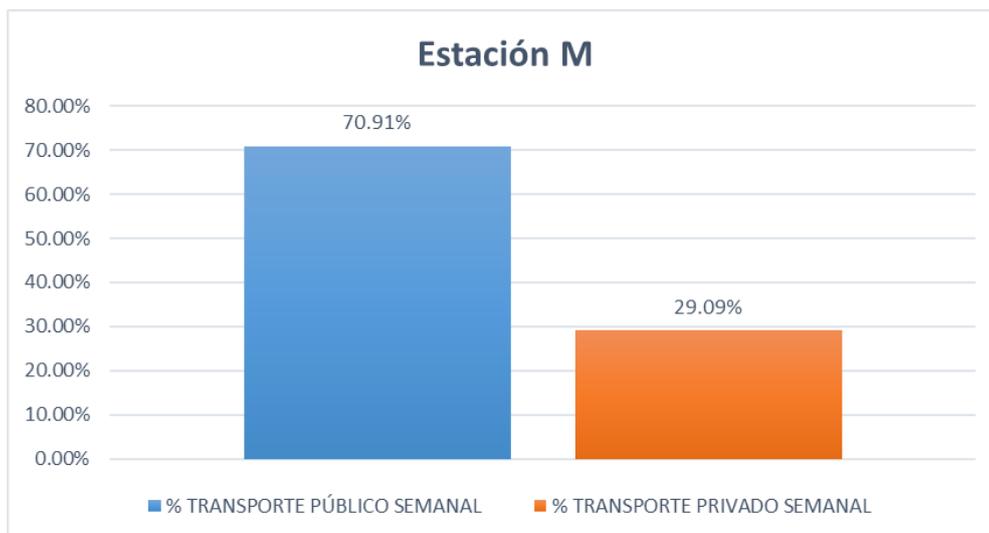
➤ Estación M:

Tabla 43: % de transporte público y privado semanal en la estación M

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Calle Diego Ferré	M	M1	Calle Diego Ferré
			Av. Luis Gonzáles

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 13: % de transporte público y privado semanal en la estación M



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo vehicular, la mayor parte de vehículos que cruzan la Av. Luis Gonzáles sin voltear a la Calle Diego Ferré son de transporte público, siendo el 29.09% privado.

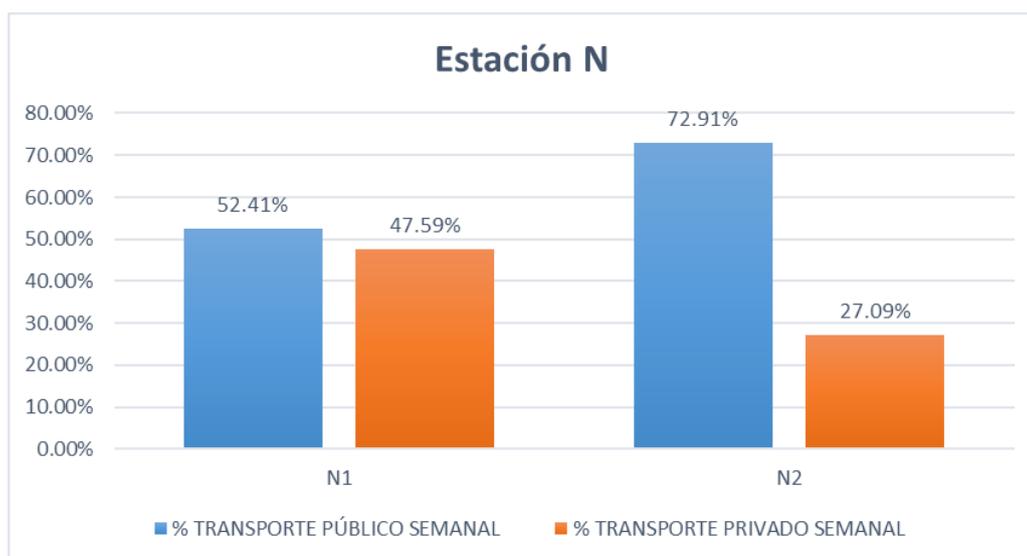
➤ Estación N:

Tabla 44: % de transporte público y privado semanal en la estación N

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Av. Pedro Ruiz	N	N1	Av. Pedro Ruiz
		N2	Av. Luis Gonzáles

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 14: % de transporte público y privado semanal en la estación N



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo vehicular, en la estación N para ambos puntos de control el porcentaje de transporte público es más elevado que el privado, existiendo una mayor diferencia en el N2 que el N1.

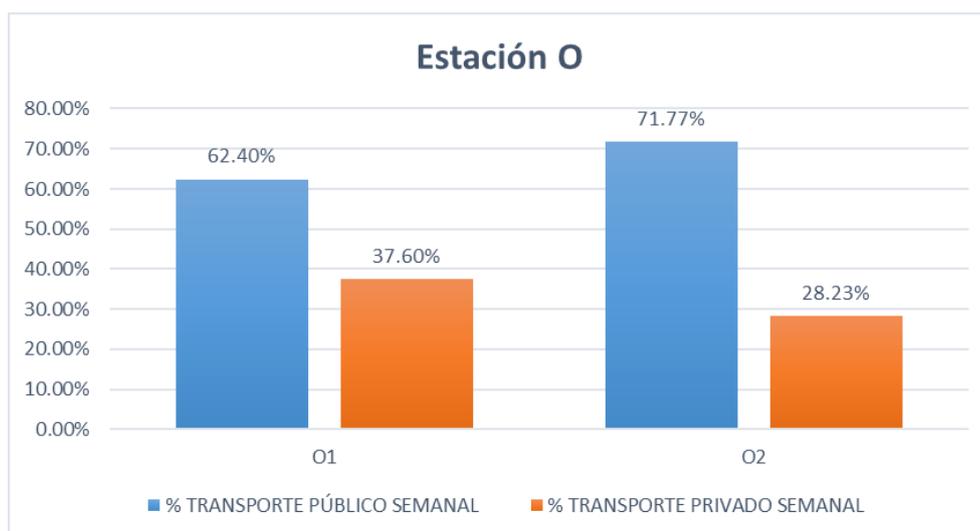
➤ Estación O:

Tabla 45: % de transporte público y privado semanal en la estación O

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Calle Arica	O	O1	Calle Arica
		O2	Av. Luis Gonzáles

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 15: % de transporte público y privado semanal en la estación O



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo vehicular, en la estación O para ambos puntos de control el porcentaje de transporte público es más elevado que el privado a causa del principal ingreso de combis y colectivos.

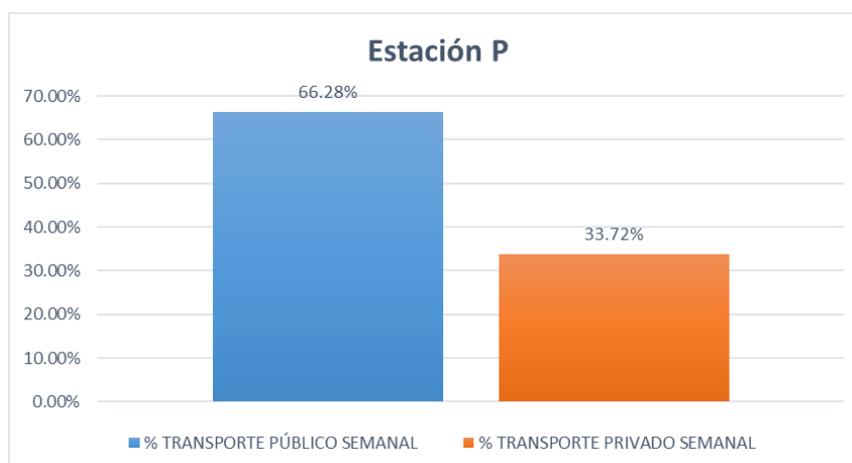
➤ Estación P:

Tabla 46: % de transporte público y privado semanal en la estación P

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Calle Manuel Pardo	P	P1	Calle Manuel Pardo
			Av. Luis Gonzáles

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 16: % de transporte público y privado semanal en la estación P



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo vehicular, la mayor parte del flujo que cruzan la Av. Luis Gonzáles sin voltear a la Calle Manuel Pardo son de transporte público, siendo el 33.72% privado.

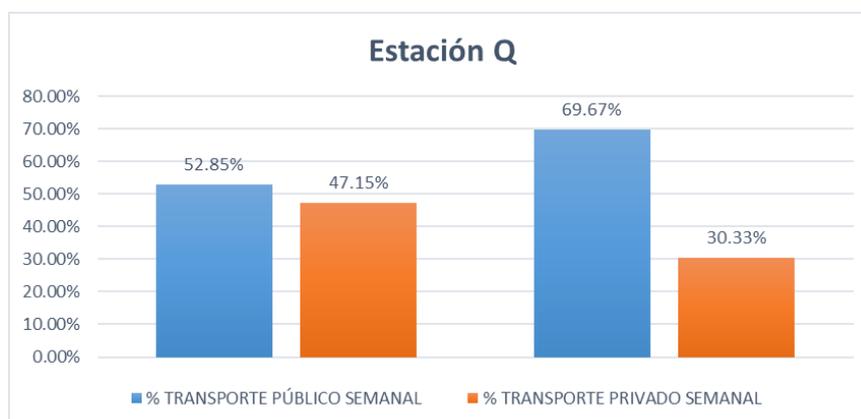
➤ Estación Q:

Tabla 47: % de transporte público y privado semanal en la estación Q

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Calle Cois	Q	Q1	Calle Cois
		Q2	Av. Luis Gonzáles

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 17: % de transporte público y privado semanal en la estación Q



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo vehicular, la mayor parte del flujo que cruzan la Av. Luis Gonzáles sin voltear a la Calle Manuel Pardo son de transporte público, siendo el 47.15% privado.

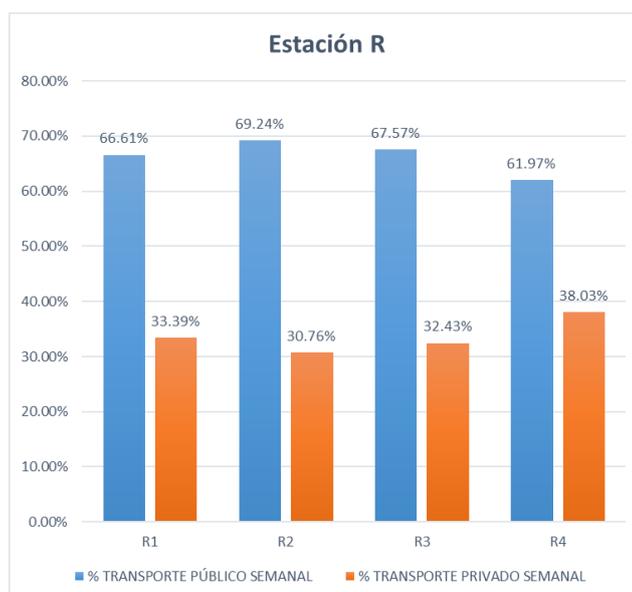
➤ Estación R:

Tabla 48: % de transporte público y privado semanal en la estación R

INTERSECCIÓN	ESTACIÓN		ENTRADAS
Intersección Av. Luis Gonzáles - Av. Augusto B. Leguía	R	R1	Av. Luis Gonzáles
		R2	Av. Leguía (Hacia Epsel)
		R3	Calle Las Américas
		R4	Av. Leguía (Hacia Epsel)

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 18: % de transporte público y privado semanal en la estación R



Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos del conteo vehicular, la mayor parte del flujo que transita por la Intersección Av. Luis Gonzáles con Av. Augusto B. Leguía son de transporte público superando con más del 60% al transporte privado.

A lo largo de la Av. Luis Gonzáles se observó el transporte de vehículos públicos y privados obteniendo porcentajes promedio semanal de 60.13% y de 39.87% respectivamente.

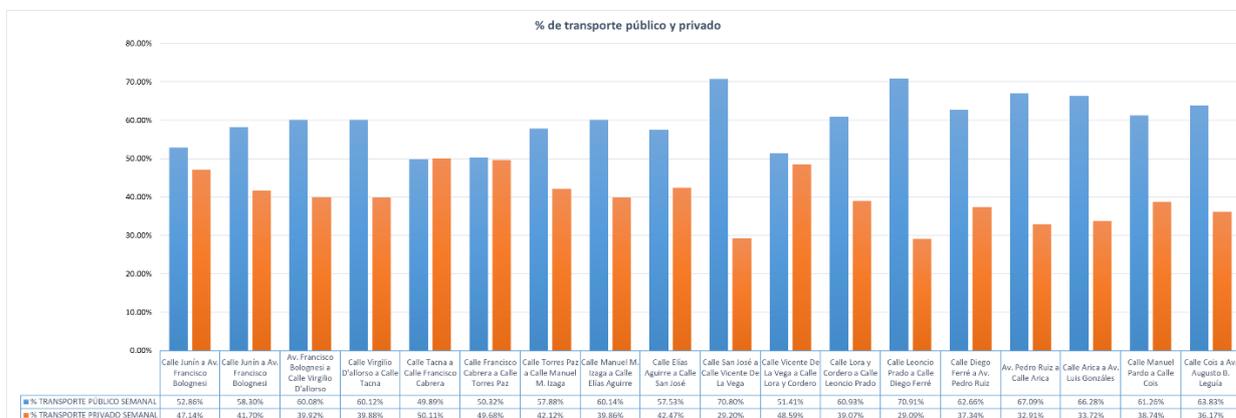
Tabla 49: % promedio semanal del transporte de vehículos públicos y privados

TRAMO	% TRANSPORTE PÚBLICO SEMANAL	% TRANSPORTE PRIVADO SEMANAL
Calle Junín a Av. Francisco Bolognesi	52.86%	47.14%
Calle Junín a Av. Francisco Bolognesi	58.30%	41.70%
Av. Francisco Bolognesi a Calle Virgilio D'allorso	60.08%	39.92%
Calle Virgilio D'allorso a Calle Tacna	60.12%	39.88%
Calle Tacna a Calle Francisco Cabrera	49.89%	50.11%
Calle Francisco Cabrera a Calle Torres Paz	50.32%	49.68%
Calle Torres Paz a Calle Manuel M. Izaga	57.88%	42.12%
Calle Manuel M. Izaga a Calle Elías Aguirre	60.14%	39.86%
Calle Elías Aguirre a Calle San José	57.53%	42.47%
Calle San José a Calle Vicente De La Vega	70.80%	29.20%
Calle Vicente De La Vega a Calle Lora y Cordero	51.41%	48.59%
Calle Lora y Cordero a Calle Leoncio Prado	60.93%	39.07%
Calle Leoncio Prado a Calle Diego Ferré	70.91%	29.09%
Calle Diego Ferré a Av. Pedro Ruiz	62.66%	37.34%
Av. Pedro Ruiz a Calle Arica	67.09%	32.91%
Calle Arica a Av. Luis Gonzáles	66.28%	33.72%
Calle Manuel Pardo a Calle Cois	61.26%	38.74%
Calle Cois a Av. Augusto B. Leguía	63.83%	36.17%
Promedio	60.13%	39.87%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, el resumen de los datos obtenidos en campo con respecto a los porcentajes de transporte público y privado para cada tramo de la Av. Luis Gonzáles.

