

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Estudio de seguridad vial y peatonal en las intersecciones de la Avenida
Progreso, distrito de Castilla – Piura, 2022**

Línea de Investigación: Ingeniería de Transportes

Sub línea de investigación: Transportes

Autores:

García Calle, Gianella Luciana
Huaches Montero, Diana Catherine

Jurado Evaluador:

Presidente : Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward
Secretario : Velásquez Díaz, Gilberto Anaximandro
Vocal : Cancino Rodas, Cesar Leonidas

Asesor:

Burgos Sarmiento, Tito Alfredo
Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2143-1566>

PIURA - PERU

2023

Fecha de Sustentación: 2023/11/06

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Estudio de seguridad vial y peatonal en las intersecciones de la Avenida
Progreso, distrito de Castilla – Piura, 2022**

Línea de Investigación: Ingeniería de Transportes

Sub línea de investigación: Transportes

Autores:

García Calle, Gianella Luciana
Huaches Montero, Diana Catherine

Jurado Evaluador:

Presidente : Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward
Secretario : Velásquez Díaz, Gilberto Anaximandro
Vocal : Cancino Rodas, Cesar Leonidas

Asesor:

Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2143-1566>

PIURA - PERU

2023

Fecha de Sustentación: 2023/11/06

Estudio de seguridad vial y peatonal en las intersecciones de la Avenida Progreso, distrito de Castilla – Piura, 2022

ORIGINALITY REPORT

14%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	hdl.handle.net Internet Source	9%
2	repositorio.upao.edu.pe Internet Source	2%
3	repositorio.upt.edu.pe Internet Source	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	1%
5	qdoc.tips Internet Source	1%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography Off



DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Tito Alfredo Burgos Sarmiento, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “ Estudio de seguridad vial y peatonal en las intersecciones de la Avenida Progreso, distrito de Castilla, Piura - 2022 ”, del (los) autor (es) Gianella Luciana Garcia Calle y Diana Catherine Huaches Montero, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 14%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 25 de octubre del 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis “ Estudio de seguridad vial y peatonal en las intersecciones de la Avenida Progreso distrito de Castilla, Piura - 2022 ”, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.


.....
García Calle, Gianella Luciana
DNI: 72181059


.....
Huaches Montero, Diana Catherine
DNI: 73375804


.....
Burgos Sarmiento, Tito Alfredo
DNI: 42141206
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2143-1566>



**“ESTUDIO DE LA SEGURIDAD VIAL Y PEATONAL DE LAS
INTERSECCIONES DE LA AVENIDA PROGRESO- DISTRITO DE CASTILLA -
PIURA”**

JURADO CALIFICADOR

Mg. Ing. Juan Paul Edward Henríquez Ulloa
Presidente
N° C.I.P.: 118101

Mg. Ing. Gilberto Anaximandro Velásquez Díaz
Secretario
N° C.I.P.: 29040

Mg. Ing. Cesar Leonidas Cancino Rodas
Vocal
N° C.I.P.: 77103

Mg. Ing. Tito Alfredo Burgos Sarmiento
Asesor
N° C.I.P.: 82596

DEDICATORIA

A Dios quien guía el derrotero de mi vida y permite el logro de mis objetivos. A mis padres por ser mi pilar fundamental, esta tesis está dedicada al esfuerzo por brindarme una educación de calidad. A mis hermanos por su amor y mis sobrinos que son alegría de la familia y mi mayor motivación.

Br. García Calle, Gianella Luciana.

A Dios por ser mi motor y centro de vida.
A la memoria de mi abuela Ana María Ramírez Távara, por enseñarme buenos valores, porque sé que este momento hubiera sido tan especial para ella como lo es para mí y porque su ejemplo me mantuvo soñando cuando quise rendirme.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A mi pequeña sobrina Luciana, por ser la alegría de mi hogar y mi compañera de vida todo este tiempo.

Br. Huaches Montero, Diana Catherine.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por siempre cuidar de mí y de las personas más importantes en mi vida, porque sin ello no hubiese podido llegar donde estoy.

A mis padres Jorge y Dilna, por ser mi ejemplo de perseverancia, por siempre apoyarme y motivarme en crecer como profesional y cumplir mis objetivos, este logro es tan mío como suyo.

A mis familiares por cada palabra de aliento y apoyo brindado.

A mis amistades y quienes me estiman, por su motivación constante, que siempre pude contar con ellos para un consejo y ayuda en el proceso de la realización de este informe de tesis.

A mi compañera de universidad y de tesis, Diana, por su paciencia y comprensión en momentos de mucha duda, gracias por ser mi fiel amiga.

Br. García Calle, Gianella Luciana.

A Dios y a la Virgen Santísima por la vida y por cuidar de mí y mi familia y permitirme llegar a donde estoy, por su sabiduría y sus oportunidades

A mis padres, Frederick y Ana María, por ser el pilar más importante en mi vida y demostrarme siempre su amor, cariño y apoyo incondicional para lograr culminar con éxito mi carrera profesional.

A mis hermanos, por alentarme a ser mejor y preocuparse por su hermana menor.

A mis tías, tíos y padrinos, por su apoyo y motivación constante, motor que ha contribuido a mi desarrollo personal y profesional.

A Gianella mi compañera fiel de Universidad, de tesis y ahora de corazón y vida.

Br. Huaches Montero, Diana Catherine.

RESUMEN

La población y el parque automotor aumentan año tras año, por lo que los estudios existentes no son precisos para resolver los nuevos problemas viales y satisfacer las necesidades de las personas y su seguridad.

La presente tesis denominada: “ESTUDIO DE LA SEGURIDAD VIAL Y PEATONAL DE LAS INTERSECCIONES DE LA AVENIDA PROGRESO- DISTRITO DE CASTILLA - PIURA” fue desarrollada con el objetivo de determinar el estudio vial de dichas intersecciones de modo que, permita beneficiar a los pobladores, conductores y peatones del distrito de Castilla, departamento de Piura. Uno de los problemas más graves y con mayor urgencia a resolver, es el caos vehicular originado por la carencia de una cultura de seguridad vial y de la señalización y semaforización respectiva. Caos generador de consecuencias como, el aumento del índice de mortalidad por accidentes de tránsito, contaminación ambiental, contaminación sonora y pérdida económica debido al tiempo utilizado en el traslado de la población a sus viviendas, centro de labores, escuelas, etc.

Esta investigación se realizó de acuerdo al “Manual de Seguridad Vial 2017”, “Manual de dispositivos de control de tránsito 2016” y la Metodología del “Highway Capacity Manual 2010” (HCM), con la finalidad de proponer el rediseño accesible e inclusivo de la intersección en estudio y lograr mitigar los problemas existentes.

Palabras claves: accidentes de tránsito, intersección vial, semaforización, señalización vial, transitabilidad vial, transitabilidad peatonal

ABSTRACT

The population and the vehicle fleet increase year after year, so existing studies are not accurate to solve the new road problems and meet the needs of people and their safety.

This thesis called: "STUDY OF ROAD AND PEDESTRIAN SAFETY OF THE INTERSECTIONS OF AVENIDA PROGRESO- DISTRICT OF CASTILLA - PIURA" was developed with the aim of determining the road study of these intersections so that it allows to benefit the inhabitants, drivers and pedestrians of the district of Castilla, department of Piura. One of the most serious and urgent problems to be solved is the vehicular chaos caused by the lack of a culture of road safety and the respective signaling and traffic lights. Chaos generating consequences such as the increase in the mortality rate due to traffic accidents, environmental pollution, noise pollution and economic loss due to the time used in the transfer of the population to their homes, work center, schools, etc.

This research was carried out according to the "Road Safety Manual 2017", "Manual of traffic control devices 2016" and the Methodology of the "Highway Capacity Manual 2010" (HCM), in order to propose the accessible and inclusive redesign of the intersection under study and mitigate existing problems.

Keywords: traffic accidents, road intersection, traffic lights, road signs, road traffic, pedestrian traffic

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumpliendo con los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, ponemos a su disposición nuestra tesis titulada “**ESTUDIO DE LA SEGURIDAD VIAL Y PEATONAL DE LAS INTERSECCIONES DE LA AVENIDA PROGRESO- DISTRITO DE CASTILLA - PIURA**”, con el propósito de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Por tanto, ponemos a su disposición el presente trabajo de investigación, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen, no sin antes agradecer su gentil atención al mismo.

Atentamente,

Br. Garcia Calle, Gianella Luciana

Br. Huaches Montero, Diana C.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de investigación	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Justificación del estudio	3
II. MARCO DE REFERENCIA.....	5
2.1. Antecedentes del estudio	5
2.2. Marco teórico	7
2.2.1. Seguridad Vial.....	7
2.2.2. Señalización Vial.....	8
2.2.3. Señalización vial peatonal.....	19
2.2.4. Semáforos.....	22
2.2.5. Intersecciones Viales	25
2.2.6. Vehículo de diseño.....	29
2.2.7. Desplazamiento Peatonal y nivel de servicio	31
2.2.8. Método de Aforo.....	39
2.2.9. Highway Capacity Manual 2010.....	41
2.2.10. Capacidad en vías con metodología HCM 2010.....	44
2.2.11. El software SYNCHRO 8.0 para análisis de la capacidad.....	50
2.3. Marco Conceptual	51
2.3.1. Calzada o pista	51
2.3.2. Capacidad	51
2.3.3. Carril.....	51
2.3.4. Dispositivos de control de tránsito.....	52
2.3.5. Flujo de tránsito.....	52
2.3.6. HCM 2010	52
2.3.7. Marcas en el pavimento	52
2.3.8. Nivel de servicio	52
2.3.9. Seguridad vial	52
2.3.10. Señalización vial.....	52
2.3.11. Tránsito.....	53
2.3.12. Vía pública	53
2.3.13. Volumen de servicio.....	53

2.3.14. Volumen de tránsito.....	53
2.4. Sistema de hipótesis	53
2.4.1. Variables e indicadores.....	53
III. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	55
3.1. Tipo y nivel de investigación	55
3.1.1. Investigación Descriptiva.....	55
3.2. Población y muestra de estudio	55
3.2.1. Población	55
3.2.2. Muestra	55
3.3. Diseño de investigación	55
3.4. Técnicas e Instrumentos de investigación	55
3.5. Procesamiento y Análisis de Datos.....	56
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	58
4.1. Análisis e interpretación de resultados.....	58
4.1.1. Ubicación del Proyecto.....	58
4.1.2. Levantamiento de Sitio.....	58
4.1.3. Gabinete.....	59
4.1.4. Intersección SemafORIZADA: Av. Progreso con Av. Junín.....	60
4.1.5. Intersección SemafORIZADA: Av. Progreso con Av. Córpac.....	73
4.1.6. Intersección SemafORIZADA: Av. Progreso con Av. Jorge Chávez ...	86
4.1.7. Intersección SemafORIZADA: Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión	100
4.1.8. Intersección SemafORIZADA: Av. Progreso con Av. Las Flores.....	113
4.1.9. Nivel de Servicio peatonal en intersección de Av. Progreso con Av. Junín.....	126
4.1.10. Nivel de Servicio peatonal en intersección de Av. Progreso con Av. Córpac.....	127
4.1.11. Nivel de Servicio peatonal en intersección de Av. Progreso con Av. Jorge Chávez	129
4.1.12. Nivel de Servicio peatonal en intersección de Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.....	131
4.1.13. Nivel de Servicio peatonal en intersección de Av. Progreso con Av. Las Flores.....	132
4.2. Propuestas de Mejora	134
4.2.1. Propuesta de Mejora de Fases Semafóricas	134
4.2.2. Simulación real con Synchro.....	140
4.2.3. Propuesta de Señalización Vertical y Horizontal.....	153

4.2.4. Propuesta de Instalación de paraderos en la Av. Progreso	156
4.2.5. Barrera de seguridad vial de concreto tipo New Jersey	157
4.2.6. Control del estacionamiento.....	158
4.2.7. Prohibición de carteles de comercio	158
4.3. Docimasia de hipótesis	158
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	159
5.1. Secciones geométricas de las intersecciones en estudio	159
5.2. Estudio del tráfico vehicular en intersecciones	162
5.3. Clasificación del flujo de vehículos de acuerdo a su tipología	164
5.4. Nivel de Servicio Vial en intersecciones de estudio	164
5.5. Seguridad peatonal	165
VI. CONCLUSIONES	166
VII. RECOMENDACIONES	168
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	169
IX. ANEXOS	169

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Tipos de señales verticales	10
Tabla 2:	Tipo de peatón de acuerdo a su desplazamiento	32
Tabla 3:	Niveles de servicio peatonal.....	35
Tabla 4:	Parámetros de los datos de entrada.....	42
Tabla 5:	Niveles de servicio en intersecciones señalizadas	45
Tabla 6:	Operacionalización de Variable Independiente	54
Tabla 7:	Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos del trabajo de investigación.....	56
Tabla 8:	Aforo Vehicular: Av. Progreso con Av. Junín desde el día lunes a sábado del mes de agosto del año 2022.....	61
Tabla 9:	Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (06:00p.m – 06:15 p.m)	62
Tabla 10:	Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (06:15p.m – 06:30 p.m)	62
Tabla 11:	Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (06:30p.m – 06:45 p.m)	63
Tabla 12:	Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (06:45p.m – 07:00 p.m)	63
Tabla 13:	Medida de calzada en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín	65
Tabla 14:	Características viales en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín.....	67
Tabla 15:	Capacidad vehicular real en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín.....	70
Tabla 16:	Total de vehículos por giro de la intersección Av. Progreso con Av. Junín.....	71
Tabla 17:	Nivel de servicio en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín.	72
Tabla 18:	Aforo Vehicular: Av. Progreso con Av. Córpac desde el día lunes 08 al sábado 13 de agosto del año 2022.....	73
Tabla 19:	Aforo Vehicular–Día lunes 08 de agosto (07:00a.m – 07:15a.m).....	74
Tabla 20:	Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (07:15a.m – 07:30 a.m.)	75
Tabla 21:	Aforo Vehicular – Día lunes 8 de agosto (7:30a.m – 7:45 a.m.)	76
Tabla 22:	Aforo Vehicular – Día lunes 8 de agosto (7:45a.m – 8:00 a.m.)	76
Tabla 23:	Medida de calzada en la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac.....	78
Tabla 24:	Características viales en la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac.....	80
Tabla 25:	Capacidad vehicular real en la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac.....	84

Tabla 26: Total de vehículos por giro de la intersección Av. Progreso con Av. Córpac.....	84
Tabla 27: Medida de calzada en la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac.....	85
Tabla 28: Aforo Vehicular: Av. Progreso con Av. Jorge Chávez desde el día lunes a sábado del mes de agosto del año 2022.	87
Tabla 29: Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (08:00a.m – 08:15 a.m)	88
Tabla 30: Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (08:15a.m – 08:30 a.m)	88
Tabla 31: Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (08:30 a.m – 08:45 a.m)	89
Tabla 32: Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (08:45a.m – 09:00 a.m)	89
Tabla 33: Medida de calzada en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez	92
Tabla 34: Características viales en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez	94
Tabla 35: Capacidad vehicular real en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez	97
Tabla 36: Total de vehículos por giro de la intersección Av. Progreso con Av. Jorge Chávez.	98
Tabla 37: Capacidad vehicular real en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez	99
Tabla 38: Aforo Vehicular: Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión desde el día lunes a sábado del mes de agosto del año 2022.	101
Tabla 39: Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (08:00a.m – 08:15 a.m) ...	102
Tabla 40: Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (08:15 a.m – 08:30 a.m) ..	102
Tabla 41: Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (08:30a.m – 08:45 a.m) ...	103
Tabla 42: Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (08:45a.m – 09:00 a.m) ...	103
Tabla 43: Medida de calzada en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.....	105
Tabla 44: Características viales en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.....	107
Tabla 45: Capacidad vehicular real en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.....	110
Tabla 46: Total de vehículos por giro de la intersección Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.....	111
Tabla 47: Capacidad vehicular real en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.....	112
Tabla 48: Aforo Vehicular: Av. Progreso con Av. Las Flores desde el día lunes 08 al sábado 13 de agosto del año 2022.....	114