Gráfico 19: resumen de los porcentajes del transporte público y privado



Fuente: Elaboración propia

C) Hora punta y muerta

Se analizó los Índice Medio Horarios (IMH) de cada punto de control en cada intersección para que de acuerdo a ello se determine la hora punta y la hora muerta que posteriormente servirán en la medición de velocidades.

Se obtuvo como resultado: Hora punta: 12:30 – 13:30 y hora muerta: 07:30 – 08:30.

Ver Anexo 01

D) Tránsito peatonal

Se realizó esta actividad con la finalidad de conocer los flujos y los puntos con mayor transitabilidad peatonal. Los resultados son los siguientes:

Tabla 50: IMD peatonal

INTERSECCIÓN	IMD PEATONAL
Av. Luis Gonzáles con Calle Junín	1004
Av. Luis Gonzáles con Av. Francisco Bolognesi	966
Av. Luis Gonzáles con calle Virgilio D'allorso	690
Av. Luis Gonzáles con calle Tacna	697
Av. Luis Gonzáles con calle Francisco Cabrera	894
Av. Luis Gonzáles con calle Torres Paz	891
Av. Luis Gonzáles con calle Manuel M. Izaga	895
Av. Luis Gonzáles con calle Elías Aguirre	956
Av. Luis Gonzáles con calle San José	981
Av. Luis Gonzáles con calle Vicente de La Vega	1026
Av. Luis Gonzáles con calle Lora y Cordero	981
Av. Luis Gonzáles con calle Leoncio Prado	965
Av. Luis Gonzáles con calle Diego Ferré	949
Av. Luis Gonzáles con Av. Pedro Ruiz	1035
Av. Luis Gonzáles con calle Arica	1056
Av. Luis Gonzáles con calle Manuel Pardo	813
Av. Luis Gonzáles con calle José Pardo	469
Av. Luis Gonzáles con calle Manuel Suarez	460
Av. Luis Gonzáles con calle Cois	575
Av. Luis Gonzáles con Av. Augusto B. Leguía	852

Fuente: Elaboración propia

La intersección con más tránsito peatonal es la Av. Luis Gonzáles con la Calle Arica con una cantidad de 1056 ciudadanos por día y la menos transitada es la intersección Av. Luis Gonzáles con la Calle Manuel Suarez.

E) Dimensiones geométricas de la vía

Se realizó la medición en campo de las dimensiones de las calles, lo cual se corroboró y complementó con fuente secundaria, obteniendo los siguientes datos.

Tabla 51: Dimensiones geométricas de las vías

Tramos de la Av. Luis Gonzáles	Ancho de vía	N° calzadas / sentido	N° carriles
Calle Junín - Av. Francisco Bolognesi	16.40 m	S - N (8.5 m)	3
		N - S (5.8 m)	2
Av. Francisco Bolognesi - Calle Virgilio D'allorso	12.60 m	1 (S - N)	5
Calle Virgilio D'allorso - Calle Tacna	12.40 m	1 (S - N)	5
Calle Tacna - Calle Francisco Cabrera	12.25	1 (S - N)	5
Calle Francisco Cabrera - Calle Torres Paz	12.2	1 (S - N)	4
Calle Torres Paz - Calle Manuel M. Izaga	12	1 (S - N)	4
Calle Manuel M. Izaga - Calle Elías Aguirre	12	1 (S - N)	4
Calle Elías Aguirre - Calle San José	12.5	1 (S - N)	4
Calle San José - Calle Vicente La Vega	12.5	1 (S - N)	4
Calle Vicente De La Vega - Calle Lora y Cordero	11	1 (S - N)	4
Calle Lora y Cordero - Calle Leoncio Prado	12	1 (S - N)	4
Calle Leoncio Prado - Calle Diego Ferré	12	1 (S - N)	4
Calle Diego Ferré - Av. Pedro Ruiz	12	1 (S - N)	4
Av. Pedro Ruiz - Calle Arica	12	1 (S - N)	4
Calle Arica - Av. Manuel Pardo	12	1 (S - N)	4
Av. Manuel Pardo - Calle José Pardo	13.5	1 (S - N)	4
Calle José Pardo - Calle Manuel Suarez	13.5	1 (S - N)	4
Calle Manuel Suárez - Calle Cois	13.5	1 (S - N)	4
Calle Cois - Av. Augusto B. Leguía	14	1 (S - N)	6

Fuente: Elaboración propia

F) Medición de velocidades

Para calcular la velocidad con la que normalmente un tipo de vínculo transita por la Av. Luis Gonzáles, se ha dividido la longitud de zona de estudio en cuatro tramos.

Ilustración 26: Zona de estudio dividida en cuatro tramos



Fuente: Elaboración propia

Será necesario hallar la velocidad promedio de cada tramo para posteriormente determinar el nivel de congestión que se tiene en la zona determinada. Para ello se utilizará la siguiente tabla:

Tabla 52: Rangos de congestión

NIVEL	Porcentaje
MUY BAJO	< 5%
BAJO	5-20%
ALTO	20-30 %
MUY ALTO	30%

Fuente: Incio [4]

Teniendo en cuenta que la hora punta: 12:30 – 13:30 y hora muerta: 07:30 – 08:30, se procedió a hallar las velocidades de acuerdo a la distancia del tramo y el tiempo de demora de los vehículos seleccionados.

Primero se calculó las velocidades en la hora de mínimo congestión. Los resultados fueron: para el primer tramo, 43 segundos; para el segundo, 31 segundos; para el tercero, 34 segundos; y para el último, 39 segundos.

Tabla 53: Velocidades en hora de mín. congestión

Tramos		Distancia (m)	Hora de mín congestión			Promedio
			Vehículos	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	
1er tramo:	Calle Junín a Manuel María Izaga	465.64	Taxi	39	43	43
			Combi	-	-	
			Mototaxi	-	-	
2do tramo:	Calle Manuel M. Izaga a Calle Vicente De La Vega	321.27	Taxi	37	31	31
			Combi	-	-	
			Mototaxi	-	-	
3er tramo:	Calle Vicente De La Vega a Calle Manuel Pardo	576.68	Taxi	58	36	34
			Combi	64	32	
			Mototaxi	-	-	
4to tramo:	Calle Manuel Pardo a Av. Augusto B. Leguía	260.95	Taxi	21	45	39
			Combi	28	34	
			Mototaxi	24	39	

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se realizó el mismo procedimiento en la hora de máximo congestión. Obteniendo: para el primer tramo, 25 segundos; para el segundo, 19 segundos; para el tercero, 21 segundos; y para el último, 22 segundos.

Tabla 54: Velocidades en hora de máx. congestión

Tramos		Distancia (m)	Hora de máx congestión			Promedio
			Vehículos	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	
1er tramo:	Calle Junín a Manuel María Izaga	465.64	Taxi	68	25	25
			Combi	-	-	
			Mototaxi	-	-	
2do tramo:	Calle Manuel M. Izaga a Calle Vicente De La Vega	321.27	Taxi	60	19	19
			Combi	-	-	
			Mototaxi	-	-	
3er tramo:	Calle Vicente De La Vega a Calle Manuel Pardo	576.68	Taxi	91	23	21
			Combi	108	19	
			Mototaxi	-	-	
4to tramo:	Calle Manuel Pardo a Av. Augusto B. Leguía	260.95	Taxi	37	25	22
			Combi	50	19	
			Mototaxi	42	22	

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se evaluó el nivel de congestión, teniendo un rango muy alto para cada tramo.

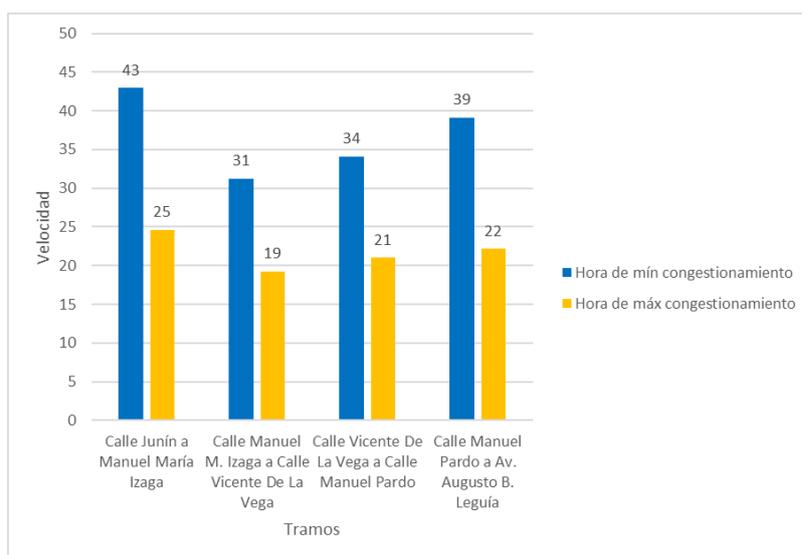
Tabla 55: Rango de congestión según velocidades

Tramos		Distancia (m)	Velocidad (km/h)		Rango de congestión	
			Hora de mín congestión	Hora de máx congestión	Porcentaje (%)	Nivel
1er tramo:	Calle Junín a Manuel María Izaga	465.64	43	25	43%	MUY ALTO
2do tramo:	Calle Manuel M. Izaga a Calle Vicente De La Vega	321.27	31	19	38%	MUY ALTO
3er tramo:	Calle Vicente De La Vega a Calle Manuel Pardo	576.68	34	21	38%	MUY ALTO
4to tramo:	Calle Manuel Pardo a Av. Augusto B. Leguía	260.95	39	22	43%	MUY ALTO

Fuente: Elaboración propia

La velocidad promedio en hora muerta es de 37 km/h y en hora pico es de 22 km/h. El nivel de congestión en los cuatro tramos anteriormente divididos y que conforman la zona de estudio es muy alto, esto debido a que el porcentaje supera los rangos de congestión, en este caso el 30%.

Gráfico 20: Nivel de congestión



Fuente: Elaboración propia

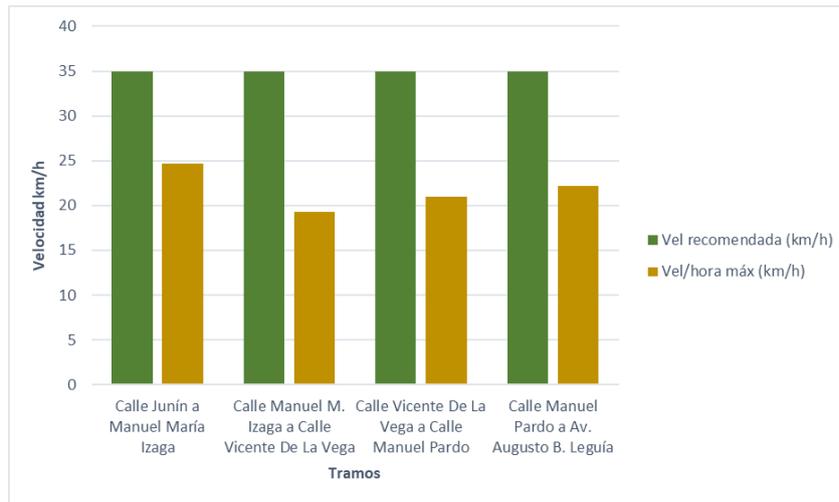
Según [4] a los anillos viales o vías colectoras se les concierne un nivel de servicio “C” con velocidades promedio de 35 km/h. Por lo cual se realizó una comparación entre lo establecido y lo real.

Tabla 56: Comparación entre velocidades recomendadas y obtenidas

Tramos	Vel recomendada (km/h)	Vel/hora máx (km/h)	Rango de congestión	
			Porcentaje (%)	Nivel
Calle Junín a Manuel María Izaga	35	25	30%	ALTO
Calle Manuel M. Izaga a Calle Vicente De La Vega	35	19	45%	MUY ALTO
Calle Vicente De La Vega a Calle Manuel Pardo	35	21	40%	MUY ALTO
Calle Manuel Pardo a Av. Augusto B. Leguía	35	22	37%	MUY ALTO

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 21: Comparación del nivel de congestionamiento real vs lo recomendado



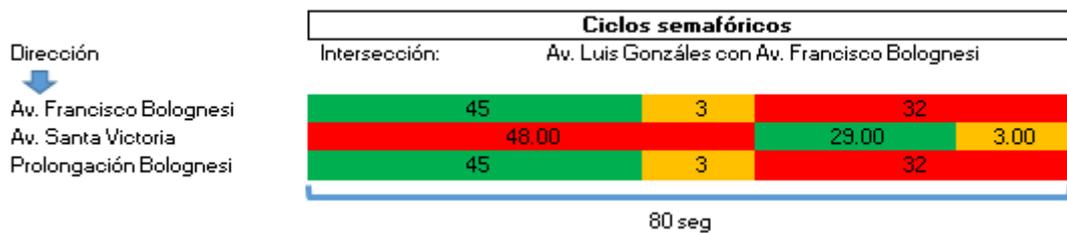
Fuente: Elaboración propia

G) Ciclos semafóricos

Los ciclos semafóricos serán de suma importancia para el modelamiento en el programa, por ello será primero será necesario ubicar las intersecciones semaforizadas, luego analizar el número de fases y posteriormente cronometrar el tiempo de los tiempos verde, ámbar y rojo. Las intersecciones que cuentan con semáforo son ocho y son las siguientes:

Primera intersección semaforizada:

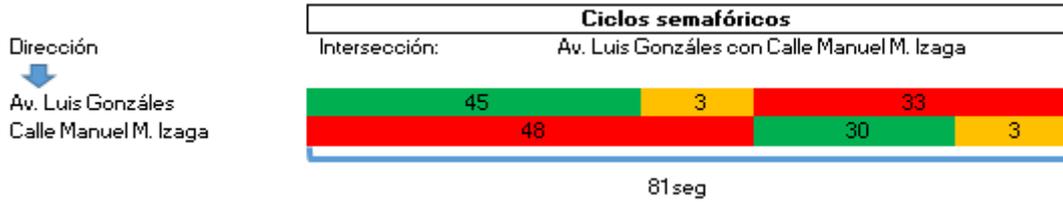
Gráfico 22: Tiempo del ciclo semafórico de la intersección Av. Luis Gonzáles con Av. Francisco Bolognesi



Fuente: Elaboración propia

Segunda intersección semaforizada:

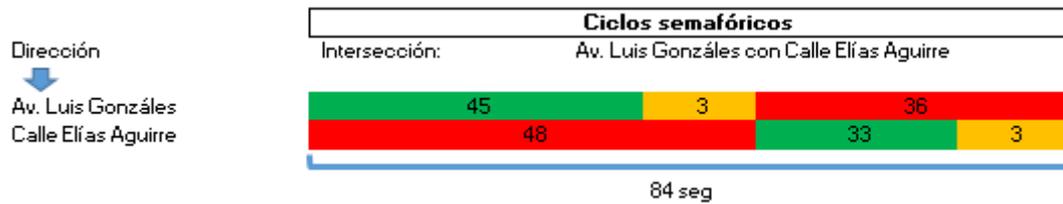
Gráfico 23: Tiempo del ciclo semafórico de la intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Manuel M. Izaga



Fuente: Elaboración propia

Tercera intersección semaforizada:

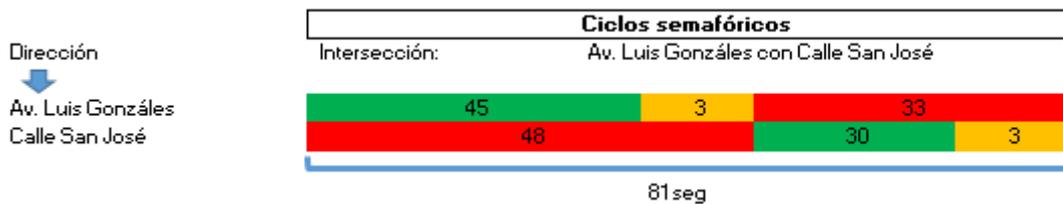
Gráfico 24: Tiempo del ciclo semafórico de la intersección Av. Luis Gonzáles con calle Elías Aguirre



Fuente: Elaboración propia

Cuarta intersección semaforizada:

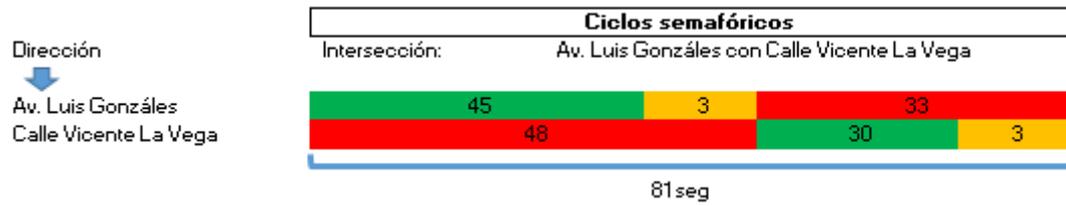
Gráfico 25: Tiempo del ciclo semafórico de la intersección Av. Luis Gonzáles con Calle San José



Fuente: Elaboración propia

Quinta intersección semaforizada:

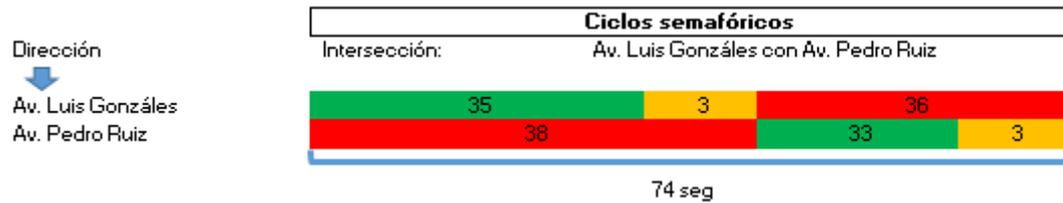
Gráfico 26: Tiempo del ciclo semafórico de la intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Vicente La Vega



Fuente: Elaboración propia

Sexta intersección semaforizada:

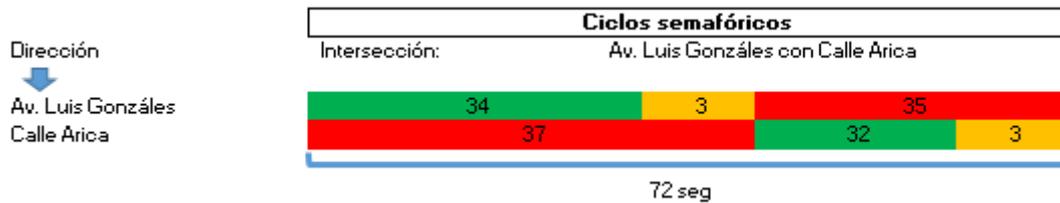
Gráfico 27: Tiempo del ciclo semafórico de la intersección Av. Luis Gonzáles con Av. Pedro Ruiz



Fuente: Elaboración propia

Séptima intersección semaforizada:

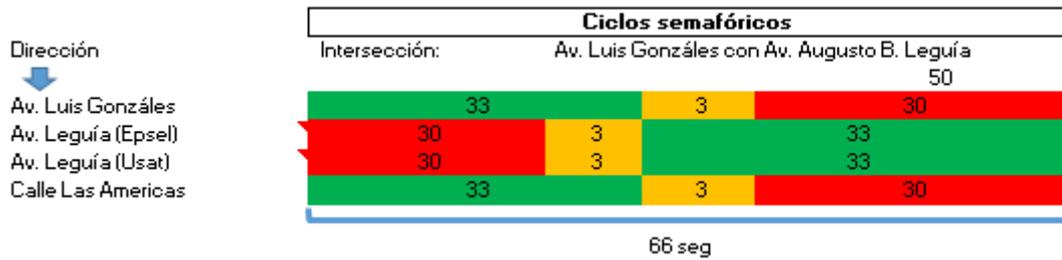
Gráfico 28: Tiempo del ciclo semafórico de la intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Arica



Fuente: Elaboración propia

Octava intersección semaforizada:

Gráfico 29: Tiempo del ciclo semafórico de la intersección Av. Luis Gonzáles con Av. Leguía

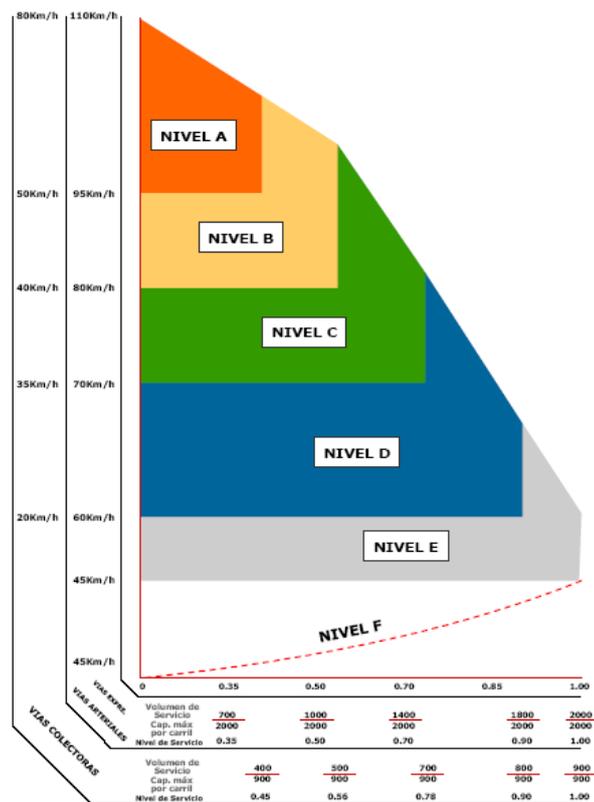


Fuente: Elaboración propia

H) Capacidad vial

En la siguiente imagen [4] se observa los diferentes niveles de servicio y las condiciones de transporte que corresponden a cada uno de ellos.

Ilustración 27: Niveles de servicio



IDEA GENERAL DE LA RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE SERVICIO, LA VELOCIDAD DE SERVICIO Y EL ÍNDICE DE SERVICIO (Sin escala)

Fuente: Valdes [4]

A los anillos viales o vías colectoras se les concierne un nivel de servicio “C” con velocidades promedio de 35 km/h. Asimismo, tienen una capacidad de 700 veh/h para cada carril, haciendo un total de 1400 veh/h. De tal manera se analizó si el número de vehículos circulando sobre la zona de estudio supera la capacidad vial recomendada en la imagen anterior.

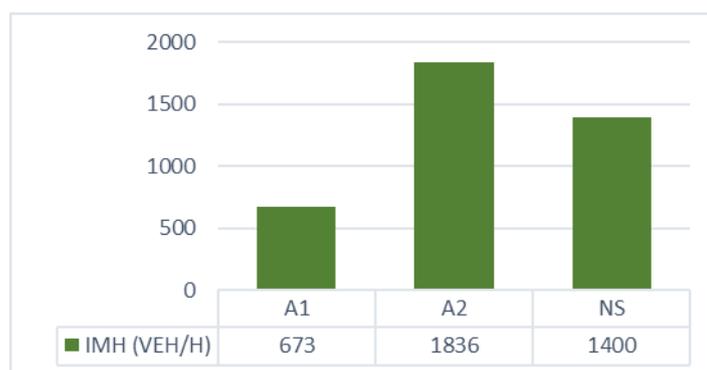
➤ Estación A:

Tabla 57: Análisis de déficit o superávit de la estación A

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
Intersección Av. Luis Gonzáles	A1	673	-51.93%
	A2	1836	31.14%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 30: Comparación entre el IMH de la estación A y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

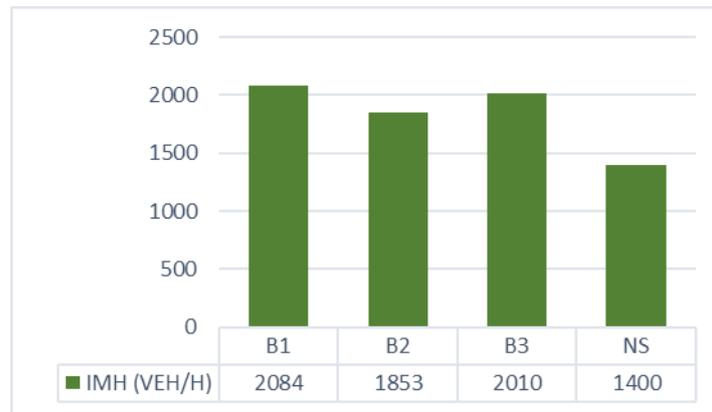
➤ Estación B:

Tabla 58: Análisis de déficit o superávit de la estación B

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
B	B1	2084	48.86%
	B2	1853	32.36%
	B3	2010	43.57%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 31: Comparación entre el IMH de la estación B y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

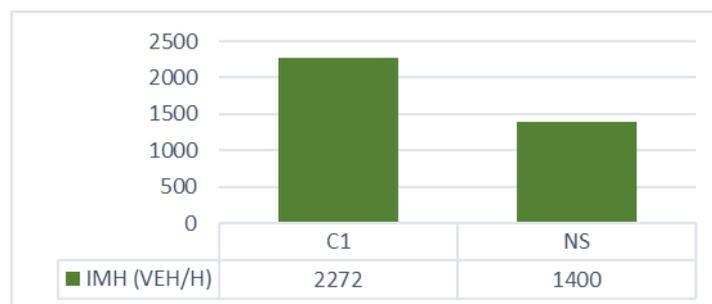
➤ Estación C:

Tabla 59: Análisis de déficit o superávit de la estación C

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
C	C1	2272	62.29%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 32: Comparación entre el IMH de la estación C y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

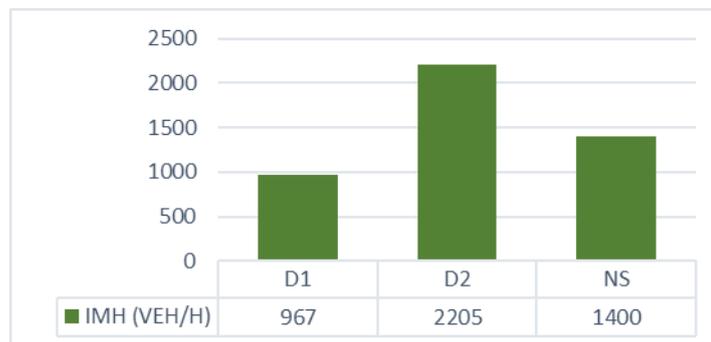
➤ Estación D:

Tabla 60: Análisis de déficit o superávit de la estación D

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
D	D1	967	-30.93%
	D2	2205	57.50%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 33: Comparación entre el IMH de la estación D y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

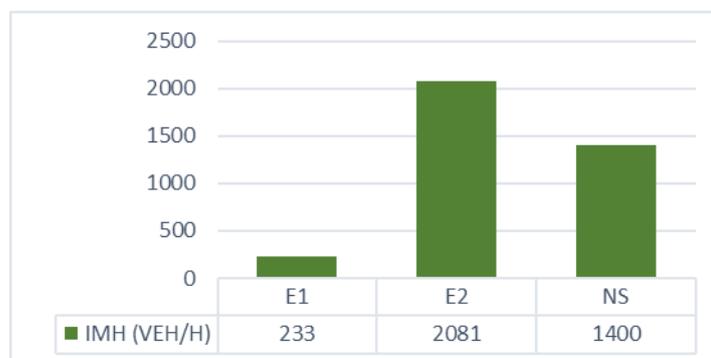
➤ Estación E:

Tabla 61: Análisis de déficit o superávit de la estación E

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
E	E1	233	-83.36%
	E2	2081	48.64%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 34: Comparación entre el IMH de la estación E y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

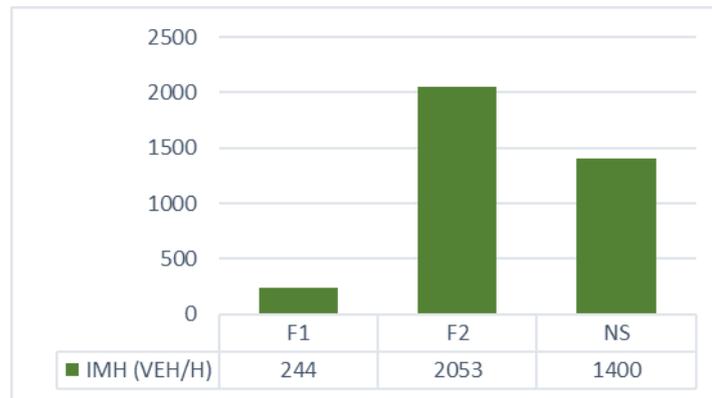
➤ Estación F:

Tabla 62: Análisis de déficit o superávit de la estación F

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
F	F1	244	-82.57%
	F2	2053	46.64%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 35: Comparación entre el IMH de la estación F y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

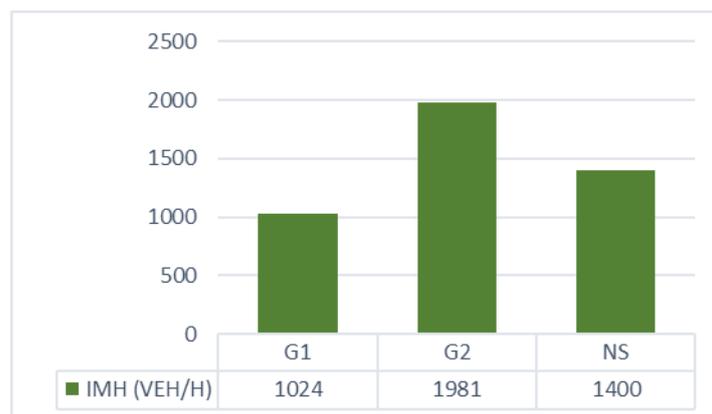
➤ Estación G:

Tabla 63: Análisis de déficit o superávit de la estación G

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
G	G1	1024	-26.86%
	G2	1981	41.50%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 36: Comparación entre el IMH de la estación G y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

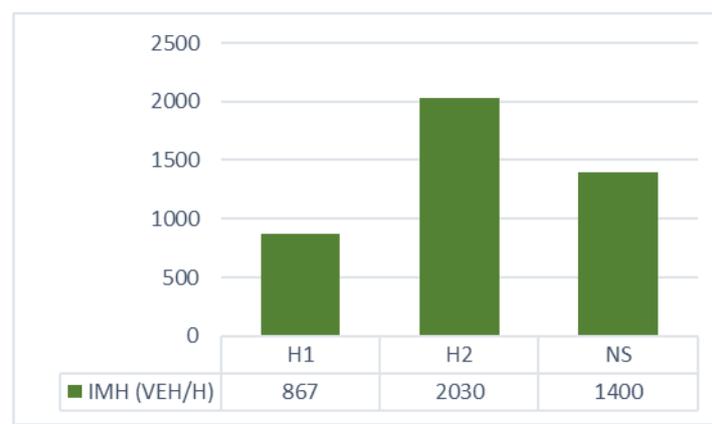
➤ Estación H:

Tabla 64: Análisis de déficit o superávit de la estación H

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
H	H1	867	-38.07%
	H2	2030	45.00%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 37: Comparación entre el IMH de la estación H y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

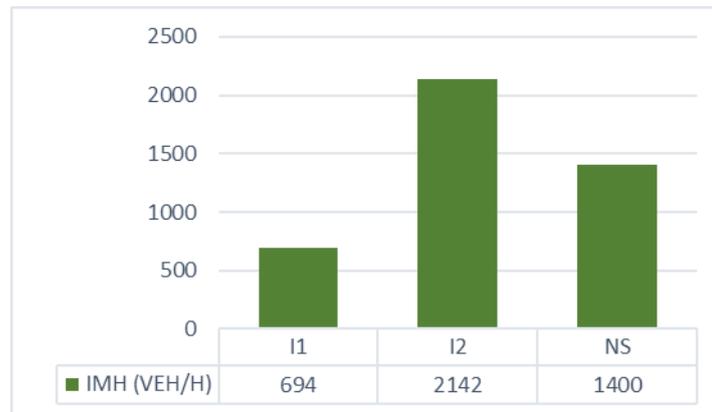
➤ Estación I:

Tabla 65: Análisis de déficit o superávit de la estación I

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
I	I1	694	-50.43%
	I2	2142	53.00%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 38: Comparación entre el IMH de la estación I y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

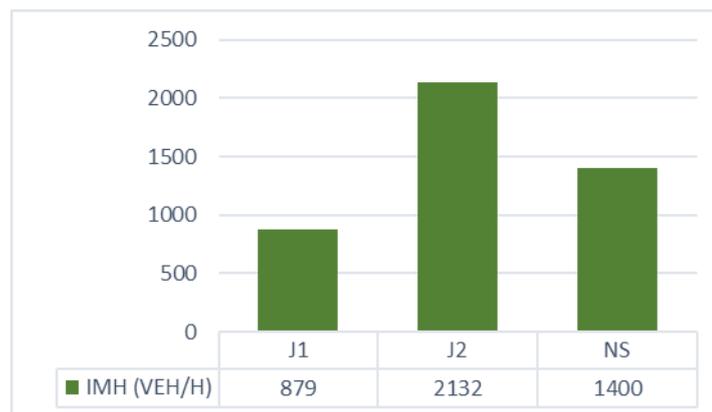
➤ Estación J:

Tabla 66: Análisis de déficit o superávit de la estación J

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
J	J1	879	-37.21%
	J2	2132	52.29%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 39: Comparación entre el IMH de la estación J y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

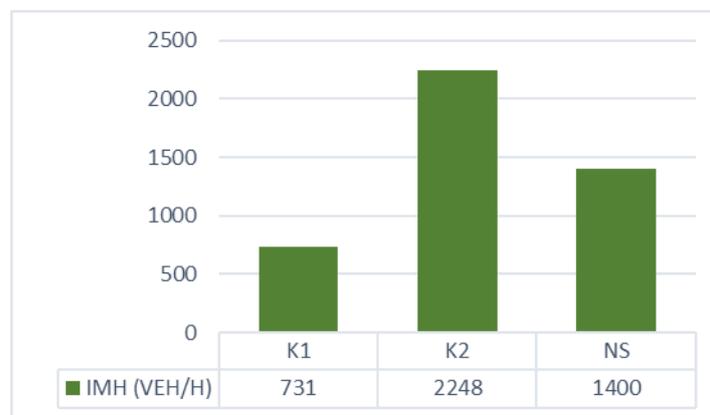
➤ Estación K:

Tabla 67: Análisis de déficit o superávit de la estación K

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
K	K1	731	-47.79%
	K2	2248	60.57%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 40: Comparación entre el IMH de la estación K y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

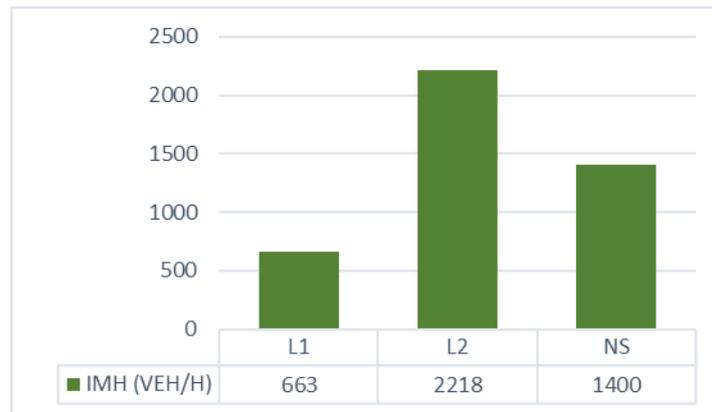
➤ Estación L:

Tabla 68: Análisis de déficit o superávit de la estación L

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
L	L1	663	-52.64%
	L2	2218	58.43%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 41: Comparación entre el IMH de la estación L y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

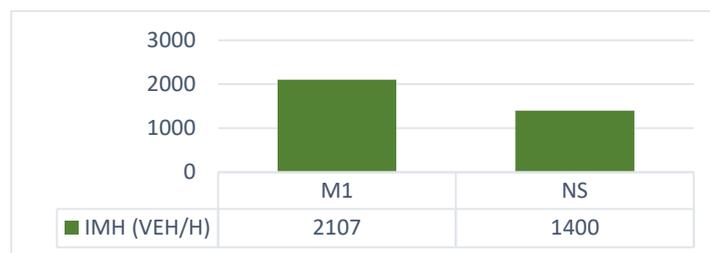
➤ Estación M:

Tabla 69: Análisis de déficit o superávit de la estación M

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
M	M1	2107	50.50%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 42: Comparación entre el IMH de la estación M y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

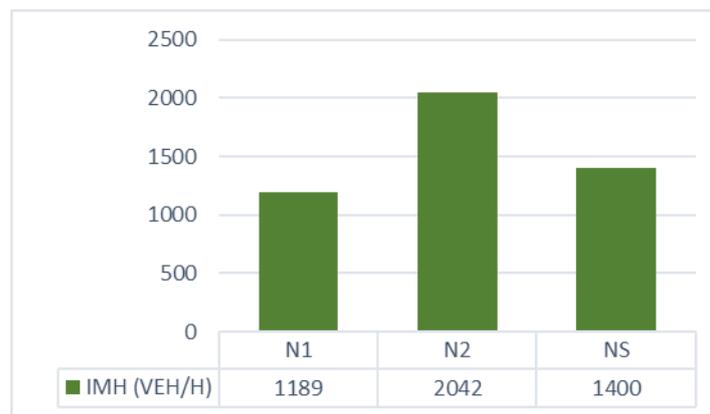
➤ Estación N:

Tabla 70: Análisis de déficit o superávit de la estación N

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
N	N1	1189	-15.07%
	N2	2042	45.86%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 43: Comparación entre el IMH de la estación N y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

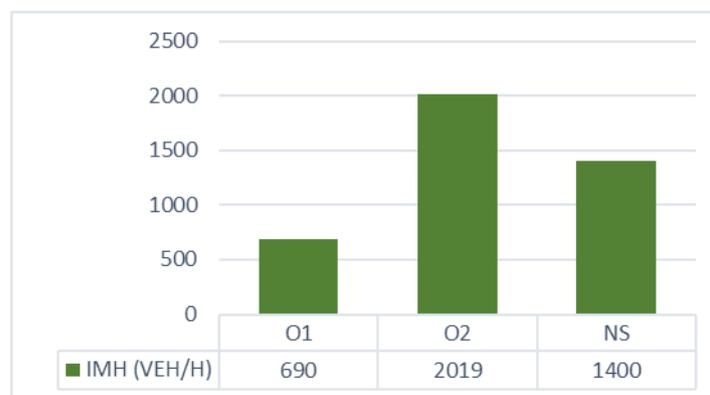
➤ Estación O:

Tabla 71: Análisis de déficit o superávit de la estación O

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
O	O1	690	-50.71%
	O2	2019	44.21%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 44: Comparación entre el IMH de la estación O y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

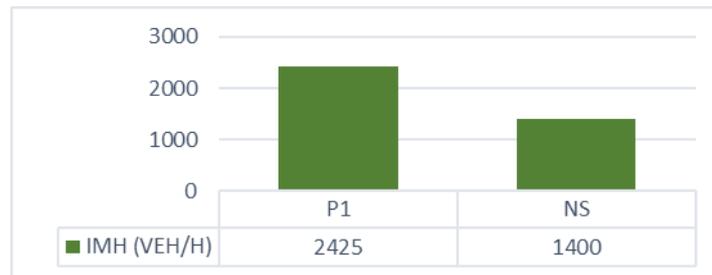
➤ Estación P:

Tabla 72: Análisis de déficit o superávit de la estación P

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
P	P1	2425	73.21%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 45: Comparación entre el IMH de la estación P y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

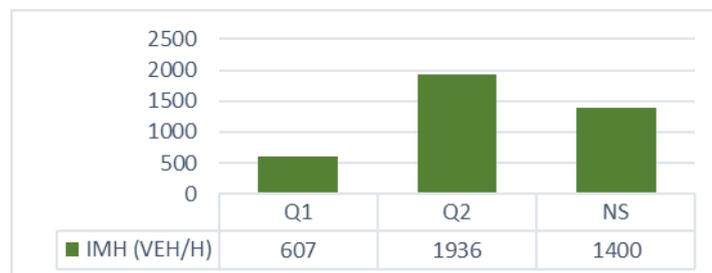
➤ Estación Q:

Tabla 73: Análisis de déficit o superávit de la estación Q

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit
Q	Q1	607	-56.64%
	Q2	1936	38.29%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 46: Comparación entre el IMH de la estación Q y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

➤ Estación R:

Tabla 74: Análisis de déficit o superávit de la estación R

ESTACIÓN	IMH (VEH/H)	Deficit o superavit	
R	R1	2098	
	R2	1890	
	R3	954	
	R4	1265	
			49.86%
			35.00%
			-31.86%
			-9.64%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 47: Comparación entre el IMH de la estación R y la capacidad vial establecida



Fuente: Elaboración propia

A continuación, el cuadro resumen de los datos obtenidos de la comparación entre la capacidad vial recomendada y la obtenida.

Tabla 75: Comparación entre la capacidad vial recomendada y obtenida.

ESTACIÓN		IMH (VEH/H)	Deficit o superavit (%)
A	A1	673	-51.93
	A2	1836	31.14
B	B1	2084	48.86
	B2	1853	32.36
	B3	2010	43.57
C	C1	2272	62.29
D	D1	967	-30.93
	D2	2205	57.50
E	E1	233	-83.36
	E2	2081	48.64
F	F1	244	-82.57
	F2	2053	46.64
G	G1	1024	-26.86
	G2	1981	41.50
H	H1	867	-38.07
	H2	2030	45.00
I	I1	694	-50.43
	I2	2142	53.00
J	J1	879	-37.21
	J2	2132	52.29
K	K1	731	-47.79
	K2	2248	60.57
L	L1	663	-52.64
	L2	2218	58.43
M	M1	2107	50.50
N	N1	1189	-15.07
	N2	2042	45.86
O	O1	690	-50.71
	O2	2019	44.21
P	P1	2425	73.21
Q	Q1	607	-56.64
R	R1	2098	49.86
	R2	1890	35.00
	R3	954	-31.86
	R4	1265	-9.64

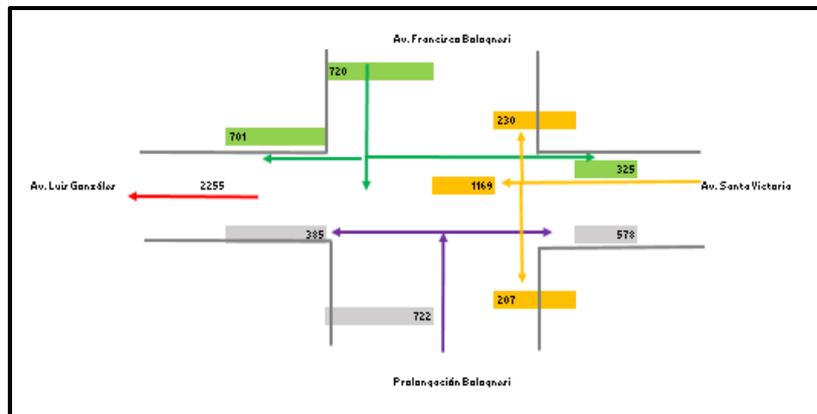
Fuente: Elaboración propia

D) Nivel de servicio

Se halló el nivel de servicio mediante el método del High Capacity Manual y se dividió el procedimiento en cinco partes. A continuación, se analizó la intersección Av. Luis Gonzáles con la Av. Bolognesi y se aplicó el mismo procedimiento a las demás intersecciones.