Tabla 49: Aforo Vehicular – Día miércoles 10 de agosto (07:00 a.m – 07:15 a.m.)	115
Tabla 50: Aforo Vehicular – Día miércoles 10 de agosto (07:15 a.m – 07:30 a.m.)	115
Tabla 51: Aforo Vehicular – Día miércoles 10 de agosto (7:30 a.m – 7:45 a.m.)	116
Tabla 52: Aforo Vehicular – Día miércoles 10 de agosto (7:45 a.m – 8:00 a.m.)	116
Tabla 53: Medida de calzada en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores.....	118
Tabla 54: Características viales en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores.....	120
Tabla 55: Capacidad vehicular real en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores.....	123
Tabla 56: Total de vehículos por giro de la intersección Av. Progreso con Av. Las Flores.....	123
Tabla 57: Medida de calzada en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores.....	125
Tabla 58: Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo peatonal en la intersección de Av. Progreso con Av. Junín.	126
Tabla 59: Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo peatonal en la intersección de Av. Progreso con Av. Córpac.....	128
Tabla 60: Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo peatonal en la intersección de Av. Progreso con Av. Jorge Chávez.	130
Tabla 61: Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo peatonal en la intersección de Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.	131
Tabla 62: Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo peatonal en la intersección de Av. Progreso con Av. Las Flores.	133
Tabla 63: Comparación entre la Demora Actual y la Demora propuesta en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín.	135
Tabla 64: Comparación entre la Demora Actual y la Demora propuesta en la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac.....	136
Tabla 65: Comparación entre la Demora Actual y la Demora propuesta en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez.	137
Tabla 66: Comparación entre la Demora Actual y la Demora propuesta en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.	138
Tabla 67: Comparación entre la Demora Actual y la Demora propuesta en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.	138
Tabla 68: Propuesta de señalización horizontal.....	152

Tabla 69: Medida de geometría vial y peatonal de la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín	160
Tabla 70: Medida de la geometría vial y peatonal de la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac	160
Tabla 71: Medida de la geometría vial y peatonal de la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez	161
Tabla 72: Medida de la geometría vial y peatonal de la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión	161
Tabla 73: Medida de la geometría vial y peatonal de la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores	162

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Medidas de señal vertical en zona urbana.....	9
Figura 2: Ejemplo de señales verticales preventivas.....	11
Figura 3: Ejemplo de señales verticales restrictivas	11
Figura 4: Señales verticales informativas	11
Figura 5: Ejemplos de líneas de borde de calzada	12
Figura 6: Ejemplos de líneas de bordes de calzada en una vía	14
Figura 7: Ejemplo de línea central discontinua de calzada en una vía	15
Figura 8: Ejemplo de líneas combinadas de calzada en una vía	16
Figura 9: Dimensiones de símbolo “Ceda el Paso”	17
Figura 10: Ejemplo de símbolos de giro en vía.....	17
Figura 11: Ejemplo de demarcaciones horizontales de palabras en intersección	18
Figura 12: Ejemplo de demarcación de líneas de cruce peatonal en pavimento..	18
Figura 13: Dimensión de una demarcación “zona escolar” en la vía	19
Figura 14: Señalización horizontal y vertical en zona escolar	20
Figura 15: Configuración de caras de semáforos	21
Figura 16: Soporte de semáforo tipo ménsula.....	23
Figura 17: Diferentes tipos de intersección a nivel	24
Figura 18. Variedad de tipos de intersección a nivel según su geometría.....	26
Figura 19. Alturas en cuanto a visibilidad en vehículo ligero	27
Figura 20. Alturas en cuanto a visibilidad en vehículo pesado	30
Figura 21. Clasificación de usuarios vulnerables.....	31
Figura 22. Contraste del campo visual entre un adulto y niño	33
Figura 23: Combinaciones de movimiento en una esquina	34
Figura 24: Factores para el valor del nivel de servicio peatonal	36
Figura 25: Metodología para intersección señalizada	40
Figura 26: Factor de anchura	41
Figura 27: Factor de vehículos clasificación pesados	47
Figura 28: Factor de inclinación.....	47
Figura 29: Factor de estacionamiento	48
Figura 30: Factor de zona urbana	48
Figura 31: Factor de paradas de autobús.....	49
Figura 32: Factor de giros a la derecha.....	49
Figura 33: Factor de giros a la izquierda	49

Figura 34: Señalización horizontal en intersección de Av. Progreso con Av. Junín.....	50
Figura 35: Intersección Av. Progreso con Av. Córpac	7260
Figura 36. Av. Progreso con Av. Jorge Chávez.....	84
Figura 37. Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión	97
Figura 38: Intersección Av. Progreso con Av. Las Flores.....	110
Figura 39: Ciclo Semafórico propuesto en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Junín.....	132
Figura 40: Ciclo Semafórico propuesto en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac ...	133
Figura 41: Ciclo Semafórico propuesto en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez.	134
Figura 42: Ciclo Semafórico propuesto en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.....	135
Figura 43: Ciclo Semafórico propuesto en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores.....	136
Figura 44: Datos ingresados de la Intersección Av. Progreso con Av. Junín.	137
Figura 45: Optimización semafórica en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín	140
Figura 46: Flujo vehicular en la Intersección Av. Progreso con Av. Junín	141
Figura 47: Simulación del tráfico 2D en la Intersección Av. Progreso con Av. Junín.....	141
Figura 48: Simulación del tráfico 3D en la Intersección Av. Progreso con Av. Junín.....	142
Figura 49: Datos ingresados de la Intersección Av. Progreso con Av. Córpac ..	142
Figura 50: Optimización semafórica en la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac.....	143
Figura 51: Flujo vehicular en la Intersección Av. Progreso con Av. Córpac	143
Figura 52: Simulación del tráfico 2D en la Intersección Av. Progreso con Av. Córpac.....	144
Figura 53: Simulación del tráfico 3D en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac	144
Figura 54: Datos ingresados de la Intersección Av. Progreso con Av. Jorge Chávez	145
Figura 55: Optimización semafórica en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez.....	146
Figura 56: Flujo vehicular en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez	146

Figura 57: Simulación del tráfico 2D en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez	147
Figura 58: Simulación del tráfico 3D en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez	147
Figura 59: Datos ingresados de la Intersección Av. Progreso con Av. Jorge Chávez	148
Figura 60: Optimización semafórica en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión	149
Figura 61: Flujo vehicular en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.....	147
Figura 62: Simulación del tráfico 2D en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión	150
Figura 63: Simulación del tráfico 3D en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.....	150
Figura 64: Datos ingresados de la Intersección Av. Progreso con Av. Jorge Chávez	151
Figura 65: Optimización semafórica en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores	151
Figura 66: Flujo vehicular en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores	152
Figura 67: Simulación del tráfico 2D en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores.....	150
Figura 68: Simulación del tráfico 3D en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores.....	153
Figura 69: Zona de paradero de bus en la Av. Progreso	153
Figura 70: Barrera New Jersey	156

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Descripción de la Realidad Problemática

Según los informes más recientes de la Organización Mundial de la Salud (OMS) del año 2021, el número mundial de muertes por accidentes de tráfico alcanzó los 1,3 millones de personas, siendo la principal causa de muerte en niños y jóvenes de 5 a 29 años de edad. Entre 20 y 50 millones de personas se ven afectadas por traumas no fatales y muchos de ellos resultan con algún tipo de discapacidad. Las tendencias actuales indican que, si no se toman medidas urgentes, los accidentes de tránsito se convertirán para el año 2030 en la quinta causa de muerte. Además de ello, existe un incremento del 15% de vehículos anualmente en el parque automotor.

En América Latina, los siniestros viales son una de las causas más comunes de muerte entre personas de 5 a 44 años. Esto se traduce en más de 100.000 muertes al año y casi 5 millones de heridos. En el año 2021, los países de la Comunidad Andina: Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, presentaron un incremento en el número de accidentes viales de 23.6% respecto al año anterior. La mayor cantidad de accidentes de tránsito fueron los choques, atropellos, volcaduras debido a la imprudencia del conductor, carencia de semaforización en vías principales, exceso de velocidad, carencia de señalización y finalmente la imprudencia del peatón.

En el Perú, el número de las víctimas por siniestros viales ha ido en aumento, pasando de 38 447 heridos y 2 159 fallecidos durante el año 2020 a 53 544 heridos y 3 312 fallecidos al cierre del año 2022. Su capital, Lima, que reúne a más de 10 millones de habitantes, registró el 52% de los accidentes, cifras que aumentan de “manera alarmante”, sumado a ello los dos grandes problemas como lo son: la congestión vehicular en vías principales y el aumento de la tasa de accidentabilidad tanto del usuario como del peatón, debido a la carencia de la seguridad vial.

En la región de Piura, en el último año se han reportado 2 286 accidentes de tránsito, donde 1 677 personas resultaron con lesiones leves o graves a causa de siniestros viales y 207 personas perdieron la vida. Además de ello, la industria automotriz en la ciudad se mantuvo en alza con la comercialización de vehículos livianos (automóvil, camionetas, pick up) con un total de 100 079 unidades, cifra superior en 8.6% respecto al año anterior y un total de 198 937 en la venta de vehículos menores (motos y mototaxis), cifras que reflejan la necesidad de intervenir y realizar un estudio vial para evitar mayores problemas de congestión vehicular y accidentes de tránsito.

La Avenida Progreso es una de las redes viales más importantes del distrito de Castilla. Esta avenida junto con la vía de Evitamiento, facilitan la interconexión vial hacia la carretera Panamericana Norte y con ello, el tránsito directo hacia las provincias de Sullana, Paita y los balnearios del norte, de manera cómoda y segura. Las intersecciones de la avenida Progreso no presentan una buena condición para realizar una adecuada transitabilidad, es por ello la necesidad de realizar un correcto estudio, debido a que el flujo vehicular y peatonal de la vía se encuentra en crecimiento debido a las perspectivas económicas y turísticas de la ciudad de Piura.

Por ello, la presente investigación está enfocada en la evaluación de las intersecciones de la avenida Progreso, donde se procederá a describir y verificar las condiciones existentes en la zona de estudio y se logrará identificar los problemas que presentan y cumplir con la reglamentación nacional y las guías internacionales donde sea necesario, a fin de realizar una propuesta de rediseño accesible e inclusiva. Además, se elaborará una propuesta de mejora, a través del software de Synchro 8.0, el cual permite la planificación, diseño, control y optimización de los tiempos semafóricos; los cuales nos permitirán mitigar los accidentes, aliviar el problema del congestión vehicular y aumentar la seguridad vial en dichas intersecciones semaforizadas.

1.1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es el estudio de la seguridad vial y peatonal en las intersecciones de la Avenida Progreso del distrito de Castilla- Piura?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Determinar el estudio vial en las intersecciones de la Avenida Progreso del distrito de Castilla- Piura.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Realizar el levantamiento topográfico para conocer con precisión las dimensiones naturales existentes de la intersección.
- b) Realizar el conteo de tráfico vehicular y peatonal en las intersecciones.
- c) Determinar el grado del estado de la semaforización y señalización vial.
- d) Determinar la capacidad y nivel de servicio en las intersecciones de la Avenida Progreso.
- e) Plantear una propuesta final óptima para asegurar la transitabilidad vial y peatonal de las intersecciones.

1.3. Justificación del estudio

Académicamente, en el presente proyecto podremos aplicar los conocimientos y métodos aprendidos en asignaturas académicas como Ingeniería del Transporte, Caminos y Pavimentos, y así enfocarnos en el problema en cuestión utilizando reglamentos y normas nacionales e internacionales, tales como el “Manual de Seguridad Vial 2017”, “Manual de dispositivos de control de tránsito 2016” y la Metodología del “Highway Capacity Manual 2010” (HCM), para lograr con nuestra investigación el posterior rediseño accesible e inclusivo de la intersección en estudio.

Técnicamente, la investigación está justificada por la necesidad de dotar de infraestructura vial y de buena seguridad en el mejor estado posible; para

así, asegurar la adecuada transitabilidad vial para evitar problemas como el congestionamiento vehicular, flujo vehicular y peatonal a los moradores de la zona, evitando también que puedan suscitarse accidentes de tránsito.

Metodológicamente, se justifica debido a la aplicación del proceso metodológico del Highway Capacity Manual 2010 (HCM), que se basa en la cantidad de capacidad y volumen que se puede canalizar adecuadamente en la infraestructura, utilizando programas informáticos y simuladores como el caso del Synchro 8.0 utilizado en este proyecto.

De la mano de las Normas Peruanas, Programas y Software de Ingeniería, podremos procesar nuestra información y lograr buenos resultados, mejorando así el porcentaje de éxito de las construcciones de vías en el Perú.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

Harnisth (2019), la presente tesis titulada “*Evaluación de la seguridad vial para los peatones que desembarcan y transitan en los terminales de autobuses públicos de la estación de la Ofelia (corredor central norte) y la estación río coca (Ecovía)*”, titulada en la Pontificia Universidad católica del Ecuador, tuvo como objetivo principal Evaluar la seguridad vial que brindan a los peatones que circulan en las estaciones de transporte público “La Ofelia (Corredor Central Norte)” ubicada en la Av. Diego de Vásquez y la estación “Río Coca (Ecovía)” ubicada en la Calle Río Coca. Tipo de investigación es un trabajo no experimental – descriptivo. Concluyo que a través de matriz de evaluación seguridad vial con respecto a los peatones; que las infraestructuras con las que se cuenta las estaciones la Ofelia y Río Coca no son las adecuadas, debido que existe deficiencia en proporcionar una infraestructura para personas con discapacidades visuales y motores, así mismo no hay en las estaciones una correcta señalización de límites máximos de circulación; así mismo no hay una correcta señalización vertical y horizontal en las estaciones dentro y fuera de presencia de peatones.

Rondoño (2018) decidió realizar el estudio de investigación “*Análisis vial en las intersecciones de la Av. Luzuriaga y San Martín con la Av. Raymondi-Huaraz aplicando el software Synchro 8.0, para mejorar el flujo vehicular*” trabajo enfocado en realizar evaluaciones de las intersecciones viales en estudio para desarrollar una optimización de las condiciones de la circulación vehicular empleando el HCM 2010 y el Synchro 8.0. El autor concluyó que se tiene un nivel de servicio en categoría C con velocidades de vehículos entre 11.2 km/h a 19.5 km/h, coordinaciones deficientes en sentido de flujo; las cuales mediante una modelación con el software Synchro, generó condiciones favorables para la propuesta del tesista en mención, lo cual consistía en la optimización del ciclo semafórico de manera independiente acorde a los volúmenes de vehículos que circulan según el sentido del flujo.

Urbina y Torres (2018) en su investigación *“Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Bolognesi y la Av. Gustavo Pinto en la ciudad de Tacna”*, se propusieron analizar las circunstancias que provocaron la congestión de factores vehiculares en el cruce principal de la vía vehicular, a partir de lo cual desarrollaron el proceso y análisis de datos, partiendo del análisis de horas pico, para luego simular la realidad con el software Synchro 8.0. para precisar el nivel de servicio presente y, por último, simular las alternativas propuestas para mejorar el nivel de servicio localizado. Los autores concluyen que con la modificación de las etapas del semáforo de 4 a 2, esta sería una propuesta más viable porque, como programa de ingeniería de semáforos, puede implementarse de inmediato, con la modificación del tramo de la vía una nueva señalización con incremento de carriles y excluir bermas, lo que se puede lograr mediante la reprogramación técnica del semáforo y el mantenimiento de la señalización vial adecuada.

Torrejón (2018) realizó el trabajo de investigación *“Solución integral del flujo vehicular entre las cuadras 1-8 del jirón Orellana-Tarapoto-San Martín, 2018”*, donde propuso una respuesta al tráfico vehicular existente en las intersecciones en mención, localizando el ratio medio diario de vehículos, su capacidad y nivel de servicio, teniendo en cuenta los semáforos e identificando los puntos clave en las horas punta. Los resultados de la investigación muestran que el tráfico vehicular excede la calzada o la capacidad en horas importantes y pico de tránsito, provocando congestión, no pudiendo atender la capacidad vehicular que operan en la ruta en horas pico de mayor demanda, la intersección tiene un ciclo de luz de 2 a 4 revoluciones, registrando una intersección importante con mayor demanda de viaje que otras intersecciones.

Castillo & Olaya (2020) en su investigación *“Estudio y propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Ignacia Schaeffer, del Distrito de Tambogrande – Piura – Piura”*, plantearon como uno de sus objetivos el *“Mejorar los ciclos semaforicos actuales para mejorar la fluidez vehicular en las intersecciones semaforizadas de la Av. Ignacia Schaeffer, del distrito de Tambogrande – Piura – Piura”*, a partir del cual desarrollaron

un estudio de tráfico aplicando la metodología que brinda el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) a través del Manual de Capacidad de Carreteras y propuestas de mejoramiento, con fin de revelar las fallas técnicas en el sistema vial para así proponer un mejoramiento vehicular. Los autores concluyen que la modificación de los tiempos de demoras en los semáforos de las intersecciones en estudio mediante la simulación del programa Synchro 8.0, sería la pronta solución al congestionamiento existente, conjunto a ello, el mejoramiento de la señalización vertical y horizontal mejoraría el bajo nivel de servicio presente.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Seguridad Vial

En lo que concierne a seguridad vial, MINSA (2005) nos dice que es un conjunto de normas, estrategias, políticas, actividades y procedimientos que interactúan entre sí para garantizar la seguridad de los usuarios y la protección de los mismos fuera del sistema de transporte. Además, es un proceso donde la responsabilidad es directamente de las entidades propias del país y del pueblo, ya que las políticas implementadas por los poderes públicos deben ser respetadas y cumplidas por todos los ciudadanos.

2.2.1.1. Tipos de Seguridad Vial.

Dextre (2010) hace mención que, para el tema de seguridad vial, es importante definir de qué tipo de seguridad se está tratando, porque la seguridad vial se categoriza en tres clases: la seguridad nominal, que está atada a normas de diseño de cada país; la seguridad sustantiva, que está relacionada con cantidad y gravedad de los accidentes; y la percepción de seguridad de los usuarios de la vía.

Hauer (1999) “la seguridad nominal hace referencia a la seguridad de las vías que se diseñan de acuerdo a las normas y guías; sin embargo, esta condición de seguridad es relativa ya que las normas cambian según el país”. De

acuerdo con Dextre (2010), la seguridad nominal es impremeditada ya que las normas de un país son realizadas por ingenieros con mayor experiencia en el campo y al no tener información acerca de la influencia del diseño en los accidentes de tránsito, acaban utilizando procedimientos razonables.

Según Sorensen y Mosslemi (2009) “la seguridad sustantiva es también conocida como seguridad estadística, ya que está relaciona la cantidad y severidad de los accidentes registrados”.

De acuerdo a Dextre (2010) el impacto del diseño en el número de accidentes de tráfico ha recibido poca investigación, lo cual genera que el diseño de vías sea basándose en las normas, sin embargo, es importante recordar que un diseño correcto de vías bajo en estándares no garantiza que el nivel de ocurrencia de accidentes se reduzca a 0.

2.2.2. Señalización Vial

“Los dispositivos de control del tránsito serán implementados de acuerdo con los estudios de ingeniería vial, según el caso que se presente y que entre otros contemple, el tipo de vía, el uso del suelo del sector adyacente, las características de diseño, características de operación, sus condiciones ambientales, y en concordancia con las normas de tránsito correspondientes” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

2.2.2.1. Señales verticales

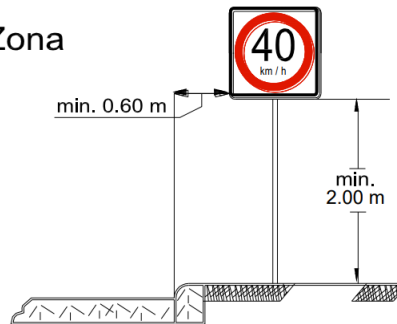
Se conocen dispositivos instalados al costado o en la calzada, cuya finalidad es regular el tráfico vial, además de advertir y avisar al usuario con palabras o símbolos establecidos.

En zona urbana, ubicadas lateralmente, tendrán las siguientes medidas:

Figura 1

Medidas de señal vertical en zona urbana

C - Señal en Zona Urbana.



Nota. Adaptado de “*Señales verticales*” (p. 67-78) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016).

Según la función que desempeñan, se clasifican de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 1

Tipos de señales verticales

TIPOS DE SEÑALES VERTICALES	DEFINICION
Señales preventivas	<ul style="list-style-type: none"> - Son tableros con símbolos y leyendas. - Tienen como función dar al usuario un aviso anticipado para prevenirlo de la existencia de un peligro potencial y su naturaleza. - Se identifican por el código P, cuya forma es un cuadrado girado en 45° (excepto señales P-44, P-60, P-61). - Provoca que el conductor adopte medidas de precaución con el interés de su propia seguridad o la de otro vehículo o peatón.
Señales Restrictivas	<ul style="list-style-type: none"> - Son tableros con símbolos y/o leyendas, - Tienen como función expresar en la calle o carretera alguna fase del reglamento de tránsito, para su cumplimiento por parte del usuario. - Tienen a restringir algún movimiento, haciendo recordar la existencia de alguna prohibición o limitación reglamentada. - Se identifican por el código R, cuyo fondo generalmente es blanco excepto en caso de la señal R-1 (pare); las orlas son de color rojo y el texto, numeración o gráfico de color negro. - Quebrantar los indicativos de estas señales traerá como consecuencia sanciones determinadas por la autoridad de tránsito.
Señales Informativas	<ul style="list-style-type: none"> - Tienen como función guiar al usuario a lo largo de su ruta por carreteras y vialidades urbanas, así como también informar sobre nombres y ubicación de las ciudades, lugares, distancias en kilómetros y ciertas recomendaciones convenientes de observar. - Son tableros con leyendas, escudos, flechas y pictogramas. - Pueden ser bajas o elevadas, sobre postes y marcos. - En general se identifican con la nomenclatura I (excepto para las señales informativas de turismo con T).

Nota. Adaptado de Cárdenas y Cal (2018).

Figura 2

Ejemplo de señales verticales preventivas



Nota. Adaptado de "Señales verticales" (p.86-92) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

Figura 3

Ejemplo de señales verticales restrictivas



Nota. Adaptado de "Señales verticales" (p.67-78) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

Figura 4

Señales verticales informativas



Nota. Adaptado de “*Señales verticales*” (p.101-105) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

2.2.2.2. Señales Horizontales

(Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras, 2016). Lo conforman demarcaciones planas en el pavimento, que se suelen adherir sobre el pavimento, sardineles y otras estructuras de la vía; éstas pueden ser líneas horizontales y transversales, letras, símbolos y flechas.

Tiene como función regularizar o controlar el tráfico, prevenir y orientar a los beneficiarios de la vía, quienes son parte esencial del funcionamiento de los vehículos y de la seguridad vial.

Se utilizan para delimitar carriles y carriles reservados para cierto tipo, como carriles exclusivos para tránsito de bicicletas, motocicletas, autobuses y similares, así como para señalar áreas donde está prohibido adelantar o adelantar, y está prohibido estacionar.

Marcas planas en el pavimento

Están compuestas por flechas, líneas o letras que pueden ser impresas o pintadas al costado o sobre la estructura de la vía. Existen cuatro colores (blanco, amarillo, rojo y azul)

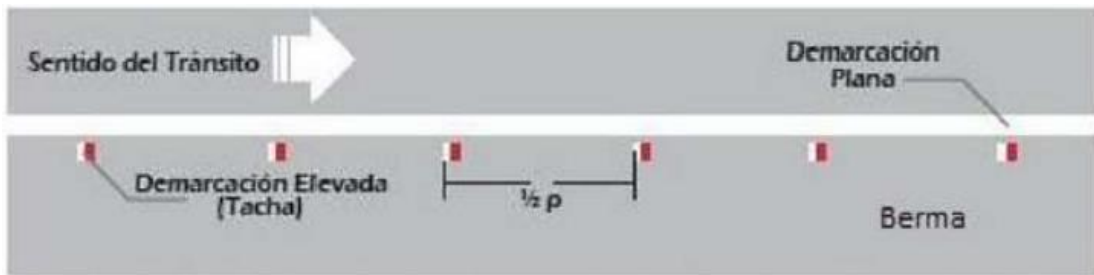
que se emplean al momento de realizar este tipo demarcas; las cuales se subclasifican, pero que en este trabajo de investigación hemos considerado mencionar tres de mayor relevancia:

Línea de borde de calzada

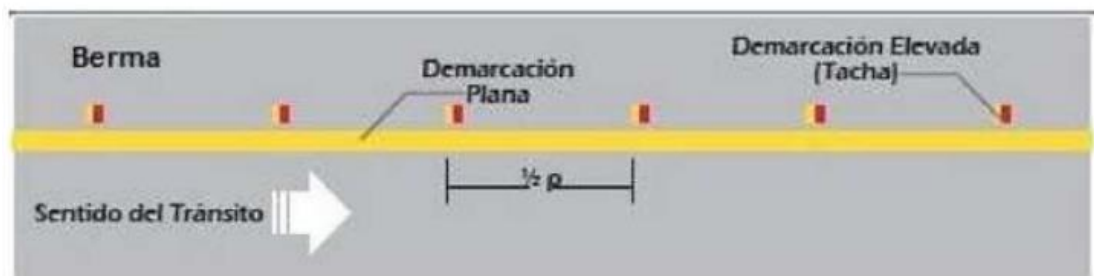
- Se ubica a lo largo de la superficie del pavimento donde demarca su borde de la berma (si se encuentra pavimentada), o al borde del pavimento (si la berma no se encuentra pavimentada).
- La línea de borde será de tonalidad blanca cuando indica que el estacionamiento sobre la berma está permitido por razones de emergencia, y tendrá tonalidad amarilla cuando esté completamente restringido.
- Para reforzar las líneas logrando un patrón visual seccionado, se situará demarcadores elevados (tachas), las que estarán ubicadas al exterior de línea.
- Las líneas de borde estarán coaligadas con postes delineadores ante el caso de concurrencia de curvas en tramos sin presencia de elementos de seguridad.
- Se añadirá una línea continua de tonalidad amarilla en las zonas urbanas donde exista prohibición de estacionamiento, tomando el borde superior y la parte exterior de la acera o del sardinel sea el caso (p. 253-257).

Figura 5

Ejemplos de líneas de borde de calzada



Separación con línea blanca entre carril y berma derecha con un patrón de demarcaciones segmentadas en la vía = p , una separación normal entre tachas = p .



Separación con línea amarilla entre carril y berma izquierda con un patrón de demarcaciones segmentadas en la vía = p , una separación normal entre tachas = p .

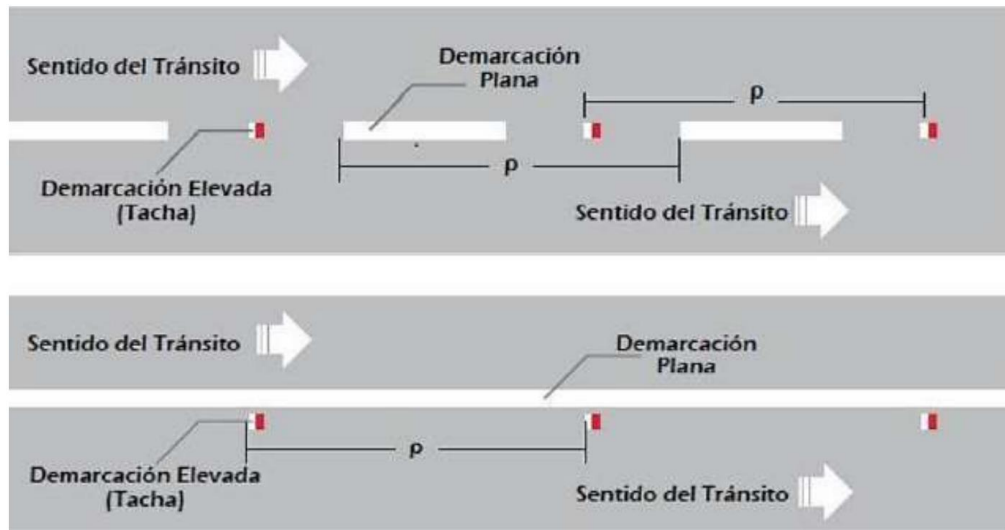
Nota. Adaptado de "Marcas en el pavimento o demarcaciones" (p.258) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

Línea de carril

- Tendrá una línea continua, segmentada o una combinación de ambas, de tonalidad blanca, la cual dependerá según las características o limitaciones de la vía.
- Se emplea en la separación de carriles en vías con presencia mayor a dos carriles circulando en un sentido igual.
- Las líneas de carril pueden adecuarse con delimitaciones elevadas, las cuales necesitan ser de tonalidad blanco y rojo (bicolor).

Figura 6

Ejemplos de líneas de bordes de calzada en una vía



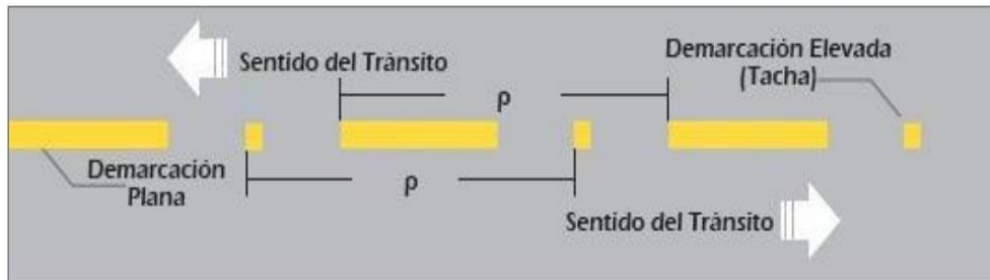
Adaptado de “*Marcas en el pavimento o demarcaciones*” (p. 260) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

Línea Central

- Son características por ser líneas fragmentadas de tonalidad amarilla presente en el pavimento, indicando el pase del tránsito de un carril a otro con finalidad de adelanto a otro vehículo; pero en caso este acto no esté permitido, la línea será continua.
- Tiene como función indicar la separación de dos carriles en vías de dos direcciones (bidireccional).
- Pueden combinarse con delimitaciones o demarcaciones elevadas de tonalidad amarilla.

Figura 7

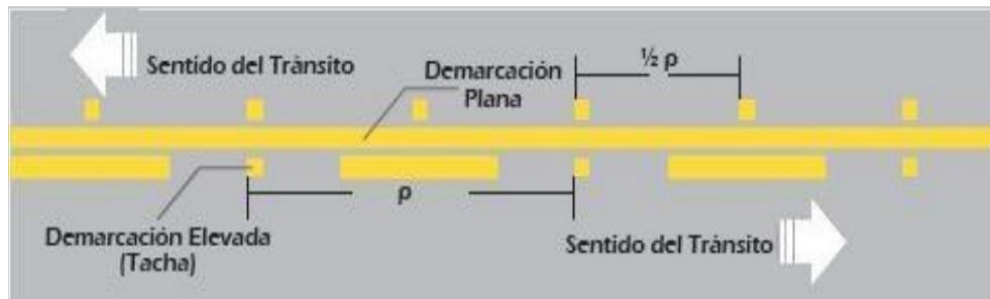
Ejemplo de línea central discontinua de calzada en una vía



Nota. Adaptado de “*Marcas en el pavimento o demarcaciones*” (p.262) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

Figura 8

Ejemplo de líneas combinadas de calzada en una vía



Nota. Adaptado de “*Marcas en el pavimento o demarcaciones*” (p.258) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

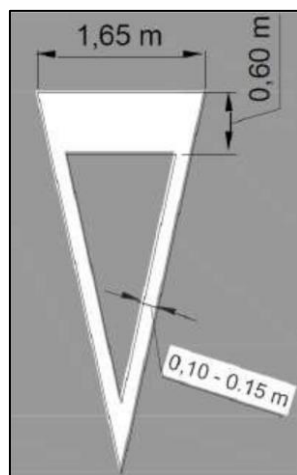
- En caso la vía sea urbana, las líneas serán dobles, paralelas, continuas y con demarcaciones elevadas de tonalidad amarilla, siempre y cuando la calzada de la vía en mención cuente con cuatro a más carriles, sin presencia de separador central y con tránsito en dos sentidos.