1. Datos de entrada

Ilustración 28: Flujo vehicular-Intersección de las avenidas Luis Gonzáles y Bolognesi



Fuente: Elaboración propia

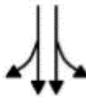
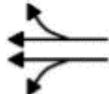
2. Ajuste de la demanda

Intersección Av. Luis Gonzáles con Av. Francisco Bolognesi		Av. Francisco Bolognesi	Av. Santa Victoria	Prolongación Bolognesi
Día:	Sábado			
Hora:	12:30-13:30			
Módulo de ajuste de volumen de la intersección				
Vol. Izquierda		325	230	385
Vol. directo		720	1169	722
Vol. Derecha		701	207	426
Volumen (veh/h)		1746	1606	1533
FHP		0.9	0.9	0.9
Tasa de Flujo Ajustado Izquierda, $V_p=V_{Izq}/PHF$ (veh/h)		382	271	453
Tasa de Flujo Ajustado Directo, $V_p=V_{dir}/PHF$ (veh/h)		847	1375	849
Tasa de Flujo Ajustado Derecha, $V_p=V_{der}/PHF$ (veh/h)		825	244	501
Tasa de Flujo Ajustado en el Grupo de Carriles, $V_p=V/PHF$		2054	1889	1804
Proporción de Giros LT o RT (PLT o PRT)				
Proporción de Giros a la Izquierda (PLT)		0.186	0.143	0.251
Proporción de Giros a la Derecha (PRT)		0.401	0.129	0.278

3. Ajuste de la oferta

Factor de ajuste de peatones para giros protegidos a la izquierda				
Intersección Av. Luis Gonzáles con Av. Francisco Bolognesi		Av. Francisco Bolognesi	Av. Santa Victoria	Prolongación Bolognesi
Día:	Sábado			
Hora:	12:30-13:30			
Longitud de ciclo, C (s)		80	80	80
Tiempo de verde efectivo para peatones, gp (s)		45	29	45
Volumen peatonal, Vped (p/h)		74	56	36
Vpedg = Vped (C/gp)		132	154	64
OCCpedg = Vpedg / 2000 si, (Vpedg ≤ 1 000) ó OCCpedg = 0.4		0.066	0.077	0.032
Número de carriles de recepción, Nrec		2	2	4
Número de carriles de giro, Nturn		1	1	1
ApbT = 1 - OOCr si, Nrec = Ntum o ApbT = 1 - 0.6(OOCr) si,		0.961	0.954	0.981
Proporción de giros a la izquierda, 2 PLT		0.186	0.143	0.251
Proporción de giros a la izquierda empleando la fase		0.186	0.143	0.251
fLpb = 1.0 - PLT(1 - ApbT)(1 - PLTA)		0.994	0.994	0.996

Factor de ajuste de peatones y bicicletas para giros protegidos a la derecha				
Proporción de Giros a la Izquierda (PLT)		Av. Francisco Bolognesi	Av. Santa Victoria	Prolongación Bolognesi
Día:	Sábado			
Hora:	12:30-13:30			
Longitud de ciclo, C (s)		80	80	80
Tiempo de verde efectivo para peatones, gp (s)		45	29	45
Volumen peatonal, Vped (p/h)		45	82	54
Volumen de bicicletas, Vbic (bicicletas/h)		11	9	8
Vpedg = Vped (C/gp)		80	226	96
OCCpedg = Vpedg / 2000 si, (Vpedg ≤ 1 000) ó OCCpedg = 0.4		0.040	0.113	0.048
Verde efectivo, g (s)		45	29	45
Vbicg = Vbic (C/g)		20	25	14
OCCbicg = 0.02 + Vbicg/2700		0.027	0.029	0.025
OCCr = OCCpedg + OCCbicg - (OCCpedg)(OCCbicg)		0.066	0.139	0.072
Número de carriles de recepción, Nrec		4	2	2
Número de carriles de giro, Ntum		1	1	1
ApbT = 1 - OOCr si, Nrec = Ntum ; ApbT = 1 - 0.6(OOCr) si, Nrec		0.960	0.917	0.957
Proporción de giros a la derecha, PRT		0.401	0.129	0.278
Proporción de giros a la derecha empleando la fase		0.401	0.129	0.278
fRpb = 1.0 - PRT(1 - ApbT)(1 - PRTA)		0.990	0.991	0.991

Módulo de ajuste de la tasa de flujo de saturación de la intersección A				
Proporción de Giros a la Izquierda (PLT)		Av. Francisco Bolognesi	Av. Santa Victoria	Prolongación Bolognesi
Día:	Sábado			
Hora:	12:30-13:30			
Flujo de Saturación Ideal, so (veh/h/carril)		1900	1900	1900
Número de carriles, N		2	3	2
Ancho de carril, W		3	2.8	3.8
Factor de ajuste por ancho de carril, fw		0.933	0.911	1.022
Volumen de vehículos pesados, HV		0	0	0
Porcentaje de vehículos pesados, %HV = 100*HV/V		0.00	0.00	0.00
Equivalente en vehículos livianos, Et = 2.0 pc/HV		2	2	2
Factor de ajuste por vehículos pesados, fHV		1.000	1.000	1.000
Pendiente en el grupo de carriles, %G		-2	-2	-2
Factor de ajuste por pendiente, fg		1.010	1.010	1.010
Número de maniobras de estacionamiento por hora,		Prohibido	Prohibido	Prohibido
Factor de ajuste por estacionamiento, fp ≥ 0.050		Ok	Ok	Ok
		1.0	1.0	1.0
		Ok	Ok	Ok
Número de buses que se detienen por hora, NB ≤ 250		0	0	0
Factor de ajuste por bloqueo de buses, fbb ≥ 0.050		1.000	1.000	1.000
Tipo de área		ZC	ZC	ZC
Factor de ajuste por tipo de área, fa		0.9	0.9	0.9
Tasa de flujo no ajustado para el grupo de carriles, vg (veh/h)		1746	1606	1533
Factor de ajuste por utilización de carril, Flu		0.950	0.950	0.950
Factor de ajuste por giro a la izquierda, fLT		0.991	0.993	0.988
Factor de ajuste por giro a la derecha, fRT ≥ 0.050		0.940	0.981	0.958
		Ok	Ok	Ok
Factor de ajuste por peat/bic para giros a la izquierda, fLpb		0.994	0.994	0.996
Factor de ajuste por peat/bic para giros a la derecha, fRpb		0.990	0.991	0.991
Flujo de Saturación Ajustado, s (veh/h) $S = So * N * fw * fHV$		2808	4301	3136

4. Análisis de capacidad

Módulo de análisis de la capacidad de la intersección			
Fase	1	2	3
Tasa de flujo ajustado, v (veh/h)	2054	1889	1804
Tasa de flujo de saturación, s (veh/h)	2808	4301	3136
Tiempo perdido, tL (s), $tL = l1 + Y - e$	4	4	4
Longitud de ciclo, C (s)	80	80	80
Tiempo de verde efectivo, g (s), $g = G + Y - tL$	45	29	45
Proporción de verde, g/C	0.563	0.363	0.563
Capacidad del grupo de carriles, $c = s(g/C)$, (veh/h)	1579	1559	1764
Relación v/c, X	1.301	1.212	1.022
Relación de flujo, v/s	0.732	0.439	0.575
Sumatoria de relaciones de flujo para grupos de carriles		1.746	
Tiempo perdido total por ciclo, L (s)		12.000	
Grado de saturación crítico, $Xc = (Yc)(C)/(C - L)$		2.054	

5. Nivel de servicio

Análisis de la demora uniforme y por cola inicial de la intersección			
Duración del periodo de análisis, T (h)	0.25	0.25	0.25
Longitud de ciclo, C (s)	80	80	80
Cola inicial, Qb (veh)	39	31	28
Proporción de verde, g/C	0.563	0.363	0.563
Relación v/c, X = v/c	1.301	1.212	1.022
Capacidad del Grupo de Carriles, c (veh/h)	1579	1559	1764
Proporción de vehículos que llegan en verde, P	0.444	0.400	0.732
Relación de pelotón (Rp)	0.790	1.103	1.301
Factor de ajuste suplementario, fPA (Tabla 6)	0.93	1	0.93
Factor de ajuste por progresión/coordinación,	1.181	0.941	0.570
Duración de la demanda insatisfecha en T, t (h)	0.25	0.25	0.25
Caso de Análisis			
Casos I y II (Qb = 0)	No aplica	No aplica	No aplica
Demora por cola inicial, d3 (s): $3=0$			
Demora uniforme, d1 (s): $1=(0.5 (1- /)^2)/(1-[(1,)$			
Caso III (Qb > 0) (X < 1.0) (t < T)	No aplica	No aplica	No aplica
Demora por cola inicial, d3 (s): $3=1800$	0	0	0
Demora uniforme, d1 (s):	0	0	0
Caso IV (Qb > 0) (X < 1.0) (t = T)	No aplica	No aplica	No aplica
Parámetro de demora, u: $=1- [1- (1,)]$			
Demora por cola inicial, d3 (s): $3=1800 (1+)$			
Demora uniforme, d1 (s): $1=0.5 (1- /)$			
Caso V (Qb > 0) (X > 1.0) (t = T)	Aplica	Aplica	Aplica
Demora por cola inicial, d3 (s): $3=3600$	88.90	71.58	57.15
Demora uniforme, d1 (s): $1=0.5 (1- /)$	17.50	25.50	17.50

Módulo de análisis del nivel de servicio de la intersección			
Tasa de flujo ajustado, V (veh/h)	2054	1889	1804
Capacidad del Grupo de Carriles, 1 c (veh/h)	1579	1559	1764
Relación v/c, X = v/c	1.301	1.212	1.022
Calibración de la demora incremental, k	0.5	0.5	0.5
Factor de ajuste por entradas de la intersección corriente	1	1	1
Duración del análisis, T (h)	0.25	0.25	0.25
Demora Incremental, d2 (s/veh)	160.055	101.504	47.306
Demora por cola inicial, d3 (s/veh)	208.90	191.58	177.15
Demora uniforme, d1 (s/veh)	17.50	25.50	17.50
Factor de ajuste por progresión/coordinación	1.18	0.94	0.57
Demora, $= 1()+ 2+ 3 (/)$	389.6	317.1	234.4
Nivel de servicio NS por grupo de carriles	F	F	F
Demora por acceso, $=\Sigma()\Sigma (/)$	389.6	317.1	234.4
Nivel de servicio NS por acceso	F	F	F
Tasa de flujo del acceso, VA (veh/h)	2054	1889	1804
Demora de la Intersección, $=\Sigma()\Sigma (s/veh)$		317.068	
NS de la Intersección		F	

J) Modelamiento en programa Synchro 8

Para comenzar con el modelamiento primero se define el fondo de pantalla, para el presente trabajo se utilizó una imagen satelital obtenida desde Google Earth. Posteriormente, se realizó el trazado geométrico de cada una de las calles que conforman la zona de estudio, en este caso la Av. Luis Gonzáles y las que están aledañas a ella.

Ilustración 29: Trazado geométrico en Synchro



Fuente: Elaboración propia

Luego se procede a introducir los nombres de cada una de las calles que conforman la zona de estudio y los volúmenes vehiculares correspondientes a la hora pico para cada intersección teniendo en cuenta los sentidos de cada carril. Además, es importante entender que el sistema trabaja correctamente solo si el número de vehículos que ingresa es igual al que sale.

Ilustración 30: Introducción de datos correspondientes a la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

Este programa permite introducir valores según la sección que se escoja: Lane settings: cantidad de carriles por acceso, dirección y ancho de cada uno de ellos, velocidad; volume settings: volumen vehicular, cantidad de bicicletas y peatones que circulen por la zona seleccionada; timing settings: características del ciclo semafórico. Una vez ingresados todos los datos de la situación real, se obtendrá el nivel de servicio y tiempo de demora por intersección.

V. Conclusiones

1. De la medición realizada a lo largo de la Av. Luis Gonzales se obtuvieron anchos de vía entre 12m y 14m, el menor ubicado en la intersección con la calle Lora y Cordero y la mayor con la avenida Augusto B. Leguía. Ver tabla 51 “Dimensiones geométricas de las vías”.
2. Mediante observación directa y formatos del MTC se pudo determinar el nivel de congestión en la zona de estudio, el cual es alto a causa de la elevada demanda vehicular en hora punta que sobrepasa la capacidad recomendada de 1400 veh/hora. Asimismo, la velocidad con la que circulan no alcanza los 35 km/h que establece el “Manual de diseño geométrico de vías urbanas” para vías colectoras.
3. De la simulación en el software Synchro 8.0 se obtuvieron resultados desfavorables en cuanto a niveles de servicios y demoras tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 76: Situación actual

Intersección	SITUACIÓN ACTUAL	
	Nivel de servicio	Demora (s/veh)
Intersección Av. Luis Gonzáles con Av. Francisco Bolognesi	F	358
Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Manuel M. Izaga	F	147.1
Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Elías Aguirre	F	150.7
Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle San José	F	106
Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Vicente La Vega	F	113.4
Intersección Av. Luis Gonzáles con Av. Pedro Ruiz	D	50.4
Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Arica	E	69.8
Intersección Av. Luis Gonzáles con Av. Augusto B. Leguía	F	315.1

Fuente: Elaboración propia

4. De acuerdo al conteo vehicular realizado, el tramo ubicado entre las calles Arica y Manuel Pardo es el más congestionado tanto en hora punta como en hora muerta, tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tramo	Hora	Día	IMH
Entre las calles Arica y Manuel Pardo	Hora punta (12:30 a 13:30)	Sábado	2425 veh/h
	Hora muerta (07:30 a 08:30)	Lunes	1925 veh/h

5. La velocidad promedio con la cual circulan los vehículos en la Av. Luis Gonzáles es de 29 km/h, sin embargo, en las horas de mínimo y máximo congestión las velocidades promedio varían entre 19 km/h y 43 km/h respectivamente.

6. Mediante el estudio de tránsito peatonal se obtuvo que la intersección con más circulación de personas fue la Av. Luis Gonzáles con la Calle Arica con una cantidad de 1056 ciudadanos por día y, la menos transitada fue con la Calle Manuel Suarez con una cantidad de 460 ciudadanos. Ver tabla 50 “IMD peatonal”.
7. La simulación de la situación actual de la Av. Luis Gonzáles en Synchro fue la base para una evaluación de servicialidad, que me permitió plantear propuestas de solución para contrarrestar y disminuir el congestionamiento en la zona. De acuerdo a ello, las propuestas son:

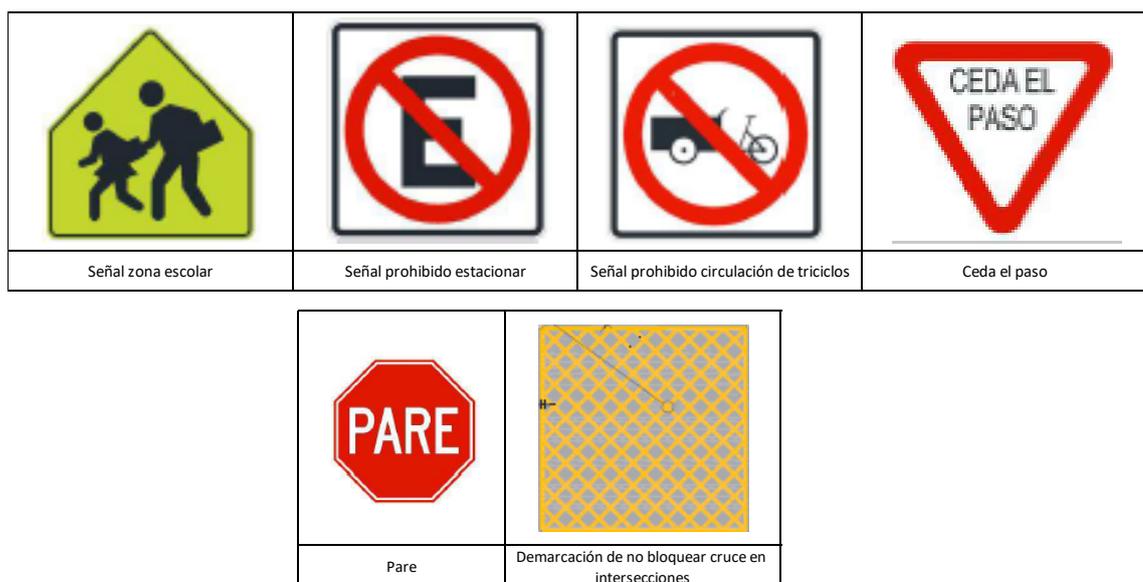
A. Señalización

Las condiciones de la señalización actual no son las adecuadas debido a su falta de visibilidad, por lo que es necesario su mantenimiento y la incorporación de señales verticales que permitan una mejorada y ordenada circulación.