Demarcación “Ceda el Paso”

Este símbolo plano es resultado de la combinación de una línea fragmentada y un símbolo de forma triangular de “ceda el paso”.

Figura 9

Dimensiones de símbolo “Ceda el Paso”



Nota. Adaptado de “*Marcas en el pavimento o demarcaciones*” (p.293) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

Palabras, Símbolos y Leyenda

Advierten peligro, orientan y guían el tránsito de la vía, indicando los sentidos de circulación, proximidad de instituciones educativas, velocidades permitidas, etc.

Las flechas rectas de tonalidad blanca indican el sentido del carril o carriles, y conjunto a ello, el tipo de giro a presentar (derecha, izquierda o ambos sentidos).

Figura 10

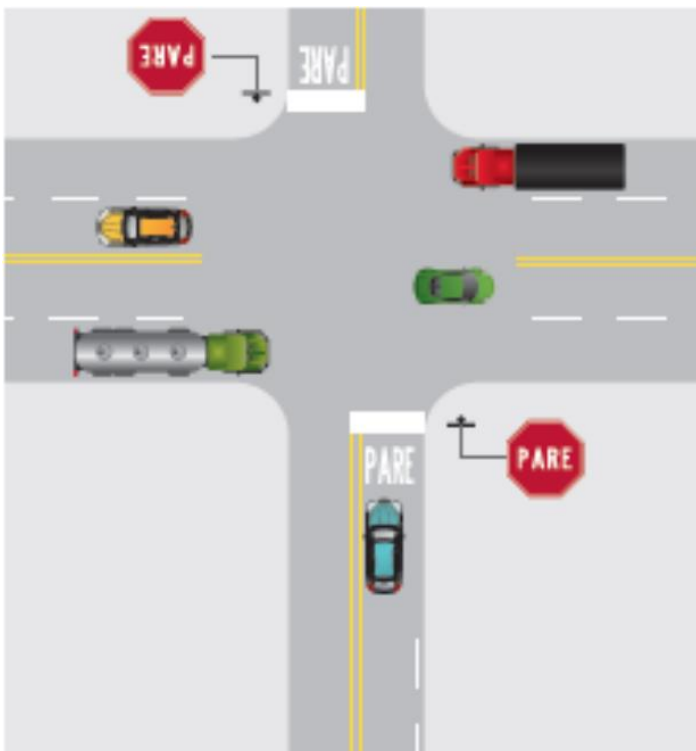
Ejemplo de símbolos de giro en vía



Nota. Adaptado de Google Imágenes.

Figura 11

Ejemplo de demarcaciones horizontales de palabras en intersección



Nota. Adaptado de “Marcas en el pavimento o demarcaciones” (p.271) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

2.2.3. Señalización vial peatonal

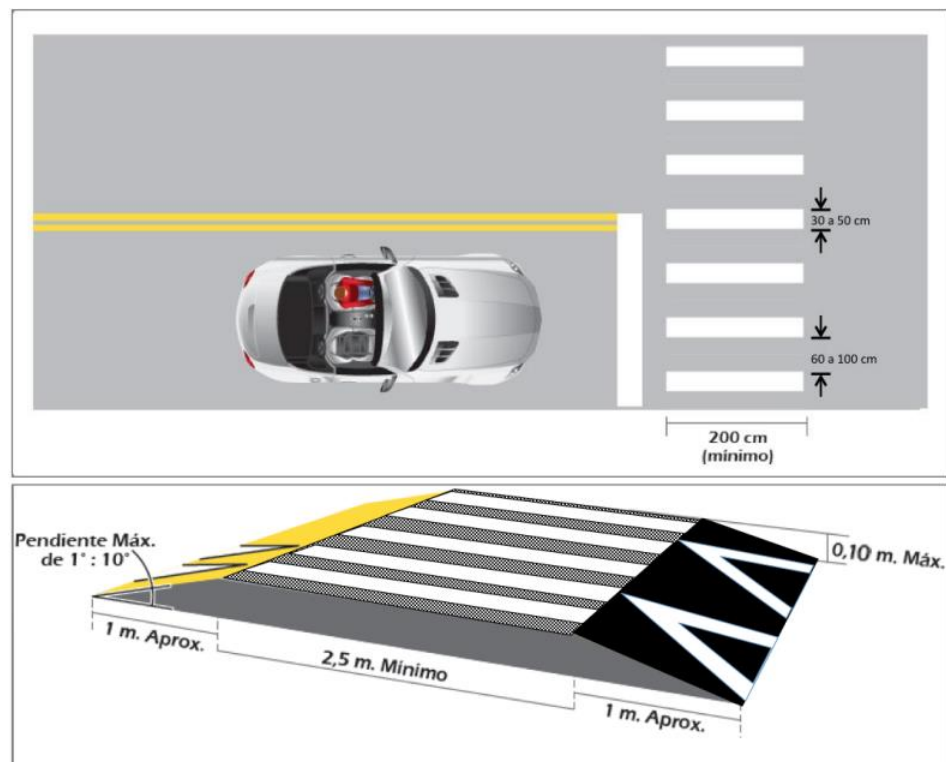
2.2.3.1. Líneas de cruce Peatonal

“Son un conjunto de líneas paralelas que abarcan el ancho de la calzada o superficie de rodadura de una vía y tienen por función indicar el lugar de cruce o paso peatonal” (Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras, 2016).

Son líneas continuas de tonalidad blanca con ancho de medida de 0.30 metros a 0.50 metros cada una y una separación de un mínimo de 2.00 metros de ancho, las cuales serán colocadas en sentido perpendicular al flujo peatonal. Estarán antepuestas por la “línea de pare” ubicada a 1.00 metros de distancia mínima, y se encontrarán complementadas con otras marcas, demarcaciones y señales verticales en el pavimento.

Figura 12

Ejemplo de demarcación de líneas de cruce peatonal en pavimento



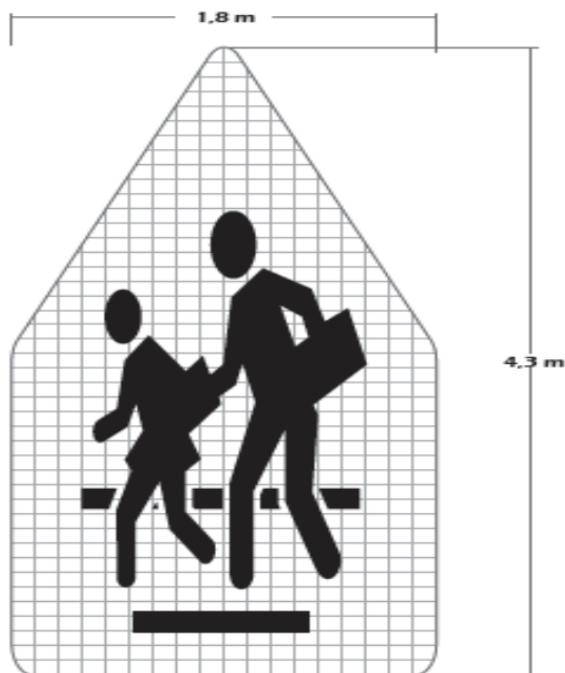
Nota. Adaptado de “*Marcas en el pavimento o demarcaciones*” (p.273) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

Demarcación “Zona Escolar”

Es un símbolo de advertencia demarcado en el pavimento, ante una posible concurrencia de escolares en la vía, de tonalidad negra con fondo amarillo.

Figura 13

Dimensión de una demarcación “zona escolar” en la vía



Nota. Adaptado de “*Marcas en el pavimento o demarcaciones*” (p.297) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

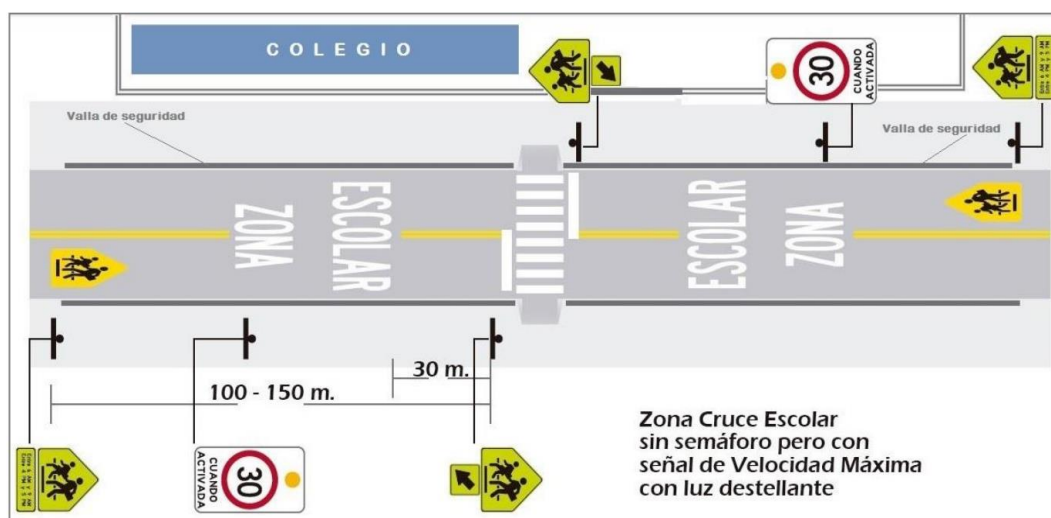
Dispositivos de control en zonas escolares

Estos dispositivos aportan al resguardo de los escolares en su trayecto diario a sus centros educativos. Por lo tanto, el diseño de dichos dispositivos alrededor de estos centros, deben contribuir de manera efectiva al resguardo de los escolares con una serie de aspectos importantes:

- El grado de visibilidad de las señales verticales y horizontales deben ser notorios tanto de día como de noche.
- La señalización horizontal y vertical debe tener un diseño acorde al estudio vial, teniendo en consideración las condiciones propias de cada centro educativo, considerando el más importante los aspectos de control de velocidad.

Figura 14

Señalización horizontal y vertical en zona escolar



Nota. Adaptado de “Marcas en el pavimento o demarcaciones” (p.333) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

2.2.4. Semáforos

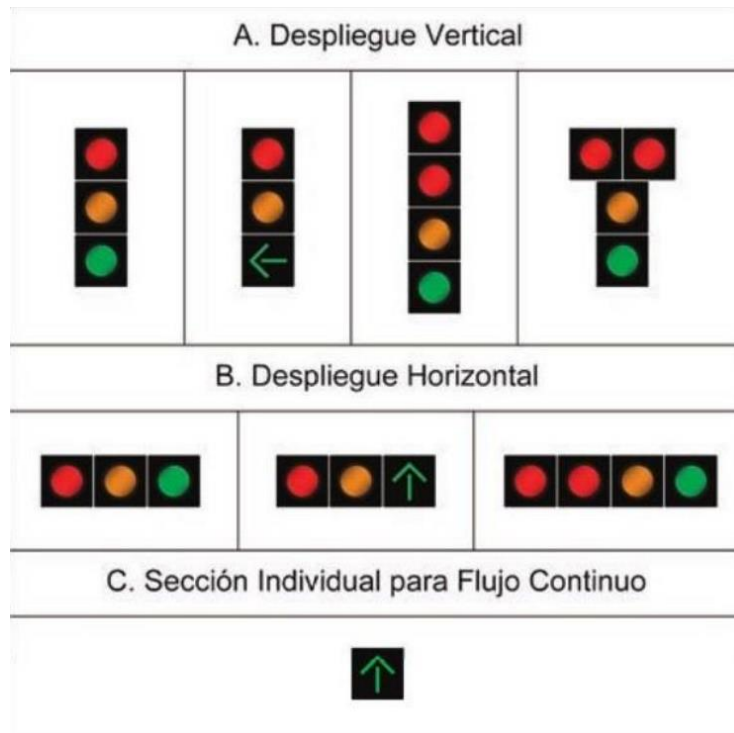
De acuerdo al Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2018). Los semáforos son dispositivos de regulación y control del flujo de vehículos motorizados, vehículos no motorizados, flujo peatonal para posibilitar un movimiento constante y eficiente del tránsito, por medio del indicativo de luces de tonalidad rojo, amarillo o ámbar y verde, las cuales indican lo siguiente:

- El color rojo restringe la circulación del tránsito vehicular o peatonal por un lapso de tiempo delimitado
- El color amarillo o ámbar dispone al conductor ceder el paso, detener el vehículo, y no ingresar al cruce o intersección vial
- El color verde permite el tránsito en una corriente vehicular o peatonal por un tiempo determinado (p. 365).

Se deberá contar con unidades de control interconectadas para un sistema organizado de semáforos, a través de una estación central (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

Figura 15

Configuración de caras de semáforos



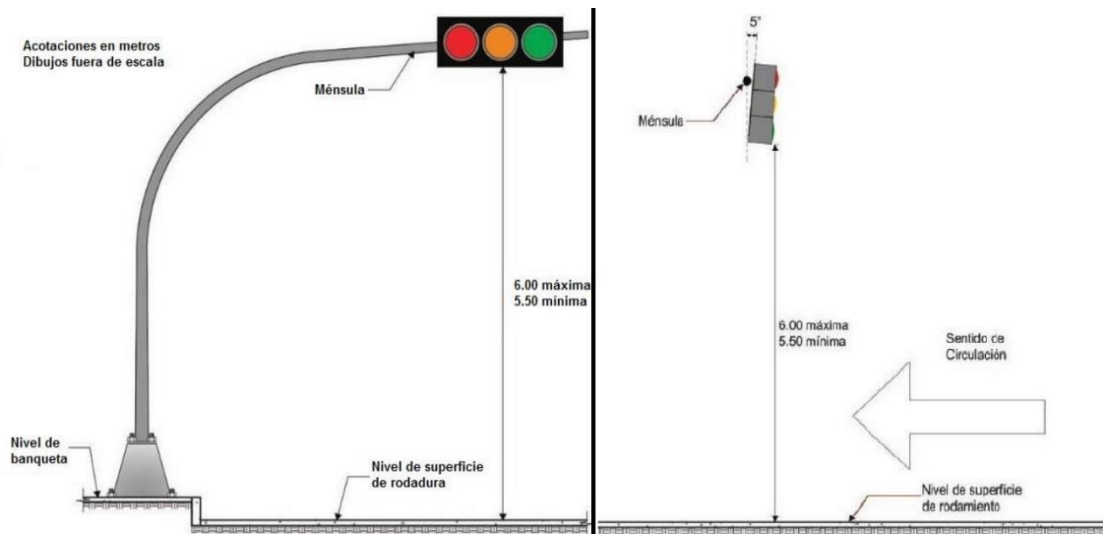
Nota. Adaptado de “Semáforos” (p. 368) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

El soporte de tipo ménsula es una armadura utilizada para asegurar la cabeza del semáforo, permitiendo adecuaciones horizontales, verticales y angulares sea el caso, el cual brindará un grado mayor de visibilidad a los usuarios que transitan en la vía.

La altura de la cara para semáforos con este tipo de soporte es de una altura mínima y máxima de 5.50 m. y 6.00 m. respectivamente, colocándose a una inclinación de 5° hacia abajo, como se evidencia a continuación:

Figura 16

Soporte de semáforo tipo ménsula



Nota. Adaptado de “Semáforos” (p. 366-370) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

2.2.4.1. Tipos de semáforos

El Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2018), señala que este dispositivo de control tiene la siguiente clasificación:

Semáforo para el control del tránsito de vehículos

Son los considerados:

- Semáforos de tiempo determinado o pre sincronizados.
- Semáforos en armonía por el tránsito adaptados a éste.

Semáforo para pasos peatonales

Son los considerados:

- Presentes en zonas escolares.
- Presentes en zonas con nivel alto de tránsito peatonal.

Semáforos especiales

Son los considerados:

- Semáforos de destellos o intermitente

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

2.2.5. Intersecciones Viales

2.2.5.1. Definición

Una intersección es el área donde se producen movimientos de tráfico, generados por el cruce entre dos o más vías. Es la parte más importante de la red vial urbana, planteadas como medida de solución ante la problemática del cruce de vías, permitiendo controlar la seguridad en el tránsito, la velocidad de circulación y el costo de operación.

Se deben considerar los siguientes objetivos para el diseño de intersecciones:

1. Mejorar el flujo del tráfico motorizado.
2. Mitigación de puntos de conflicto a través de sistemas de regulación o autorregulación.
3. Brinda seguridad y comodidad para diferentes modos de tránsito motorizado y no motorizado.

2.2.5.2. Criterios de Diseño de Intersecciones a nivel

Hay dos tipos de intersecciones, a nivel y desnivel. Esto se determina de acuerdo a los requerimientos de la investigación de la avenida. Como resultado, se puede determinar un diseño de intercambio adecuado y contribuir así a la reducción del tráfico de vehículos. (MTC, 2018).

Intersecciones a nivel

A diferencia de los cruces a desnivel, los cruces a nivel son más fáciles porque se pueden realizar diferentes modificaciones. Se deben tener en cuenta las medidas de

ancho de isla, carril y camino. De esta forma se evitan acciones perjudiciales para el conductor. (MTC, 2018).

Se debe tener en cuenta que la clasificación principal de una intersección es en función de su topografía, tipo de servicio necesario, definición de tránsito y su composición (número de ramificaciones que afluyen en ella).

Figura 17

Diferentes tipos de intersección a nivel

Intersección	Ramales	Ángulos de cruzamiento
En T	tres	entre 60° y 120°
En Y	tres	< 60° y >120°
En X	cuatro	< 60°
En +	cuatro	>60°
En estrella	más de cuatro	-
Intersecciones Rotatorias o rotondas	más de cuatro	-

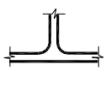
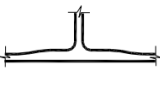
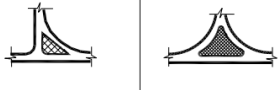
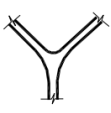
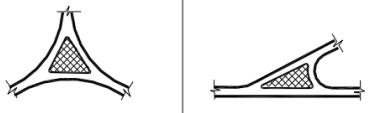

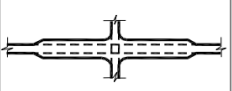




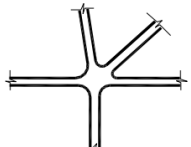
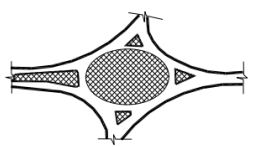
Nota. Adaptado de “*Intersecciones a nivel*” (p.216) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico.

Puede existir una variación considerable en forma, desarrollo o grado de canalización de cada uno de los tipos básicos de intersección (DTC, 2018).

Dichas variaciones mencionadas se pueden identificar en la siguiente figura:

Figura 18

Variedad de tipos de intersección a nivel según su geometría

DE TRES RAMALES	EMPALME EN T	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADAS 	
	EMPALME EN Y	SIMPLE 	CANALIZADAS 		
DE CUATRO RAMALES	INTERSECCION EN +	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
	INTERSECCION EN X	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
ESPECIALES		EN ESTRELLA 		ROTONDA 	
		VEASE FIGURA 501.01			

Nota. Adaptado de “*Intersecciones a nivel*” (p.217) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico.

Criterios de diseño generales

Los criterios a tomar en cuenta para el diseño de la intersección de acuerdo al Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018) son los siguientes:

- **Primacía de los movimientos de mayor significación.**
Para determinar la prioridad y las limitaciones del tránsito vehicular, se deberá especificar la(s) vía(s) tanto

principales como secundarias en el planteamiento del diseño.

- **Disminución de áreas de conflicto.** Las áreas pavimentadas no deben proyectarse a grandes áreas, debido a la contingencia de accidentes que induce los movimientos equivocados y de confusión de vehículos y peatones
- **Perpendicularidad de las intersecciones.** Las intersecciones que proporcionan mayor seguridad generalmente son aquellas en ángulo recto debido a la buena visibilidad que proporciona a conductores, contribuyendo al descenso de accidentes de tránsito
- **Separación de los movimientos.** Para la separación del movimiento vehicular, la intersección estará adjudicada de carriles de aceleración o deceleración (vía de sentido único)
- **Canalización y puntos de giro.** La canalización, un diseño de curvaturas con radio idóneo y una apropiada señalización horizontal y vertical acorde a la normativa vigente, aportan a la correcta regulación de velocidad de tránsito en este tipo de intersección. Además, mediante el empleo de islas marcadas en el pavimento o con sardineles, la canalización posibilita prevenir giros en puntos no convenientes, aportando así mayor seguridad
- **Visibilidad.** La velocidad debe determinarse en función de la visibilidad de los vehículos que ingresan a la intersección. La visibilidad de parada debe existir como mínimo entre la distancia a lo largo de un carril que existe entre un obstáculo situado sobre la calzada y la posición de un vehículo que circula hacia dicho obstáculo. (p.218)

Consideraciones de tránsito

Las consideraciones de tránsito a tomarse en cuenta en el momento de la elección como propuesta de solución de acuerdo al (Manual de Carreteras Diseño Geométrico, 2018), son los siguientes:

- Volúmenes de tránsito, que confluyen a una intersección, su distribución y la proyección de los posibles movimientos, para determinar las capacidades de diseño de sus elementos
- La composición de los flujos por tipo de vehículo, sus velocidades de operación y las peculiaridades de sus interacciones mientras utilizan el dispositivo
- Su relación con el tránsito peatonal y de vehículos menores, así como con estadísticas de accidentes de tránsito (p.218).

2.2.6. Vehículo de diseño

2.2.6.1. Vehículos ligeros

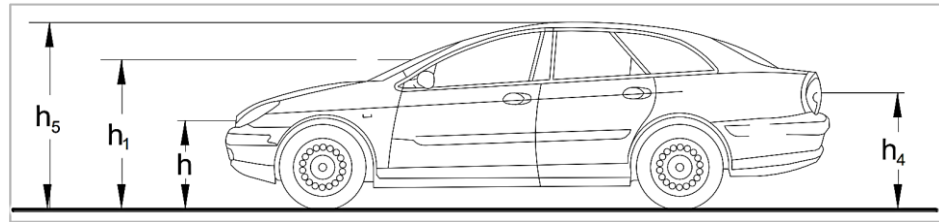
La principal característica de los vehículos de clasificación ligeros son las dimensiones que presenta, un ancho de 2.10m y largo de 5.80 m; además de la función y el número de personas que se movilizan en dicho vehículo.

En mención al cálculo de distancia de visibilidad de parada y adelantamiento, se deben considerar ciertas particularidades de los vehículos clasificación ligero que permitan una visibilidad apropiada.

- h : altura de 0.60 metros de los faros delanteros.
- h_1 : altura de 1.07 metros de los ojos del conductor.
- h_2 : altura de 0.15 metros de un obstáculo fijo en la carretera.
- h_4 : altura de 0.45 metros de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería.
- h_5 : altura de 1.30 metros del techo de un automóvil.

Figura 19

Alturas en cuanto a visibilidad en vehículo ligero



Nota. Adaptado de “Vehículos de diseño” (p. 25) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico.

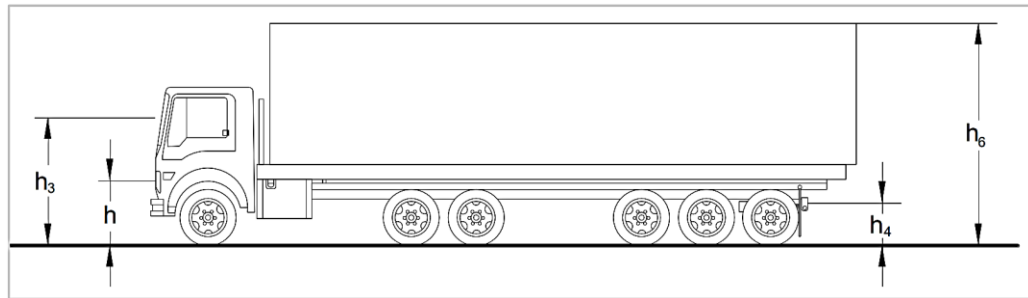
2.2.6.2. Vehículos pesados

La principal característica de los vehículos de clasificación pesados es por la considerable cantidad de peatones que se desplazan en ellas, además de la movilización de carga pesada. El Reglamento Nacional de Vehículo (2021) hace mención sobre las dimensiones máximas requeridas a emplear los vehículos. Se define las alturas adecuadas para cubrir situaciones más favorables respecto a un óptimo cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento asociadas a los vehículos de clasificación ligeros.

- h : altura de 0.60 metros de los faros delanteros.
- h_3 : altura de 2.50 metros de ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras.
- h_4 : altura de 0.45 metros de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería.
- h_6 : altura de 4.10 metros del techo del vehículo pesado.

Figura 20

Alturas en cuanto a visibilidad en vehículo pesado



Nota. Adaptado de “Vehículos de diseño” (p. 25) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico.

2.2.7. Desplazamiento Peatonal y nivel de servicio

Un peatón está definido como el usuario de la vía pública que no se desplaza en un medio de transporte motorizado, además de no ser ciclista. El conjunto de peatones lo integran personas de todos los orígenes, edades, habilidades y necesidades; como lo son niños, personas mayores, personas con necesidades especiales, etc., quienes transitan a pie por las pistas, veredas, calles, bermas, etc. Pudiendo ser caminando a pie; con ayuda en su desplazamiento con andadores, sillas con ruedas, muletas, empujando silla de ruedas; conduciendo vehículos compuesto por dos y tres ruedas (bicicleta y triciclo), etc.

2.2.7.1. Características de los peatones

“Para el análisis de la dinámica de funcionamiento de un tipo de intersección es necesario realizar la observación de los fenómenos que ocurren y las dificultades que enfrentan los usuarios de dicha intersección” (Juarez, 2019).

Es muy importante distinguir las características de los diferentes grupos de peatones, su clasificación de acuerdo a las capacidades y carencias que presente, es de vital importancia para identificar y precisar las necesidades a la hora de analizar cualquier tipo de intersección.

En la tabla de a continuación se observará la categorización de los subgrupos.

Tabla 2

Tipo de peatón de acuerdo a su desplazamiento

TIPO DE PEATONES	SUB - GRUPO
A pie	- Peatón sin restricción de movilidad.
	- Corredor/trotador.
	- Peatón adulto.
	- Peatón joven.
	- Peatón minusválido.
	- Peatón adulto mayor.
	- Peatón con perro guía.
	- Peatón con discapacidades sensoriales.
	- Peatón con bastón.
Movilidad reducida	- Peatón con Scooter de minusválidos.
	- Peatón con silla de ruedas manual.
	- Peatón con silla de ruedas eléctrica.
	- Peatón con andador.
Sobre ruedas	- Peatón en patines de una línea de ruedas.
	- Peatón con patines de cuatro ruedas.
	- Peatón con skateboards.
	- Peatón con Scooter.
	- Peatón con coches de bebés.
	Peatón con bastón

Nota. Citado por Saldaña (2020) adaptado de NTZA (2009).

Usuarios vulnerables

Dentro de los tipos de peatones, un grupo perteneciente a estos presenta un nivel superior de vulnerabilidad que otros a causa de su condición física y psicológica.

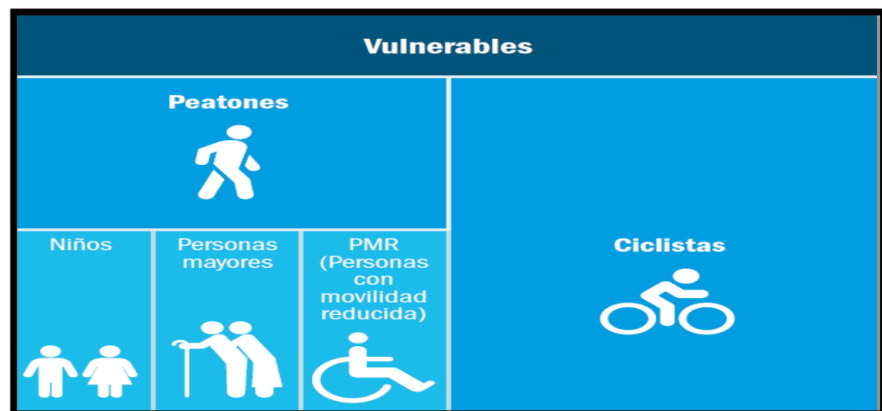
De acuerdo al “Informe sobre el estado mundial de la seguridad vial” de la OMS (2018) menciona que, a nivel mundial, el porcentaje mayor a un 50% de muerte por causa

de accidentes de tráfico se les atribuye a los usuarios vulnerables, tales son los peatones con un 22%, ciclistas con 3% y motociclistas con 23%.

Según la Dirección de Tráfico del Ministerio del Interior de Madrid, DGT (2011) hace mención que este grupo de usuarios vulnerables son habitantes con características de desplazamiento particulares, la cual se clasifica en tres subgrupos, los cuales son niños, personas mayores, con movilidad reducida y ciclistas.

Figura 21

Clasificación de usuarios vulnerables

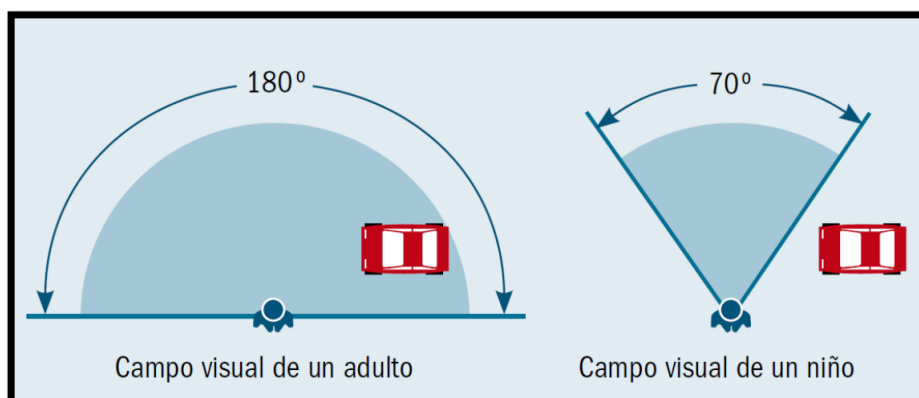


Nota. Adaptado de DGT- Ministerio del interior de Madrid (2011).

Como se observa en la anterior figura, los niños son considerados parte de la clasificación de usuarios vulnerables, esto es debido a su baja comprensión propia de la edad en cuestión de la seguridad vial. Es vital mencionar que la baja estatura de esta población vulnerable en particular, es una circunstancia fundamental a tener en cuenta a la hora de evaluar su nivel de peligro, impidiendo la correcta visualización del estado del tráfico, sumado a esto la dificultad para cruzar por su baja percepción de sonidos, la velocidad y distancias seguras entre vehículos que estén transitando en el momento.

Figura 22

Contraste del campo visual entre un adulto y niño



Nota. Adaptado de DGT- (Ministerio del interior de Madrid, 2011).

El otro grupo de vulnerabilidad son los adultos mayores, los cuales presentan un alto grado de riesgo debido a sus características y condiciones físicas, las cuales pueden limitar su capacidad de movilización en la calle. Este grupo presenta una limitada audición y visión, menor tiempo de reacción ante el paso de vehículos, baja velocidad de desplazamiento, bajo nivel de atención al tráfico, etc.

El grupo de personas con movilidad reducida son el tercer grupo de vulnerabilidad, este grupo presenta una baja visibilidad ya que su movilización es baja debido a que dependen de silla de ruedas.