• Señalización vertical

- Situación actual: Encontramos señales de prohibido estacionarse solo en algunos tramos de la Av. Luis Gonzáles.
- Situación propuesta: Incorporar más señales de prohibido estacionarse, zona escolar, prohibida la circulación de triciclos, entre otras. Tal como se muestra en las siguientes imágenes.

Ilustración 31: Señalización vertical

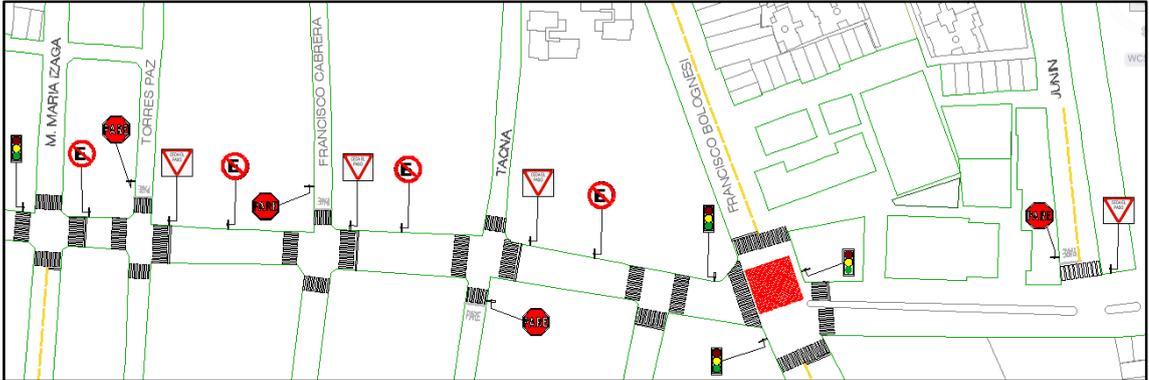


Fuente: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras [21]

- Señalización horizontal

Realizar un mantenimiento periódico a las marcas existentes en el pavimento como lo son las líneas de cruce peatonal, de carril, de estacionamiento y pare.

Ilustración 32: Señalización horizontal– Calle Junín a calle M.M.Izaga



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 33: Señalización horizontal– Calle M.M.Izaga a calle Lora y Cordero



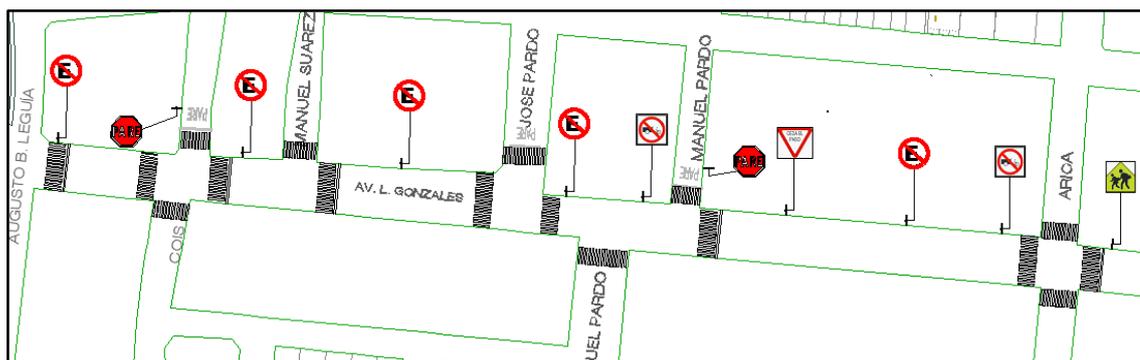
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 34: Señalización horizontal– Calle Lora y Cordero a calle Arica



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 35: Señalización horizontal– Calle Arica a Av. Augusto B. Leguía



Fuente: Elaboración propia

B. Semaforización y restricciones de estacionamiento

Es necesario optimizar los ciclos semafóricos, así como también restringir el estacionamiento obligatorio en el carril derecho en dirección de Sur a Norte, esto permitirá disminuir la congestión vehicular y las demoras. Asimismo, es importante reconocer que al plantear estas medidas en el programa con una velocidad de 35 km/h en horario pico se obtuvieron resultados favorables en cuanto a niveles de servicio y demoras tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 77: Situación actual vs. propuesta

Intersección	SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN PROPUESTA	
	Nivel de servicio	Demora (s/veh)	Nivel de servicio	Demora (s/veh)
Intersección Av. Luis Gonzáles con Av. Francisco Bolognesi	F	358	F	348
Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Manuel M. Izaga	F	147.1	D	47.6
Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Elías Aguirre	F	150.7	C	20.5
Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle San José	F	106	E	60.4
Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Vicente La Vega	F	113.4	D	37
Intersección Av. Luis Gonzáles con Av. Pedro Ruiz	D	50.4	C	24.5
Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Arica	E	69.8	C	21
Intersección Av. Luis Gonzáles con Av. Augusto B. Leguía	F	315.1	F	225

Fuente: Elaboración propia

Se comprueba que el programa Synchro permite simular los diferentes componentes de un sistema de tránsito y por consiguiente determinar su nivel de servicio. Asimismo, contribuye a la búsqueda de soluciones ante un problema tan habitual como lo es la congestión vehicular. Un ejemplo claro de ello son las mejoras obtenidas en el presente proyecto con las diferentes intersecciones que forman parte de la zona de estudio, pasando de nivel F a C en la mayoría de ellos.

C. Restricción al tránsito vehicular

- Asegurar que los vehículos que transiten por las vías de estudio tengan su documentación legal y en orden, también restringir la circulación a los que no se encuentren en óptimo funcionamiento con el fin de promover vehículos amigables con el medio ambiente.
- Incorporar la medida de “pico y palana”, el cual va a consistir en la restricción vehicular de acuerdo al último dígito de la placa:
 - Placas que terminan en número par: Lunes y Miércoles
 - Placas que terminan en número impar: Martes y Jueves

La restricción vehicular se llevará a cabo en la hora pico (12:30 a 13:30) y no será aplicable a vehículos de emergencia.

Todas aquellas personas que infrinjan a lo anteriormente establecido serán multadas.

VI. Recomendaciones

- Chiclayo es una ciudad muy conocida en el Perú, sin embargo, el problema de la congestión vehicular afecta el bienestar social y la productividad. Por ende, se recomienda desarrollar proyectos de transporte enfocados en mejorar recursos conservando las vías existentes.
- Los datos obtenidos en la presente tesis servirán como data para un análisis mucho más completo de esta problemática en el centro de Chiclayo. Por ello, se invita a los estudiantes a seguir con la misma línea de investigación para mejorar el sistema vial de nuestra ciudad.
- Se recomienda realizar un análisis detallado de la implementación de rutas alternas y todos los requerimientos necesarios para su desarrollo.
- Se recomienda implementar la señalización propuesta con un mantenimiento constante.

VII. Referencias bibliográficas

- [1 IESE Business School, «IESE Cities in Motion,» *IESE Business School*, 2019.]
- [2 M. Bull y I. Thomson, «La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales,» 2001. [En línea]. Available: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6381/1/S01060513_es.pdf.]
- [3 TomTom, «Traffic Index 2019,» 2019. [En línea]. Available: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ranking/.]
- [4 MINSA, «Situación de las lesiones causadas por accidentes de tránsito en el Perú 2° Trimestre 2019,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2019/SE24/transito.pdf>.]
- [5 D. E. Incio Zapata, «EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA CIUDAD DE CHICLAYO Y PROPUESTAS DE MEJORA,» Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo, 2014.]
- [6 La Industria EL GRAN DIARIO DEL NORTE, «Congestión vehicular afecta a Chiclayo,» 13 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.laindustriadechiclayo.pe/noticia/1568847027-congestion-vehicular-afecta-a-chiclayo>. [Último acceso: 5 Junio 2020].]
- [7 La Industria EL GRAN DIARIO DEL NORTE, «Deficiencias de señalización causa caos en Chiclayo,» 11 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.laindustriadechiclayo.pe/noticia/1568765019-deficiencias-de-senalizacion-causa-caos-en-chiclayo>. [Último acceso: 10 Junio 2020].]
- [8 INEI, «Flujo vehicular por unidades de Peaje,» Marzo 2020. [En línea]. Available: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_flujo_enero2020.pdf. [Último acceso: 20 septiembre 2020].]
- [9 La Industria EL GRAN DIARIO DEL NORTE, «Piden censo para determinar cuántos taxis deben circular,» 24 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.laindustriadechiclayo.pe/noticia/1580162667-piden-censo-para-determinar-cuantos-taxis-deben-circular>. [Último acceso: 10 Junio 2020].]
- [1 Defensoría del Pueblo, «SUPERVISIÓN DE LAS CONDICIONES DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN PUNTOS CRÍTICOS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA CIUDAD DE CHICLAYO,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2018/05/Informe-de-Adjuntia-005-2014-DP-AMASPII-SP.pdf>.]

- [1
1] M. Francois, «STUDY OF VEHICULAR TRAFFIC CONGESTION IN THE SEKONDI-TAKORADI METROPOLIS,» Universidad Kwame Nkrumah de Ciencia y Tecnología, Kumasi, 2012.
- [1
2] D. M. Ross Proaño y C. A. Villamarín Rivadeneira, «ANÁLISIS DE FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA VIAL EXISTENTE ALEDAÑO AL PARQUE “LA CAROLINA” Y PROPUESTA PARA MEJORAR LA MOVILIDAD DE LA ZONA DE ANÁLISIS,» Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Quito, 2019.
- [1
3] L. S. Ibadango López, «ESTUDIO DE TRÁFICO Y SOLUCIONES AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AV. UNIVERSITARIA (INTERSECCIONES CON BOLIVIA–SANTA ROSA), DE LA CIUDAD DE QUITO,» Universidad Central del Ecuador, Quito, 2014.
- [1
4] A. J. Campomanes Campomanes y J. M. López Olivera, «Reducción de la congestión vehicular a través de la implementación de la Ola Verde en la Av. Caminos del Inca en el tramo comprendido entre Jr. Batallón Callao Norte y Jr. Cádiz en el distrito de Surco,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2019.
- [1
5] M. A. Chuquihuaccha Mauricio y C. . J. P. Galván Aldoradin , «Propuesta de mejora de congestión vehicular usando metodología del HCM 2010 en las intersecciones de la Av. 26 de Noviembre, entre la Av. Pachacutec y la Av. Salvador Allende, en el distrito de V.M.T.,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2016.
- [1
6] J. P. Henríquez Ulloa, «PROPUESTA DE MEJORA VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS MIGUEL GRAU Y GULMAN EN LA CIUDAD DE PIURA, PIURA,» Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, 2019.
- [1
7] A. C. Maldonado Espinoza y M. d. M. Martínez Racchumí, «ESTRATEGIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA REDUCIR EL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR GENERADO POR EL TRANSPORTE INTERPROVINCIAL EN LA CIUDAD DE CHICLAYO,» Universidad Señor de Sipán, Pimentel, 2017.
- [1
8] MTC, «Reglamento Nacional de Tránsito,» 2017.
- [1
9] M. d. T. y. Comunicaciones, MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2018, Lima, 2018.
- [2
0] MTC, «Reglamento Nacional de Vehículos,» 2003.
- [2
1] M. d. T. y. Comunicaciones, «MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRANSITO AUTOMOTOR PARA CALLES Y CARRETERAS,» Lima, 2016.
- [2
2] MTC, «Norma GH. 020 Componentes de Diseño Urbano».
- [2
3] R. Cal, M. Reyes Spíndola y J. Cárdenas Grisales, INGENIERIA DE TRANSITO Fundamentos y aplicaciones, México: Alfaomega, 1994.

- [2] F. D. Fustamante Sánchez, «Estructuración del método de cálculo del IMDA
4] aplicado a proyecto de Av. Sánchez Cerro,» Universidad de Piura, Piura, 2019.
- [2] T. N. Academies, «Highway Capacity Manual 2010,» Transportation
5] Research Board, 2010.
- [2] A. P. Solano Estrada y D. A. Terrones Novoa, «APLICACIÓN DE LA
6] SIMULACIÓN MATEMÁTICA EMPLEANDO EL SOFTWARE VISSIM COMO HERRAMIENTA EN EL CONTROL DE TRÁFICO EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS CÉSAR VALLEJO CON JOSÉ MARÍA EUGUREN, DISTRITO DE TRUJILLO – LA LIBERTAD, AÑO 2017,» Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, 2017.
- [2] M. Morales Rodríguez, M. Calle Pérez, J. Dario Tovar y J. C. Cuéllar
7] Quiñonez, «Simulando con OMNET Selección de la herramienta y su utilización,» Universidad Icesi, Cali, 2013.
- [2] Boletín AMIVTAC, «Los modelos de microsimulación, una herramienta
8] clave en la planificación vial,» *VÍAS TERRESTRES*, p. 22, 2011.
- [2] M. d. P. Gallardo Figueroa y M. D. Pescoran Campos, «Análisis comparativo
9] del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido para la avenida Larco tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la ciudad de Trujillo,» UPAO, Trujillo, 2019.
- [3] Trafficware, «Synchro Studio 8 Guía del usuario,» Trafficware Ltd., 2011.
0]
- [3] M. d. T. y. Comunicaciones, «Informe de Caracterización de Tramos de Vía
1] de Alta Incidencia de Accidentes de Tránsito en el Distrito de Chiclayo,» Diciembre 2015. [En línea]. Available: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/terrestre/documentos/distritos/dist_chiclayo_chiclayo.pdf. [Último acceso: 20 Junio 2020].
- [3] The Times of India, «Bengaluru has world's worst traffic congestion, says
2] study,» 30 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://timesofindia.indiatimes.com/city/bengaluru/bengaluru-has-worlds-worst-traffic-congestion-says-study/articleshow/73753146.cms>. [Último acceso: 5 Junio 2020].
- [3] N. I. Herrera Herrera, «Sistema para la toma de decisiones en la congestión
3] vehicular de Quito (Ecuador), mediante análisis de datos sensoriales y sociales,» Universidad de Extremadura, Quito, 2019.
- [3] INEI, «Estadísticas de Seguridad Ciudadana,» 3 Junio 2020. [En línea].
4] Available: http://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_seguridad_ciudadana_1.pdf. [Último acceso: 10 Junio 2020].