2.2.7.2. Nivel de servicio peatonal

El propósito del nivel de servicio que emplea en su metodología el “Highway Capacity Manual 2010” (HCM 2010), es analizar la calidad de tránsito peatonal mediante el enfoque de las condiciones de flujo, y en resultado, los peatones elijan la dirección en cual moverse y con qué velocidad, asegurando libertad de movimiento. La ocupación, intensidad, densidad peatonal o la velocidad, son dimensiones idóneas para tener una idea de la condición de transitabilidad de la vía.

Basándonos en estos enfoques de condición de flujo, se han establecido distintos niveles de servicio para analizar la condición y calidad de la vía, precisando así características mostradas en la siguiente tabla.

Tabla 3

Niveles de servicio peatonal

NIVEL DE SERVICIO	CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN	OCUPACION (m²/pt.)
A	Los peatones transitan en el camino y dirección que desean, sin obstáculos por presencia de otros peatones, eligiendo a voluntad propia la velocidad de andar.	≥ 11.70
B	Se da el espacio necesario para que los peatones puedan elegir la velocidad de su andar. Empiezan a sentir presencia de otros, determinando la elección de su trayectoria.	≥ 3.60
C	En caso se presente circulación en la dirección contraria o entrecruzado, se ocasionarán eventuales y pequeños conflictos. Reducida velocidad y volumen.	≥ 2.16
D	Limitada libertad de escoger la velocidad con la que se moviliza y el adelantamiento. Posibilidad que se ocasione interacciones y roces entre los peatones.	≥ 1.35
E	La velocidad con la que circulan se verá restringida, demandando cambiar y adaptar su paso constantemente. Los desplazamientos en dirección opuesta o cruzados solo son factibles con intensa dificultad.	≥ 0.54
F	La velocidad con la que se transita se ve constantemente restringida, se ocasiona inevitables y constantes roces. El flujo es ocasional y variable, produciendo constantes aglomeraciones y colas.	< 0.54

Nota. Adaptado de “Highway Capacity Manual 2010” (HCM 2010).

Nivel de servicio peatonal en esquinas

Son zonas de intersección entre dos vías donde se produce el cruce de flujos de peatones que circulan por cada una de las veredas, procedente de pasos peatonales y multitud peatonal que espera cruzar la calzada.

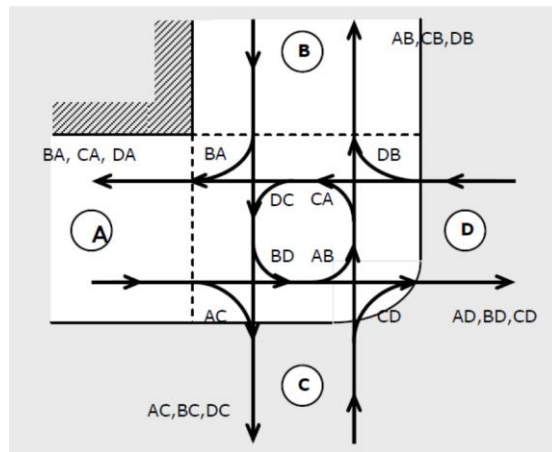
Presentan dos zonas, las cuales se mencionan a continuación:

- a. Zona de circulación: determinada para el tránsito peatonal para los que llegan a la cola de la fase roja de cruce, así como quienes giran o entran a la esquina desde el paso peatonal.
- b. Zona de espera: zona donde peatones se encuentran en la espera de cruzar la calzada en ciclo rojo peatonal.

Es importante examinar los sentidos que el peatón puede ver viable y que puede optar tomar al llegar a una esquina; para cada posible movimiento hay tres alternativas a seguir: continuar tomando el mismo sentido y girar a la izquierda o derecha. Formando así doce combinaciones que se muestran a continuación:

Figura 23

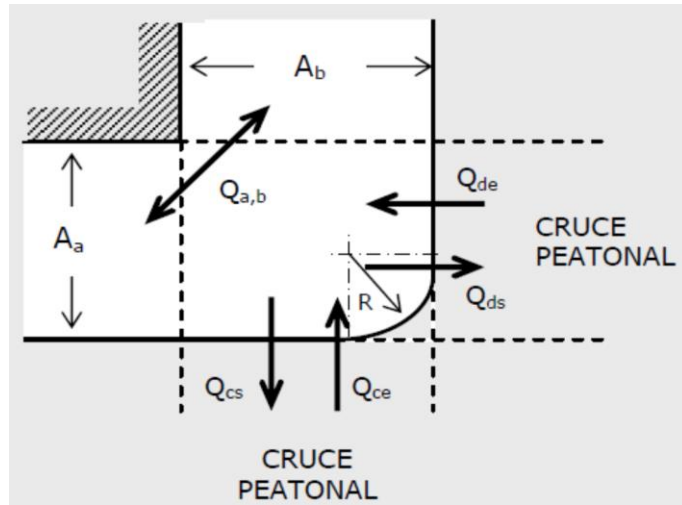
Combinaciones de movimiento en una esquina



Nota. Adaptado de “Highway Capacity Manual 2010” (HCM 2010). La figura 24 muestra los factores a considerar para hallar el nivel de servicio peatonal según el HCM 2010.

Figura 24

Factores para el valor del nivel de servicio peatonal



Nota. Adaptado de "Highway Capacity Manual 2010" (HCM 2010).

En efecto, para el cálculo se asignan los siguientes pasos:

- **Datos de entrada**

(A_a , A_b): anchura de aceras.

(R): radio del bordillo de la esquina

(V_c , R_c , V_d , R_d , C): reglaje del semáforo

- **Obtención de tiempo-espacio disponible**

$$S = A_a * A_b - 0.215 * R - \sum K_i$$

$$TS = S * \frac{C}{60}$$

Donde,

(S): área de esquina en m^2

(TS): tiempo-superficie total disponible en m^2/min

- **Cálculo de tiempos de espera en las zonas de espera**

$$Q_{CS} = \frac{1}{2} * \frac{I_{CS}}{C} * \frac{R_C^2}{60}$$

$$Q_{DS} = \frac{1}{2} * \frac{I_{DS}}{C} * \frac{R_D^2}{60}$$

Donde,

(Q_{CS}, Q_{DS}) : tiempo de espera en pt.min

(I_{CS}, I_{DS}) : número total de peatones por ciclo semafórico que cruzan la calle, en pt/ciclo

(R_C, R_D) : tiempo en rojo del ciclo semafórico

(C) : ciclo semafórico en seg.

- **Determinación de la demanda Tiempo-Espacio de la zona de espera**

$$TS_R = 0.45 * (Q_{CS} + Q_{DS})$$

Donde,

(TS_R) : tiempo-espacio requerido en $m^2 \cdot \text{min}$

- **Determinación del Tiempo-Espacio para la circulación**

$$TS_D = TS - TS_R = 2.38 \text{ m}^2 \cdot \text{min}$$

Donde,

(TS_D) : tiempo-espacio disponible en $m^2 \cdot \text{min}$

- **Cálculo de Intensidad total de circulación peatonal**

$$I_C = I_{CE} + I_{CS} + I_{DE} + I_{DS} + I_{A,B}$$

Donde,

(I_C) : intensidad de circulación peatonal, en pt

- **Cálculo de Tiempo total de circulación peatonal**

$$t_C = I_C * \frac{4}{60}$$

Donde,

(t_C) : tiempo total de circulación peatonal, en pt.min

- **Obtención de Superficie de circulación peatonal**

$$\Omega = \frac{TS_D}{t_C} \text{ m}^2/\text{pt}$$

Donde,

(Ω) : nivel de servicio de la esquina, en m^2/pt

Con los resultados obtenidos, se debe usar la Tabla N°4 para determinar el nivel de servicio.

2.2.8. Método de Aforo

Al diseñar o renovar una vía, la elección del tipo de calzada, accesos a intersecciones depende en gran medida del volumen de la cantidad de vehículos que transitarán en un período determinado.

El intervalo suele ser de un día o una hora. Según (Gómez,2004) los métodos de aforo se clasifican de la siguiente manera:

2.2.8.1. Método Manual

Nos ayuda recopilar datos de flujo de tráfico utilizando trabajadores de campo, conocidos como aforadores de tráfico.

2.2.8.2. Método Mecánico

Consiste en utilizar herramientas que ayuden a inventariar vehículos sin la necesidad de emplear personal, por ejemplo, mediante detectores hidráulicos, magnéticos o presiones en planchas especiales.

2.2.8.3. Detectores Neumáticos

Este es un dispositivo que consiste en un tubo flexible fusionado con la capa de asfalto formando un ángulo con respecto al camino por donde pasan los vehículos. Un extremo de la manguera está cerrado y el otro está conectado a un interruptor que está bajo presión. A medida que pasan las ruedas, expulsan una gran cantidad de aire, lo que genera presión en el interruptor. Esta presión mueve los contactos y activa el registro.

2.2.8.4. Magnético

Está conformado por una placa de material acero revestido en caucho vulcanizado moldeado, que contiene un brazalet flexible de acero. A medida que cada eje del automóvil pasa por el dispositivo, completa el circuito. Con este localizador es posible calcular el número de vehículos por carril.

2.2.8.5. Sensor de Láser Infrarrojo

El sistema infrarrojo utiliza una celda de captura que es sensible a la radiación infrarroja. El detector de infrarrojos puede ser activo o pasivo. El detector activo detecta el uso de una fuente de energía infrarroja, mientras que el detector pasivo detecta el calor radiante del vehículo.

2.2.8.6. Método del Automóvil en movimiento

Implicar viajar en el vehículo con el operador y el observador a lo largo de parte de la línea de investigación. A medida que el vehículo se traslada a través del área inspeccionada, los observadores registrarán los vehículos que van en la dirección opuesta y notaran los vehículos que pasan y adelantan al resto de unidades.

2.2.8.7. Detector de Imagen

Consiste en una detección óptima y una solución económica. Para este sistema, primero se toman fotos diferentes del área que se está estudiando, seguidas del conteo de vehículos.

2.2.8.8. Fotoeléctrico

El conteo se realiza cuando el vehículo pasa a través de la fuente de luz, el sensor fotoeléctrico no es práctico cuando hay dos o más carriles. Debido a la gran desviación de las características peculiares del vehículo, este es un sistema que se limita a rutas de volumen.

2.2.8.9. Detector de Radar

Consiste en comparar la frecuencia de la señal transmitida con las señales recibidas. Siempre que exista una divergencia de frecuencia, se detectará el vehículo. No se degradan por el funcionamiento del vehículo. Los datos resultantes son fiables y precisos, pero su costo inicial suele ser mayor a comparación de otros dispositivos de medición (p. 61-79).

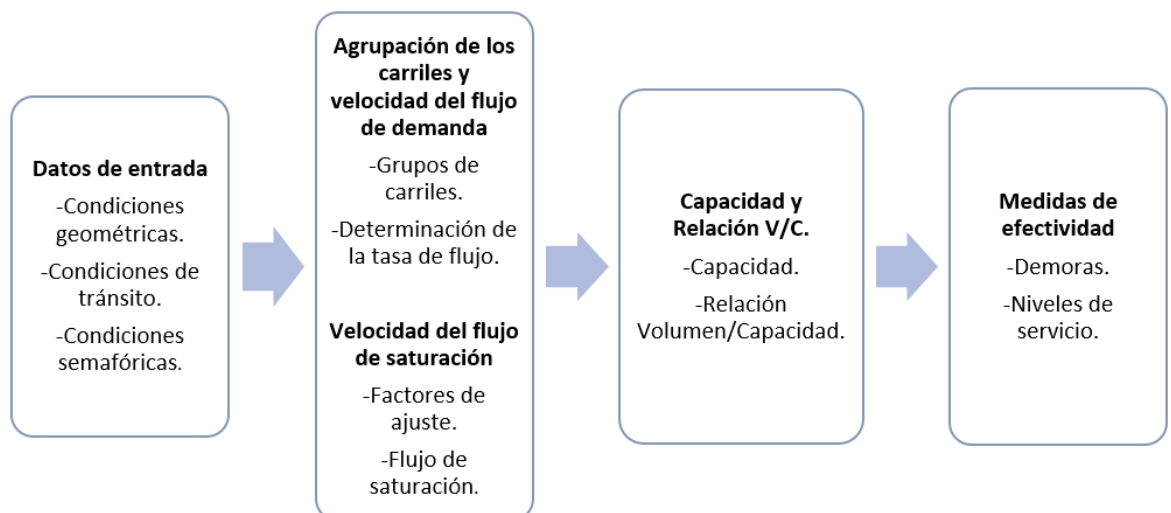
2.2.9. Highway Capacity Manual 2010

“El manual fue diseñado para que el ingeniero sepa orientarse y pueda diseñar una vía nueva o reparar una vía antigua con la certeza de que se calculará la capacidad real” (TRB, 2010).

A través del análisis operativo se determinará la capacidad de cada grupo de carriles o accesos, de forma general o global, con base en información detallada sobre el estado geométrico imperante en las intersecciones objeto de estudio, así como su tránsito actual y control semafórico.

Figura 25

Metodología para intersección señalizada presente



Nota. Adaptación del manual HCM 2010.

2.2.9.1. Datos de entrada

Estos datos de entrada se pueden fraccionar en los siguientes grupos: geometría, tráfico y condiciones del semáforo. Se puede verificar los parámetros de cada grupo en la siguiente tabla:

Tabla 4

Parámetros de los datos de entrada

TIPO DE CONDICIÓN	PARÁMETROS
Condiciones geométricas	- Tipos de área.
	- N: números de carriles.
	- W(m): ancho de carril.
	- G (%): grado de pendiente:
	- L _T o R _T : existencia de carril exclusivo izquierdo o derecho.
	- L _s : longitud de la bahía de almacenamiento de carril izquierdo o derecho.
Condiciones de tráfico	- Parqueo.
	- V(veh/h): volumen de la demanda por el movimiento.
	- S _o (pc/h/ln): tasa de flujo de saturación ideal.
	- FHP: factor de hora pico.
	- HV(%): porcentaje de vehículos pesados.
	- V _{ped} (p/h): volumen peatonal.
- N _b (buses/h): número de paradas de buses en la intersección.	

Nota. Adaptado del Manual HCM 2010.

2.2.9.2. Agrupación de carriles y velocidad del flujo de demanda

Las entradas de una intersección se considerarán individualmente, así como los grupos de carriles de cada entrada. Se determina la siguiente expresión:

$$FHP = \frac{VHMD}{N(V_p)}$$

Donde:

(V_p): Tasa de flujo durante los 15 minutos pico (*q_{max.15}*)

(VHMD): volumen horario de máxima demanda (veh/hr)

(FHP): Factor de hora pico.

(N): Número de periodos en la hora de máxima demanda.

Ríos (2018) expresa textualmente “Cuando se evalúa toda la intersección en función de su forma y tiempo de ciclo, se deben utilizar los grupos de carriles críticos para cada fase, que son los carriles con la velocidad v/c más alta”.

2.2.9.3. Velocidad del flujo de saturación

“El flujo de saturación representa el número de vehículos por hora y por carril que pueden pasar una intersección señalizada, si la señal verde dura toda la hora continua sin que el flujo de vehículos pare” (Ríos, 2019).

2.2.9.4. Determinación de demora

HCM (2010) considera que las siguientes condiciones son las que influyen en la demora del grupo de carriles:

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

Donde:

(f_v): factor verde del grupo de carriles.

(C): ciclo del semáforo.

(I): intensidad total del grupo de carriles.

(c): capacidad del grupo de carriles.

Una vez determinadas las demoras correspondientes a cada grupo de carriles, el paso siguiente es el cálculo de demora media ponderada en función a la intensidad:

$$d_{acc} = \frac{\sum_i d_i * I_i}{\sum_i I_i}$$

Como último paso se calculará la demora media ponderando las obtenidas en los distintos accesos, obteniendo así los niveles de servicio.

$$d_{int} = \frac{\sum_i d_{acc} * I_{acc}}{\sum_i I_{acc}}$$

2.2.10. Capacidad en vías con metodología HCM 2010

2.2.10.1. Capacidad

La capacidad vehicular en una sección uniforme de una vía rápida se define como la tasa máxima por hora de vehículos con una probabilidad razonable de cruzar esa vía en un período de tiempo determinado (principalmente durante la hora pico en 15 minutos), en las condiciones actuales de la vía, circulación y sistemas de control. Es importante precisar que el concepto de capacidad también puede aplicarse a las personas, lo cual es más importante dependiendo del tema de estudio; sin embargo, lo previamente determinado para efectos de esta investigación fue intentar restablecer el tránsito y reducir el número de accidentes que ponen en peligro la integridad de los usuarios y peatones.

2.2.10.2. Niveles de Servicio

Es una medida de calidad que describe las condiciones operacionales dentro de un flujo de tráfico, generalmente en término de medidas de servicio como velocidad, libretas de maniobra, interrupciones del tráfico, confort y convivencia.

Se usa una escala alfabética de seis niveles que van desde la A hasta la F, representando un rango de condiciones de operación que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5

Niveles de servicio en intersecciones señalizadas

NIVEL DE SERVICIO	CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN	DEMORA POR CONTROL (s/Veh.)
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	Empiezan 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

Nota. Adaptado del Manual HCM 2010.

2.2.10.3. Determinación del nivel de servicio

(Bañón y Beví, 2000, p. 8). En su trabajo de investigación, tomaron en evaluación la capacidad e intensidad para establecer del nivel de servicio presente.

Intensidad

Referido a la cantidad de vehículos que se movilizan en un determinado tiempo por la intersección.

Intensidad por Hora verde

$$I_V = \frac{C}{V} * I = \frac{I}{F_V}$$

Intensidad por metro de ancho y de hora verde

$$I_{m,V} = \frac{C}{V * A} * I = \frac{I}{F_V * A}$$

Capacidad

Referido a la intensidad máxima disponible que un acceso puede resistir.

$$C_R = \frac{V}{C} * C_V = F_V * C_V$$

Donde:

(C_R): capacidad real

(C_V): capacidad por hora verde

(F_V): factor verde

El HCM recomienda que la cantidad de 1.900 vehículos de clasificación ligeros por hora verde y carril, son la capacidad ideal para la intersección. Existen un conjunto de factores, que cambiará dicha relación (vl/hv/c):

$$C_R = 1.900 * N * F_V * F_A * F_P * F_i * F_e * F_{bb} * F_{gd} * F_{gi} * F_{ar}$$

Donde:

(N): Números de carriles del grupo.

(F_A): Factor de corrección por ancho del carril.

(F_P): Factor de ajuste por vehículos de clasificación pesados.

(F_i): Factor de corrección por pendientes de la rasante.

(F_e): Factor de corrección por consecuencia de los estacionamientos.

(F_{bb}): Factor de ajuste por paradas de autobús.

(F_{gd}): Factor de corrección por consecuencia de giros a la derecha.

(F_{gi}): Factor de corrección por consecuencia giros a la izquierda.

(F_{ar}): Factor de corrección respecto a la zona tipo urbana.

Figura 26

Factor de anchura

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

Nota. Adaptado de “Factor de anchura” (p.213) por Bañon B. y Bevia G., 2000, Manual de Capacidad de Carreteras.

Figura 27

Factor de vehículos clasificación pesados

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

Nota. Adaptado de “Factor de vehículos pesados” (p.213) por Bañon B. y Bevia G., 2000, Manual de Capacidad de Carreteras.

Figura 28*Factor de inclinación*

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

Nota. Adaptado de “Factor de inclinación” (p.213) por Bañón B. y Bevía G., 2000, Manual de Capacidad de Carreteras.

Figura 29*Factor de estacionamiento*

ESTACIONAMIENTO (f_e)			
$f_e = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 \cdot N_m}{3600 \cdot N} > 0.05$ $N_m = \text{N}^\circ \text{ de estacionamientos por hora}$ (0 ≤ N_m ≤ 180)			
N_M	Nº de carriles (N)		
	1	2	3
Prohibido	1.000	1.000	1.000
0	0.900	0.950	0.967
10	0.850	0.925	0.950
20	0.800	0.900	0.933
30	0.750	0.875	0.917
40	0.700	0.850	0.900
50	0.650	0.825	0.883
60	0.600	0.800	0.867
70	0.550	0.775	0.850

Nota. Adaptado de “Factor de estacionamiento” (p.213) por Bañón B. y Bevía G., 2000, Manual de Capacidad de Carreteras.

Figura 30

Factor de zona urbana

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

Nota. Adaptado de “Factor de zona urbana” (p.213) por Bañon B. y Bevia G., 2000, Manual de Capacidad de Carreteras.

Figura 31

Factor de paradas de autobús

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

Nota. Adaptado de “Factor de paradas de autobús” (p.213) por Bañon B. y Bevia G., 2000, Manual de Capacidad de Carreteras.

Figura 32

Factor de giros a la derecha

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

Nota. Adaptado de “Factor de giros a la derecha” (p.213) por Bañon B. y Bevia G., 2000, Manual de Capacidad de Carreteras.

Figura 33

Factor de giros a la izquierda

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

Nota. Adaptado de “Factor de giros a la izquierda” (p.213) por Bañón B. y Bevía G., 2000, Manual de Capacidad de Carreteras.

2.2.11. El software SYNCHRO 8.0 para análisis de la capacidad

El software SYNCHRO es utilizado en todo el mundo por analistas de tráfico en los últimos años.

“Para los procesos de análisis, evaluación y optimización de redes viales actualmente se están utilizando programas de cómputo especializados, como el SYNCHRO, que aplica el método HCM 2010” (Ríos, 2018).

- Optimiza la duración del ciclo y la distribución del tiempo verde para cada fase, eliminando la necesidad de realizar múltiples pruebas de tiempo y planificación en busca de la solución óptima.
- Generación de un mejor plan de tiempo en menos tiempo que cualquier otro programa disponible en la actualidad.

- Es interactivo, de modo que cuando se realizan cambios en la entrada, los resultados se actualizan automáticamente y el plan de acción se presenta como un gráfico de espacio-tiempo fácil de entender.
- Tiene una aplicación en redes de hasta trescientas intersecciones con considerable éxito, pudiendo separar redes más grandes y luego unir las.
- Simula y evalúa el comportamiento mixto de intersecciones con presencia o no de semáforos, brindando análisis y resultados para ambos en la misma plataforma de investigación y en el mismo formato.

El software mencionado se utilizará en esta investigación para brindar soporte técnico para las mejoras propuestas. Los informes técnicos se publicarán en los anexos, donde se pueda anotar el volumen ingresado, el diagrama de fase de los semáforos, el tipo de inspección, los dispositivos activados por el tráfico, las correcciones sobre la geometría, las respuestas del análisis, etc.

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Calzada o pista

El área de la calzada para vehículos, que tiene la anchura suficiente para disponer un determinado número de carriles para la circulación de estos vehículos, con exclusión de los bordes laterales.

2.3.2. Capacidad

La capacidad de una vía o carril es el número máximo de vehículos que pueden circular en un determinado período de tiempo sin demoras ni restricciones a la libre circulación de vehículos.

2.3.3. Carril

Parte de la carretera para el flujo de tráfico.

2.3.4. Dispositivos de control de tránsito

Señales, marcas, semáforos y dispositivos auxiliares que faciliten el estricto cumplimiento de las normas que rigen la circulación de vehículos, tanto en autopistas como en vías de la ciudad.

2.3.5. Flujo de tránsito

El movimiento del vehículo que se desplaza a lo largo de un cierto segmento de la carretera en un tiempo determinado.

2.3.6. HCM 2010

Highway Capacity Manual (Metodología del Manual de Capacidad de Carreteras - versión 2010).

2.3.7. Marcas en el pavimento

Las líneas y los símbolos que se utilizan para regular el movimiento de los vehículos y aumentar la seguridad operativa. En algunos casos sirve como complemento de los semáforos y señales en el control del tráfico; en otras palabras, es un vehículo único, que juega un papel importante en la regulación del funcionamiento del vehículo en la carretera.

2.3.8. Nivel de servicio

Es una medida de la calidad del tráfico en la carretera. Se categoriza de acuerdo a factores presentes en la vía como la velocidad, el tiempo de viaje, las interrupciones del tráfico, la libertad de conducción, la seguridad y los costos operativos.

2.3.9. Seguridad vial

Conjunto de acciones para prevenir o evitar el riesgo de accidentes de los usuarios de la vía y reducir los impactos sociales negativos causados por los accidentes.

2.3.10. Señalización vial

Dispositivos que se colocan en la calzada para advertir y avisar a los usuarios y regular el tráfico, contribuyendo a garantizar la seguridad de los usuarios.

2.3.11. Tránsito

Actividades de personas y vehículos que circulan por la vía.

2.3.12. Vía pública

“Se define como uso dotacional para la vía pública el de los espacios de dominio y uso público destinados a posibilitar el movimiento de los peatones, los vehículos y los medios de transporte colectivo de superficie habituales en las áreas urbanas, así como la estancia de peatones y el estacionamiento de vehículos en dichos espacios” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2010).

2.3.13. Volumen de servicio

Este es el tráfico correspondiente a cada nivel de servicio.

2.3.14. Volumen de tránsito

Número de vehículos que viajan en ambas direcciones en un segmento de carretera en un determinado período de tiempo: tomándose por hora, diario, semanal, etc.

2.4. Sistema de hipótesis

El estudio de la seguridad peatonal y vehicular contribuye a la solución del problema de transitabilidad peatonal y vehicular en las intersecciones de la Avenida Progreso en el distrito de Castilla.

2.4.1. Variables e indicadores

2.4.1.1. Variable Independiente

Estudio de la Seguridad Vial y Peatonal.

2.4.1.2. Operacionalización de Variables

Tabla N°6. Operacionalización de Variable Independiente.

Tabla 6

Operacionalización de Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS		
Estudio de la seguridad vial y peatonal	"Conjunto de procedimientos que trabajan en conjunto para garantizar la seguridad de los usuarios y protegerlos de accidentes de tránsito".	Operacionalmente la seguridad vial y peatonal, es una alternativa que se elabora con el fin de evitar la congestión vial, beneficiando al tránsito de vehículos y peatones en una determinada vía o intersección.	Levantamiento Topográfico	Levantamiento Altimétrico	Intervalo (msnm)	Trípode, Nivel de ingeniero, Mira, GPS, Wincha, Distanciómetro, diseño en software		
				Equidistancias	Intervalo (m)			
				Pendiente del terreno	Intervalo (%)			
			Conteo de Tráfico Vial	Vista en Planta	Intervalo (m)	Cantidad de Vehículos	-Unidad (Und) -Tránsito Promedio Diario (TPD)	Guía de observación y cálculo
					Cantidad de personas	-Índice Medio Diario (IMD)		
			Semaforización Y Señalización	Estado Ubicación/ Visibilidad Ciclo semafórico	Bueno/Malo	Tiempo (seg)	Guía de registro	
			Nivel de Servicio	Velocidad	Intervalo (Km/h)			
Tiempos de cola	Tiempo (seg)			Guía de registro				
	Demora	Unidad (Und)						

Nota. Elaboración propia.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Investigación Descriptiva

Esta investigación es descriptiva debido a que solo se describirá la problemática que presenta la vía a estudiar, sin llegar a profundizar en las causas que la originan.

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

En el trabajo de investigación se delimita la población a las intersecciones viales de la Avenida Progreso del distrito de Castilla en el departamento de Piura.

3.2.2. Muestra

En el presente estudio se tiene a las siguientes intersecciones viales de la Avenida Progreso, perteneciente al distrito de Castilla – Piura.

- Av. Progreso con Av. Junín, ubicado en el km 380.
- Av. Progreso con Av. Córpac, ubicado en el km 820.
- Av. Progreso con Av. Jorge Chávez, ubicado en el km 1460.
- Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión, ubicado en el km 2360.
- Av. Progreso con Av. Las Flores, ubicado en el km 2712.

3.3. Diseño de investigación

En el diseño de investigación se utilizará el diseño de estudio de campo, dado que consistió en la recolección de datos directamente del sitio de los hechos, como es el caso, de las intersecciones de la Avenida Progreso, distrito de Castilla – Piura.

3.4. Técnicas e Instrumentos de investigación

Tabla 7

Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos del trabajo de investigación

TECNICA	RECOLECCION DE DATOS	INSTRUMENTO	FUENTE
Observación Directa (Punto de intersección objeto de estudio)	Aforo Vehicular y peatonal.	Guía de observación para el conteo de unidades vehiculares y numero de peatones.	Adecuación según Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
	Fases y Ciclo Semafórico.	Guía de registro de fases y ciclo semafórico.	Adecuación a fin de registro según Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
	Características geométricas de la intersección.	Guía de observación para levantamiento topográfico.	Herramientas necesarias para recolección de datos topográficos de la intersección.
Análisis de documentos	Diseño geométrico vial.	Planos topográficos.	Municipalidad Distrital de Castilla.
	Registro de accidentabilidad peatonal y vial en los últimos 4 años.	Registros policiales de la intersección en estudio y vías aledañas.	UPIAT PNP PIURA
	Proyectos de rehabilitación o mantenimiento vial y señalización.	Expedientes técnicos de proyectos municipales.	Municipalidad Distrital de Castilla.

Nota. Elaboración propia.

3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

En este apartado se procesó los datos de campo obtenidos para el análisis de la información de campo y así poder plantear y evaluar las soluciones ante la problemática planteada al inicio de la investigación.

- Para la realización del aforo vehicular de la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín se utilizó el método manual, con un conteo de 12 horas (7:00 a.m.- 7:00 p.m) en el período de 6 días de la semana (lunes a sábado).
- El cálculo del aforo peatonal se realizó siguiendo el procedimiento del aforo vehicular, evaluando los 15 minutos de mayor intensidad peatonal del día y hora de mayor demanda de las intersecciones semaforizadas en estudio.
- Se organizó y clasificó la información obtenida según la severidad y se detectaron los problemas en las intersecciones de nuestra zona de estudio, utilizando herramientas en Excel y agenciándonos del Manual de Seguridad Vial y el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito; así como también el Manual de Capacidad de Carreteras “Highway Capacity Manual 2010” (HCM 2010).
- Simulación en el software Synchro Traffic 8.0, a través de los datos obtenidos se identificó y simuló como sería un infraestructural vial óptima tanto para vehículos como para peatones.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Ubicación del Proyecto

Esta investigación ha sido desarrollada en el distrito de Castilla, provincia de Piura y departamento de Piura.

4.1.2. Levantamiento de Sitio

Se realizó el levantamiento topográfico de las intersecciones de la Avenida Progreso durante todo el día del jueves 04 de agosto del 2022.

Para obtener la información topográfica necesaria, se realizó el levantamiento topográfico altimétrico en campo y con el equipo necesario para medir las longitudes y elevaciones de las intersecciones de la Avenida Progreso, para ello contamos con un Nivel de Ingeniero marca TOPCON AT-B4A, Trípode, mira, Wincha de 50 metros, GPS, Distanciómetro Láser marca BOSCH.

Se obtuvieron las dimensiones, condiciones y características geométricas de la zona en estudio tales como: pendientes, ancho de carril, calzadas, aceras, bermas, separadores centrales, etc.

Así mismo, nuestra primera visita a campo, nos permitió conocer la realidad de nuestra zona de estudio, identificar los puntos críticos y problemas que presenta cada intersección y plantear una propuesta de mejoramiento referente a nuestro estudio vehicular y peatonal.

<p>Nivel de Ingeniero</p> 	<p>Trípode</p> 	<p>Mira</p> 
<p>Wincha</p> 	<p>Distanciómetro Láser</p> 	<p>GPS</p> 

4.1.3. Gabinete

Posterior a la fase del levantamiento en campo, se procesó la información obtenida en el software del AUTOCAD 2018 permitiéndonos graficar nuestro perfil longitudinal, secciones transversales y características de la vía en estudio.

Presentando a continuación los siguientes planos:

- PLANTA TOPOGRÁFICA – SECCIONES VIALES
- PERFIL LONGITUDINAL
- SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL EN PLANTA
- SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL - DETALLES

4.1.4. Intersección Semaforzada: Av. Progreso con Av. Junín

Figura 34

Señalización horizontal en intersección de Av. Progreso con Av. Junín



Nota. Elaboración propia.