VIII. Anexos

ANEXO 01: HORAS PUNTA Y MUERTA

ESTACIÓN	DÍA	HORA PUNTA		HORA MUERTA		IMH (VEH/H)	
Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Junín	A1	Lunes	659	12:30 A 13:30	596	18:30 A 19:30	673
		Martes	627	12:30 A 13:30	548	7:30 A 8:30	
		Miércoles	673	12:30 A 13:30	609	18:30 A 19:30	
		Jueves	637	17:30 A 18:30	607	8:30 A 9:30	
		Viernes	668	11:30 A 12:30	585	18:30 A 19:30	
		Sábado	647	17:30 A 18:30	606	7:30 A 8:30	
	A2	Lunes	1833	12:30 A 13:30	1472	7:30 A 8:30	1836
		Martes	1825	12:30 A 13:30	1475	8:30 A 9:30	
		Miércoles	1722	17:30 A 18:30	1467	7:30 A 8:30	
		Jueves	1754	11:30 A 12:30	1429	8:30 A 9:30	
		Viernes	1817	11:30 A 12:30	1488	7:30 A 8:30	
Sábado		1836	11:30 A 12:30	1461	8:30 A 9:30		
Intersección Av. Luis Gonzáles con Av. Francisco Bolognesi	B1	Lunes	1889	8:30 A 9:30	1642	7:30 A 8:30	2084
		Martes	1953	12:30 A 13:30	1717	7:30 A 8:30	
		Miércoles	1974	11:30 A 12:30	1678	8:30 A 9:30	
		Jueves	2077	17:30 A 18:30	1605	7:30 A 8:30	
		Viernes	2084	11:30 A 12:30	1777	7:30 A 8:30	
		Sábado	2071	12:30 A 13:30	1476	7:30 A 8:30	
	B2	Lunes	1836	12:30 A 13:30	1526	7:30 A 8:30	1853
		Martes	1813	12:30 A 13:30	1523	8:30 A 9:30	
		Miércoles	1789	8:30 A 9:30	1525	7:30 A 8:30	
		Jueves	1766	11:30 A 12:30	1481	8:30 A 9:30	
		Viernes	1834	11:30 A 12:30	1532	7:30 A 8:30	
		Sábado	1853	11:30 A 12:30	1518	8:30 A 9:30	
	B3	Lunes	1894	17:30 A 18:30	1713	7:30 A 8:30	2010
		Martes	1980	8:30 A 9:30	1756	7:30 A 8:30	
		Miércoles	1941	8:30 A 9:30	1752	11:30 A 12:30	
		Jueves	1979	17:30 A 18:30	1695	8:30 A 9:30	
		Viernes	2002	12:30 A 13:30	1614	7:30 A 8:30	
		Sábado	2010	12:30 A 13:30	1649	7:30 A 8:30	
Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Virgilio D'allorso	C1	Lunes	2200	11:30 A 12:30	1837	7:30 A 8:30	2272
		Martes	2020	11:30 A 12:30	1888	7:30 A 8:30	
		Miércoles	2125	12:30 A 13:30	1893	17:30 A 18:30	
		Jueves	2223	11:30 A 12:30	1735	7:30 A 8:30	
		Viernes	2128	12:30 A 13:30	1883	7:30 A 8:30	
		Sábado	2272	12:30 A 13:30	1883	7:30 A 8:30	
Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Tacna	D1	Lunes	923	11:30 A 12:30	755	8:30 A 9:30	967
		Martes	958	11:30 A 12:30	767	8:30 A 9:30	
		Miércoles	902	8:30 A 9:30	708	7:30 A 8:30	
		Jueves	967	8:30 A 9:30	702	7:30 A 8:30	
		Viernes	948	11:30 A 12:30	799	17:30 A 18:30	
		Sábado	961	11:30 A 12:30	734	7:30 A 8:30	
	D2	Lunes	2045	12:30 A 13:30	1842	7:30 A 8:30	2205
		Martes	1975	11:30 A 12:30	1847	7:30 A 8:30	
		Miércoles	2028	12:30 A 13:30	1845	7:30 A 8:30	
		Jueves	2156	12:30 A 13:30	1694	7:30 A 8:30	
		Viernes	2149	11:30 A 12:30	1796	7:30 A 8:30	
		Sábado	2205	12:30 A 13:30	1842	7:30 A 8:30	

Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Francisco Cabrera	E1	Lunes	209	11:30 A 12:30	161	7:30 A 8:30	233
		Martes	221	12:30 A 13:30	165	7:30 A 8:30	
		Miércoles	198	12:30 A 13:30	173	18:30 A 19:30	
		Jueves	230	17:30 A 18:30	163	7:30 A 8:30	
		Viernes	224	11:30 A 12:30	172	8:30 A 9:30	
	Sábado	233	8:30 A 9:30	161	7:30 A 8:30	2081	
	Lunes	1932	12:30 A 13:30	1793	7:30 A 8:30		
	Martes	1915	11:30 A 12:30	1774	7:30 A 8:30		
	Miércoles	1949	8:30 A 9:30	1783	7:30 A 8:30		
	Jueves	2026	12:30 A 13:30	1633	7:30 A 8:30		
Viernes	2071	11:30 A 12:30	1744	7:30 A 8:30	244		
Sábado	2081	12:30 A 13:30	1777	7:30 A 8:30			
Lunes	225	8:30 A 9:30	154	7:30 A 8:30			
Martes	219	8:30 A 9:30	174	7:30 A 8:30			
Miércoles	221	12:30 A 13:30	157	18:30 A 19:30			
Jueves	219	17:30 A 18:30	170	18:30 A 19:30	2053		
Viernes	217	12:30 A 13:30	154	7:30 A 8:30			
Sábado	244	12:30 A 13:30	154	7:30 A 8:30			
Lunes	1859	12:30 A 13:30	1747	7:30 A 8:30			
Martes	1848	11:30 A 12:30	1705	7:30 A 8:30			
Miércoles	1881	8:30 A 9:30	1735	7:30 A 8:30	1024		
Jueves	1946	12:30 A 13:30	1607	7:30 A 8:30			
Viernes	1998	11:30 A 12:30	1719	7:30 A 8:30			
Sábado	2053	12:30 A 13:30	1712	7:30 A 8:30			
Lunes	1012	12:30 A 13:30	793	7:30 A 8:30		1981	
Martes	925	8:30 A 9:30	764	7:30 A 8:30			
Miércoles	988	12:30 A 13:30	788	7:30 A 8:30			
Jueves	989	12:30 A 13:30	812	17:30 A 18:30			
Viernes	1024	11:30 A 12:30	786	7:30 A 8:30			
Sábado	1007	17:30 A 18:30	770	7:30 A 8:30	867		
Lunes	1805	12:30 A 13:30	1671	18:30 A 19:30			
Martes	1797	8:30 A 9:30	1681	7:30 A 8:30			
Miércoles	1875	8:30 A 9:30	1664	11:30 A 12:30			
Jueves	1876	12:30 A 13:30	1589	7:30 A 8:30			
Viernes	1898	11:30 A 12:30	1660	8:30 A 9:30	2030		
Sábado	1981	12:30 A 13:30	1685	7:30 A 8:30			
Lunes	861	17:30 A 18:30	662	7:30 A 8:30			
Martes	855	11:30 A 12:30	625	7:30 A 8:30			
Miércoles	819	12:30 A 13:30	688	18:30 A 19:30			
Jueves	817	17:30 A 18:30	609	7:30 A 8:30	694		
Viernes	798	17:30 A 18:30	596	7:30 A 8:30			
Sábado	867	11:30 A 12:30	595	7:30 A 8:30			
Lunes	1869	12:30 A 13:30	1675	18:30 A 19:30			
Martes	1833	8:30 A 9:30	1612	18:30 A 19:30			
Miércoles	1931	8:30 A 9:30	1618	18:30 A 19:30	2142		
Jueves	1926	12:30 A 13:30	1674	11:30 A 12:30			
Viernes	1884	11:30 A 12:30	1588	18:30 A 19:30			
Sábado	2030	12:30 A 13:30	1609	11:30 A 12:30			
Lunes	683	12:30 A 13:30	481	7:30 A 8:30		694	
Martes	653	12:30 A 13:30	540	7:30 A 8:30			
Miércoles	609	12:30 A 13:30	533	18:30 A 19:30			
Jueves	645	18:30 A 19:30	485	7:30 A 8:30			
Viernes	626	17:30 A 18:30	475	7:30 A 8:30			
Sábado	694	12:30 A 13:30	460	7:30 A 8:30	2142		
Lunes	1997	12:30 A 13:30	1765	11:30 A 12:30			
Martes	1945	8:30 A 9:30	1738	18:30 A 19:30			
Miércoles	2042	8:30 A 9:30	1692	11:30 A 12:30			
Jueves	2037	12:30 A 13:30	1781	11:30 A 12:30			
Viernes	2006	11:30 A 12:30	1684	18:30 A 19:30	2142		
Sábado	2142	12:30 A 13:30	1722	17:30 A 18:30			

Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Vicente La Vega	J1	Lunes	839	12:30 A 13:30	722	7:30 A 8:30	879
		Martes	821	17:30 A 18:30	712	7:30 A 8:30	
		Miércoles	828	17:30 A 18:30	740	8:30 A 9:30	
		Jueves	797	12:30 A 13:30	751	7:30 A 8:30	
		Viernes	873	12:30 A 13:30	720	7:30 A 8:30	
	Sábado	879	12:30 A 13:30	727	7:30 A 8:30	2132	
	Lunes	1990	12:30 A 13:30	1704	11:30 A 12:30		
	Martes	1921	8:30 A 9:30	1703	18:30 A 19:30		
	Miércoles	2006	8:30 A 9:30	1672	18:30 A 19:30		
	Jueves	1947	12:30 A 13:30	1709	11:30 A 12:30		
Viernes	1962	11:30 A 12:30	1630	18:30 A 19:30	731		
Sábado	2132	12:30 A 13:30	1701	17:30 A 18:30			
Lunes	698	12:30 A 13:30	596	7:30 A 8:30			
Martes	662	11:30 A 12:30	591	7:30 A 8:30			
Miércoles	704	11:30 A 12:30	585	7:30 A 8:30			
Jueves	659	18:30 A 19:30	564	7:30 A 8:30	2248		
Viernes	731	12:30 A 13:30	589	7:30 A 8:30			
Sábado	689	12:30 A 13:30	567	7:30 A 8:30			
Lunes	2098	12:30 A 13:30	1788	8:30 A 9:30			
Martes	1975	8:30 A 9:30	1810	7:30 A 8:30			
Miércoles	2069	8:30 A 9:30	1791	11:30 A 12:30	663		
Jueves	2030	12:30 A 13:30	1793	8:30 A 9:30			
Viernes	2046	11:30 A 12:30	1798	18:30 A 19:30			
Sábado	2248	12:30 A 13:30	1798	8:30 A 9:30			
Lunes	663	8:30 A 9:30	490	7:30 A 8:30		2218	
Martes	620	17:30 A 18:30	467	7:30 A 8:30			
Miércoles	654	17:30 A 18:30	482	7:30 A 8:30			
Jueves	605	12:30 A 13:30	489	7:30 A 8:30			
Viernes	656	8:30 A 9:30	491	7:30 A 8:30			
Sábado	660	17:30 A 18:30	493	7:30 A 8:30	2107		
Lunes	2068	12:30 A 13:30	1754	11:30 A 12:30			
Martes	1879	8:30 A 9:30	1741	7:30 A 8:30			
Miércoles	2008	8:30 A 9:30	1764	11:30 A 12:30			
Jueves	2007	17:30 A 18:30	1752	7:30 A 8:30			
Viernes	2012	11:30 A 12:30	1777	18:30 A 19:30	1189		
Sábado	2218	12:30 A 13:30	1767	7:30 A 8:30			
Lunes	1942	12:30 A 13:30	1645	11:30 A 12:30			
Martes	1748	8:30 A 9:30	1617	7:30 A 8:30			
Miércoles	1864	8:30 A 9:30	1641	11:30 A 12:30			
Jueves	1928	17:30 A 18:30	1645	7:30 A 8:30	2042		
Viernes	1892	11:30 A 12:30	1650	18:30 A 19:30			
Sábado	2107	12:30 A 13:30	1660	7:30 A 8:30			
Lunes	1161	17:30 A 18:30	1087	8:30 A 9:30			
Martes	1144	11:30 A 12:30	1085	7:30 A 8:30			
Miércoles	1105	17:30 A 18:30	971	7:30 A 8:30	2042		
Jueves	1146	12:30 A 13:30	1084	8:30 A 9:30			
Viernes	1174	18:30 A 19:30	1083	7:30 A 8:30			
Sábado	1189	17:30 A 18:30	1082	7:30 A 8:30			
Lunes	1810	12:30 A 13:30	1596	7:30 A 8:30			
Martes	1684	8:30 A 9:30	1562	7:30 A 8:30	2042		
Miércoles	1800	8:30 A 9:30	1572	18:30 A 19:30			
Jueves	1826	17:30 A 18:30	1567	8:30 A 9:30			
Viernes	1834	11:30 A 12:30	1577	18:30 A 19:30			
Sábado	2042	12:30 A 13:30	1594	7:30 A 8:30			

ANEXO 02:
AFORO PEATONAL

INTERSECCIÓN	IMD PEATONAL
Av. Luis Gonzáles con Calle Junín	1004
Av. Luis Gonzáles con Av. Francisco Bolognesi	966
Av. Luis Gonzáles con calle Virgilio D'allorso	690
Av. Luis Gonzáles con calle Tacna	697
Av. Luis Gonzáles con calle Francisco Cabrera	894
Av. Luis Gonzáles con calle Torres Paz	891
Av. Luis Gonzáles con calle Manuel M. Izaga	895
Av. Luis Gonzáles con calle Elías Aguirre	956
Av. Luis Gonzáles con calle San José	981
Av. Luis Gonzáles con calle Vicente de La Vega	1026
Av. Luis Gonzáles con calle Lora y Cordero	981
Av. Luis Gonzáles con calle Leoncio Prado	965
Av. Luis Gonzáles con calle Diego Ferré	949
Av. Luis Gonzáles con Av. Pedro Ruiz	1035
Av. Luis Gonzáles con calle Arica	1056
Av. Luis Gonzáles con calle Manuel Pardo	813
Av. Luis Gonzáles con calle José Pardo	469
Av. Luis Gonzáles con calle Manuel Suarez	460
Av. Luis Gonzáles con calle Cois	575
Av. Luis Gonzáles con Av. Augusto B. Leguía	852

**ANEXO 03:
RESULTADOS CON
SYNCHRO**

- Situación actual



Para la Intersección Av. Luis Gonzáles con Av. Francisco Bolognesi

NODE SETTINGS	
Node #	1
Zone:	
X East (m):	1817.1
Y North (m):	-65.0
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Actd-Coord
Cycle Length (s):	74.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	74.0
Natural Cycle(s):	100.0
Max v/c Ratio:	2.25
Intersection Delay (s):	358.0
Intersection LOS:	F
ICU:	1.56
ICU LOS:	H
Offset (s) :	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	8 - WBTL
Master Intersection:	<input checked="" type="checkbox"/>
Yield Point:	Single
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>

Para la Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Izaga

NODE SETTINGS	
Node #	1
Zone:	
X East (m):	1485.0
Y North (m):	-33.0
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Actd-Coord
Cycle Length (s):	75.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	75.0
Natural Cycle(s):	110.0
Max v/c Ratio:	1.30
Intersection Delay (s):	147.1
Intersection LOS:	F
ICU:	1.01
ICU LOS:	G
Offset (s) :	59.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	8 - WBTL
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>
Yield Point:	Single
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>

Para la Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Vicente De La Vega



Para la Intersección Av. Luis Gonzáles con Calle Arica



ANEXO 04: PANEL FOTOGRAFICO

Medición de las dimensiones geométricas de la vía

Intersección Av. Leguía – Av. Luis Gonzáles



Intersección Av. Pedro Ruiz – Av. Luis Gonzáles



Intersección Calle Leoncio Prado – Av. Luis Gonzáles



Intersección Av. Bolognesi – Av. Luis Gonzáles



Intersección Calle Arica – Av. Luis Gonzáles



Situación actual de la zona de estudio

Paradero informal de combis al frente del colegio Manuel Pardo



Ambulantes cerca al Mercado Modelo



Tránsito en la Av. Luis Gonzáles



ANEXO 05:
DOCUMENTOS DE
AUTORIZACIÓN

Solicitud a la municipalidad



"Año de la Universalización de la Salud"

Chiclayo, 02 de noviembre de 2020

Señor:
Marcos Gasco Arrobas
Alcalde Provincial de Chiclayo
Atención: Gerencia de Infraestructura

Estimado alcalde:

Yo María Fernanda Coronado Malca, con DNI N° 74024942, domicilio en Progreso #229 - El Porvenir, distrito de Chiclayo y con celular 947403116. Me dirijo a usted para saludarlo y manifestarle lo siguiente:

Que siendo estudiante de 9vo ciclo de la carrera de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo – USAT, desarrollando el proyecto de tesis denominado: **"EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZÁLES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"** acudo a Ud. para solicitar a quien convenga me expida una **CONSTANCIA** donde se indique que el mencionado proyecto no cuenta con un código SNIP, ni se encuentre en el Banco de Proyectos de la Municipalidad Provincial de Chiclayo.

Por lo expuesto

Suplico a usted Señor alcalde acceder a mi solicitud.

Atte.

M. Coronado Malca

Estudiante de la escuela de Ingeniería Civil y Ambiental-USAT

DNI N° 74024942

Constancia por parte de la Municipalidad Provincial de Chiclayo



Municipalidad Provincial de Chiclayo
Gerencia de Infraestructura Pública
Sub Gerencia de Estudios y Proyectos

Reg: 790852
Exp: 397233

“Año de la Universalización de la Salud”

Chiclayo, 06 de Noviembre del 2020.

CARTA N° 276 -2020-MPCH-SGEP.

Srta.

MARIA FERNANDA CORONADO MALCA.

*Estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil Ambiental.
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.*

Ciudad.-

ASUNTO : COMUNICA LA NO EXISTENCIA DE PROYECTO:
“EVALUACION Y PROPUESTA DE SOLUCION AL
CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS
GONZALES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE 2020”.

REF. : SOLICITUD SIMPLE (788404 / 397233)

De mi consideración:

Me dirijo a Ud. expresando mi cordial saludo a nombre de la **Sub Gerencia de Estudios y Proyectos**, y a la vez en atención al documento de la referencia, hago de su conocimiento que en esta Sub Gerencia no existe ningún Proyecto denominado: **“EVALUACION Y PROPUESTA DE SOLUCION AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA AVENIDA LUIS GONZALES, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE 2020”**, ni ha sido parte de otras investigaciones y no se encuentra registrado en el Banco de Proyectos de esta Entidad.

Sin otro particular, me suscribo de Ud., reiterándole las muestras de mi especial consideración y estima.

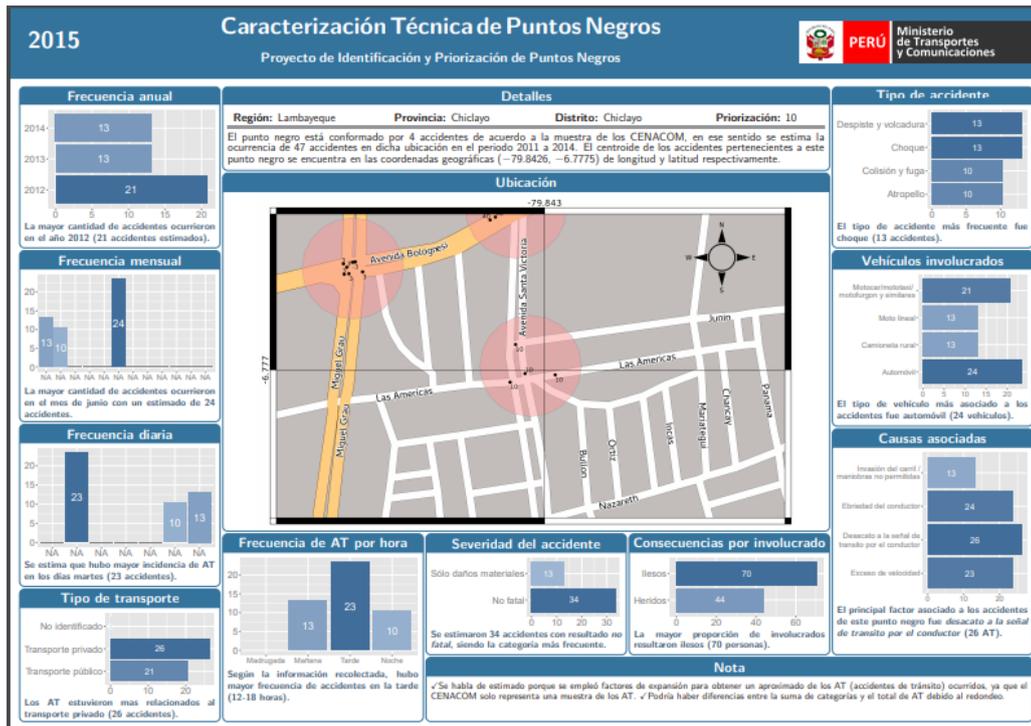
Atentamente,

 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHICLAYO

ING. LEIDY ELIZABETH SÁNCHEZ CAMPOS
SUBGERENTE DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

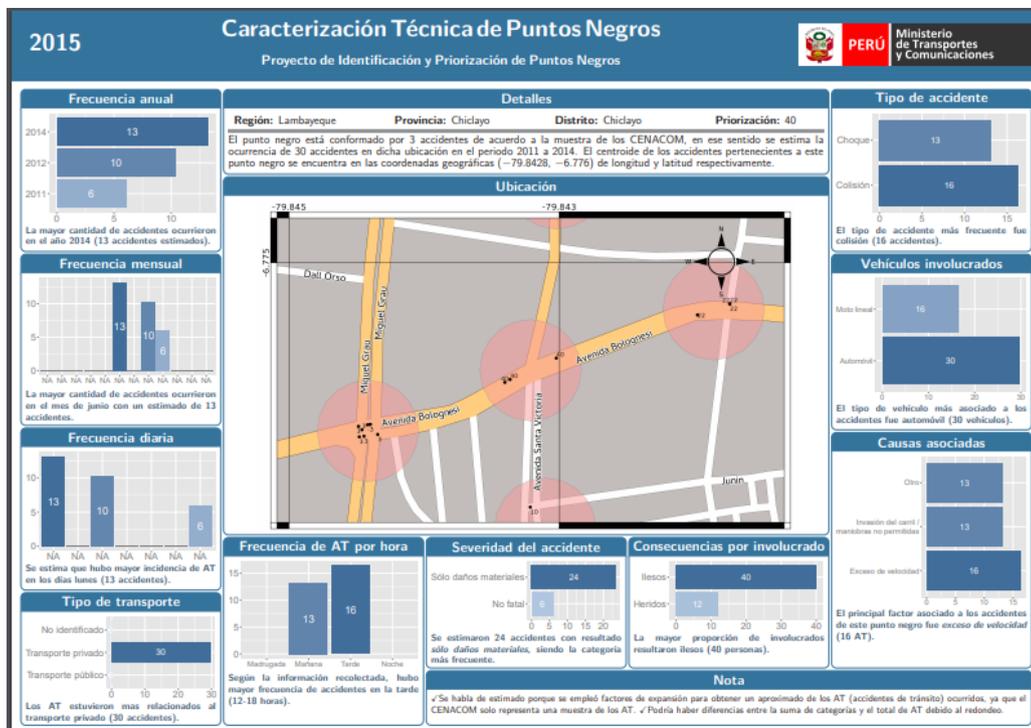
c.c.
- Archivo.

ANEXO 06:
REGISTRO DE
ACCIDENTES DE
TRÁNSITO

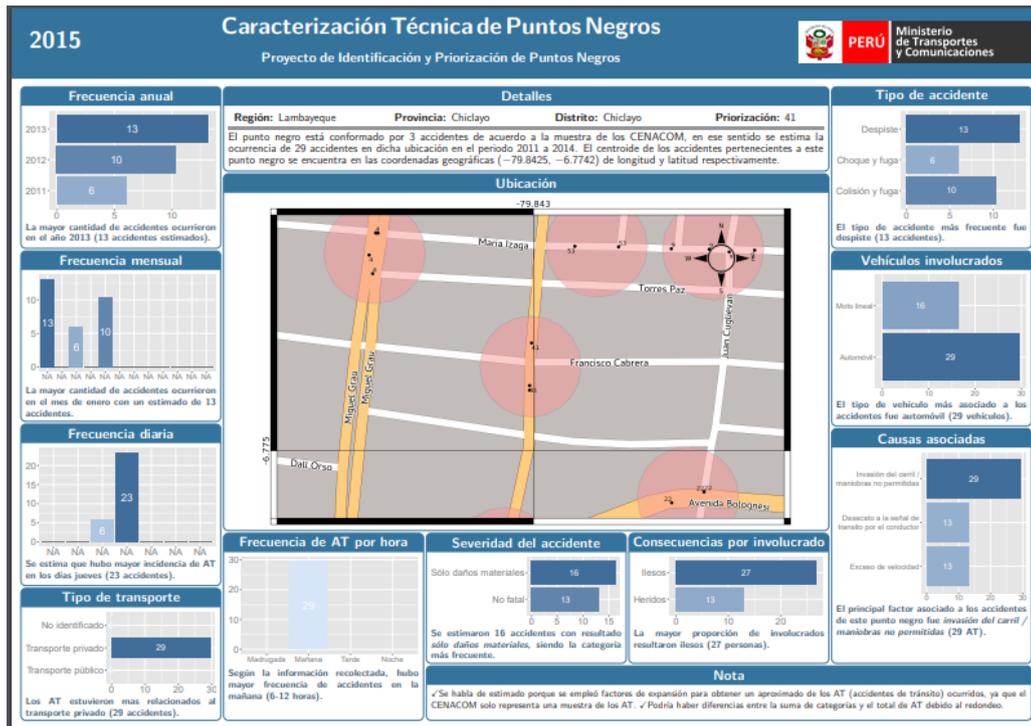


Puntos negros de la intersección: Av. Luis Gonzáles y Calle Junín

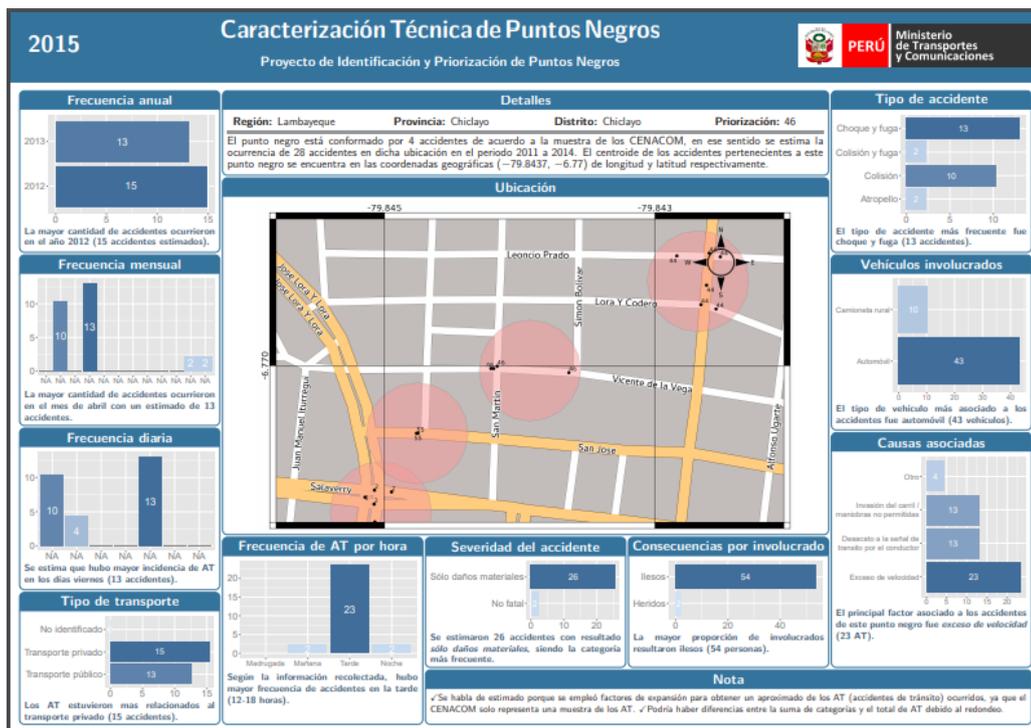
Fuente: Informe de Caracterización de Tramos de Vía de Alta Incidencia de Accidentes de Tránsito en el Distrito de Chiclayo



Puntos negros de la intersección: Av. Luis Gonzales y Bolognesi



Puntos negros de la intersección: Av. Luis Gonzales y Francisco Cabrera



Puntos negros de la intersección: Av. Luis Gonzales y Calle Leoncio Prado y Lora y Cordero