4.1.4.1. Aforo Vehicular

Se efectuó la visita de campo en las fechas del 08 al 13 de agosto del 2022, para realizar el cálculo del aforo vehicular de la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín se utilizó el método manual, en el período de 7 días de la semana (lunes a sábado) con un conteo de 12 horas (7:00 a.m.- 7:00 p.m.); tal y como muestran los resultados obtenidos en la siguiente tabla.

Tabla 8

Aforo Vehicular: Av. Progreso con Av. Junín desde el día lunes a sábado del mes de agosto del año 2022.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
07:00 – 8:00	2238	2183	2259	2165	2136	1825	12806
08:00 – 9:00	2271	2241	2181	2142	2067	1824	12726
09:00 – 10:00	2013	1927	2093	1987	2071	1721	11812
10:00 – 11:00	2189	2140	2178	2024	2095	1774	12400
11:00 – 12:00	2122	2151	2197	2025	2103	1815	12413
12:00 – 13:00	2234	2156	2245	2112	2249	1934	12930
13:00 – 14:00	2196	2175	2008	2031	2193	1873	12476
14:00 – 15:00	2093	2002	2035	2059	1931	1797	11917
15:00 – 16:00	2099	1957	2010	2022	2056	1725	11869
16:00 – 17:00	2141	2033	2132	2023	2183	1820	12332
17:00 – 18:00	2253	2139	2247	2141	2213	1831	12824
18:00 – 19:00	2278	2235	2275	2235	2217	1925	13165
TOTAL	26127	25339	25960	25066	25614	21864	149670
%	17.47%	16.93%	17.28%	16.68%	17.05%	14.61%	100.00%

Nota. Elaboración propia.

Según los datos obtenidos, el día donde se observó mayor demanda vehicular es el día lunes con un total de **2 278** vehículos en el horario de 06:00 a 07:00 p.m.

4.1.4.2. Selección de Hora Pico

Para obtener el factor de hora punta, se utilizaron los datos del día con mayor demanda de vehículos (lunes 08 de agosto a horas 06:00 p.m) en intervalos de tiempo de 15 minutos; tal y como se muestra a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 9*Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (06:00 p.m. – 06:15 p.m.)*

Tipo de Vehículo	Av. Progreso				Av. Junín				Total	%
	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Moto lineal	9	6	8	5	9	6	8	5	56	13.21
Mototaxi	20	15	19	12	15	13	17	14	125	29.48
Automóvil	32	23	30	21	28	19	33	21	207	48.82
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	4	0	4	0	3	0	2	0	13	3.07
Camioneta panel	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0.47
Camioneta rural	2	0	3	0	0	1	1	0	7	1.65
Micro	2	0	2	0	2	0	2	0	8	1.89
Ómnibus 2E	1	0	2	0	0	0	0	0	3	0.71
Ómnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	2	0	1	0	0	0	0	0	3	0.71
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	73	44	70	38	57	39	63	40	424	100.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 10*Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (06:15 p.m. – 06:30 p.m.)*

Tipo de Vehículo	Av. Progreso				Av. Junín				Total	%
	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Moto lineal	11	6	11	4	10	5	9	6	62	11.05
Mototaxi	24	14	21	15	19	17	18	15	143	25.49
Automóvil	47	38	47	36	41	39	46	37	331	59.00
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	3	0	1	0	2	0	2	0	8	1.43
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	2	0	1	0	1	0	1	0	5	0.89
Micro	2	0	2	0	2	0	2	0	8	1.43
Ómnibus 2E	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0.36
Ómnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.36
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	92	58	84	55	75	61	78	58	561	100.0

Nota. Elaboración propia.

Tabla 11

Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (06:30 p.m. – 06:45 p.m.)

Horario: 06:30-06:45 p.m.	Av. Progreso				Av. Junín				Total	%
	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Tipo de Vehículo	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Moto lineal	12	9	12	10	11	8	13	9	84	15.76
Mototaxi	23	19	23	17	24	17	26	18	167	31.33
Automóvil	39	29	42	27	37	24	37	19	254	47.65
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	4	0	2	0	2	0	2	0	10	1.88
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	2	0	1	0	1	0	2	0	6	1.13
Micro	2	0	2	0	2	0	2	0	8	1.50
Ómnibus 2E	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0.38
Ómnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0.38
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	84	57	84	54	77	49	82	46	533	100.0

Nota. Elaboración propia.

Tabla 12

Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (06:45 p.m. – 07:00 p.m.)

Horario: 06:45- 7:00 p.m.	Av. Progreso				Av. Junín				Total	%
	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Tipo de Vehículo	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Moto lineal	11	8	10	8	10	9	11	9	76	10.00
Mototaxi	28	17	25	18	24	20	27	21	180	23.68
Automóvil	77	65	79	59	53	41	51	42	367	61.45
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	4	1	2	1	2	1	3	1	15	1.97
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	2	1	2	0	1	0	1	1	8	1.05
Micro	2	0	2	0	2	0	2	0	8	1.05
Ómnibus 2E	1	0	0	0	2	0	0	0	3	0.39
Ómnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	1	0	2	0	0	0	0	0	3	0.39
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	126	92	122	86	94	71	95	74	760	100.0

Nota. Elaboración propia.

Según las tablas 9, 10, 11 y 12 señaladas, resulta el tiempo más crítico entre las **06:45 p.m. a 07:00 p.m.** con un total de **760** vehículos, respecto al conteo vehicular en intervalos de tiempo de 15 minutos.

Para obtener el factor de hora de máxima demanda aplicamos la siguiente fórmula:

$$\mathbf{FHMD} = \frac{\mathbf{VHMD}}{4(\mathbf{qmáx. 15})}$$

Donde:

(FHMD): Factor de hora de máxima demanda

(VHMD): Volumen horario de máxima demanda

(N): Número de períodos en la hora de máxima demanda

Por lo tanto, al reemplazar tendremos:

$$FHMD = \frac{2\ 278}{4(760)} = 0.75$$

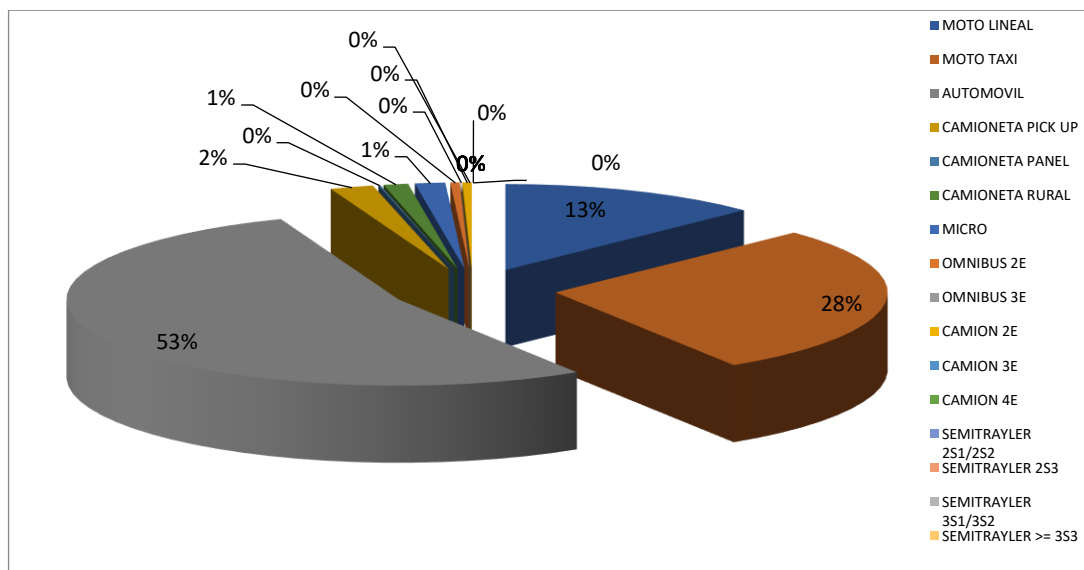
En la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín, el factor de hora de máxima demanda es de 0.75.

4.1.4.3. Clasificación Vehicular en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín

En la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín, según la información recopilada, la mayor cantidad de vehículos que transitan son los Automóviles.

Gráfico 1.

Porcentaje de la clasificación vehicular en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín



Nota. Elaboración propia.

4.1.4.4. Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de la Intersección de la Av. Progreso con Av. Junín

Para conocer el nivel de servicio y la capacidad vehicular en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Junín, fue necesario obtener los siguientes datos:

Ancho de Calzadas

Tabla 13

Medida de calzada en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín

Ubicación	Nº Calzadas	Nº Carriles	Ancho de Carril
Av. Progreso antes de la Av. Junín	1	2	3.25 m
Av. Progreso después de la Av. Junín	2	2	3.25 m
Av. Junín antes de la Av. Progreso	2	2	3.00 m
Av. Junín después de la Av. Progreso	1	2	3.00 m

Nota. Elaboración propia.

Porcentaje de Vehículos Pesados

De acuerdo a los datos adquiridos en la intersección, el porcentaje de vehículos pesados es de 1.84%.

Pendiente de Vías

La pendiente de vías es igual al 0.48%.

Estacionamiento de Vehículos

Se detectaron 7 veh. estacionados por hora en la Av. Progreso.

En la Av. Junín se detectaron 7 veh. estacionados por hora.

Paradas de Autobuses

No se encontró ninguna parada de autobuses.

Tipología de Zona en intersección estudiada

Zona urbana

Grupos de Carriles

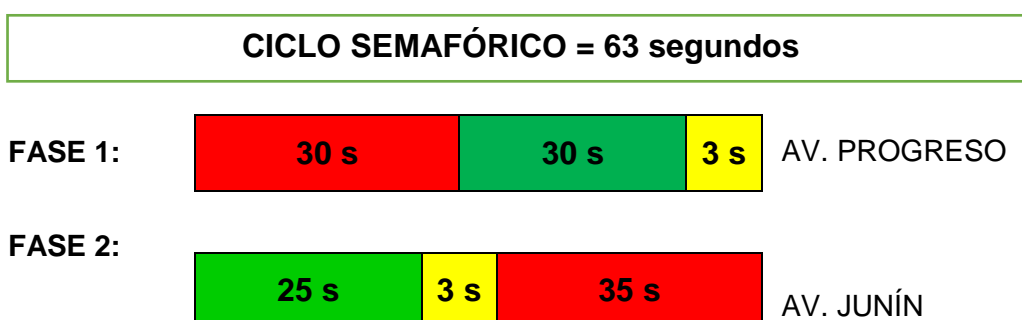
Se ubicaron 4 grupos de carriles en la intersección.

Tiempos de los semáforos en la Intersección

En la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín además de registrar los aforos vehiculares también se registraron los tiempos de verde, ámbar y rojo de cada fase de los semáforos, conforme se visualiza a continuación:

Gráfico 2.

Ciclo semafórico en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín




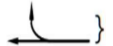


Nota. Elaboración propia.

Resumen de datos de la Intersección de la Av. Progreso con Av. Junín

Tabla 14

Características viales en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín

	Giros	N° Carril	Ancho de Calzada (m.)	Vehículos Pesados (%)	Pendiente (%)	Estacionamiento	Parada de Autobuses
Av. Progreso		2	3.25	1.84	0.48	3	0
		2	3.25	1.84	0.48	4	0
Av. Junín		2	3.00	1.84	0.48	3	0
		2	3.00	1.84	0.48	4	0

Nota. Elaboración propia.

4.1.4.5. Nivel de servicio y capacidad vehicular en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín

Según el Manual de Capacidad de Carreteras “Highway Capacity Manual 2010” (HCM 2010), para determinar la capacidad y el nivel de servicio en la intersección es necesario considerar lo siguiente:

Factor Verde

$$fv = \frac{\text{fase verde}}{\text{ciclo semaforico}}$$

En Av. Progreso:

$$fv = \frac{30}{63} = 0.476$$

En Av. Junín:

$$fv = \frac{25}{63} = 0.397$$

Factor de Ancho Carril

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

En Av. Progreso:

$$fA = 1 + \frac{3.25 - 3.60}{9} = 0.961$$

En Av. Junín:

$$fA = 1 + \frac{3.00 - 3.60}{9} = 0.933$$

Factor de Vehículos Pesados

$$fp = \frac{1}{1 + \%vehículos\ pesados}$$

En Av. Progreso:

$$fp = \frac{1}{1 + 1.84\%} = 0.982$$

En Av. Junín:

$$fp = \frac{1}{1 + 1.84\%} = 0.982$$

Factor de Inclinación

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

En Av. Progreso:

$$fi = 1 - \frac{0.04\%}{200} = 1$$

En Av. Junín:

$$fi = 1 - \frac{0.04\%}{200} = 1$$

Factor de Estacionamiento

$$fe = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 * N_m}{3600 * N}$$

En Av. Progreso:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 3}{3600 * 2} = 0.943$$

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 4}{3600 * 2} = 0.940$$

En Av. Junín:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 3}{3600 * 2} = 0.943$$

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 4}{3600 * 2} = 0.940$$

Factor de Parada de Autobús

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

En la Av. Progreso:

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

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

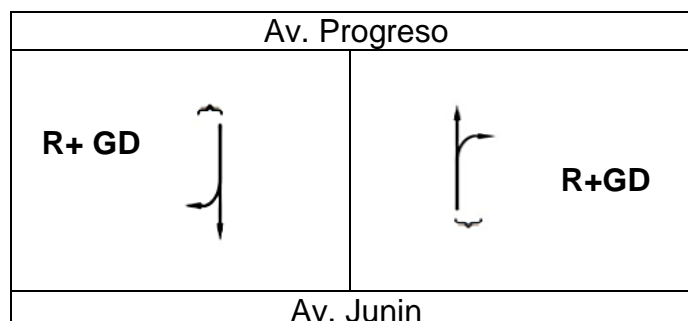
En la Av. Junín:

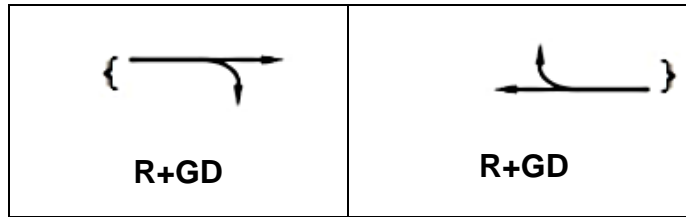
$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 * 0}{3600 * 2} = 1$$

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

Factor de Giros a la Derecha e Izquierda

Tomando de referencia la figura 34, se puede observar los giros respectivos que presenta esta intersección.





De acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras “Highway Capacity Manual 2010” (HCM 2010), los valores de factor de giro a la derecha son 0.75, valor respectivo para cada giro en carril de cada avenida en la intersección.

El valor del factor de ajuste por giro a la izquierda (pág. 24) es 1, valor respectivo para cada giro en carril de cada avenida en la intersección.

Factor de Tipo de Zona

El factor que se utiliza para zona urbana es de 0.90.

4.1.4.6. Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

Capacidad Vehicular Real

Se calcula usando lo siguiente:

$$Cr = 1900 \times N^{\circ} \text{Carril} \times fv \times fa \times fp \times fi \times fe \times fbb \times fgd \times fgi \times far$$

Tabla 15

Capacidad vehicular real en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín

Avenidas	Carril	<i>fv</i>	<i>fa</i>	<i>fp</i>	<i>fi</i>	<i>fe</i>	<i>fbb</i>	<i>fgd</i>	<i>fgi</i>	<i>far</i>	Capacidad Real (v/h)	
Av. Progreso		2	0.476	0.961	0.982	1	0.943	1	0.75	1	0.90	1086
		2	0.476	0.961	0.982	1	0.940	1	0.75	1	0.90	1084
Av. Junín		2	0.397	0.933	0.982	1	0.943	1	0.75	1	0.90	879
		2	0.397	0.933	0.982	1	0.940	1	0.75	1	0.90	877

Nota. Elaboración propia.

Intensidad Circulante

Tabla 16

Total de vehículos por giro de la intersección Av. Progreso con Av. Junín.

Intersecciones	Av. Progreso				Av. Junín				Total
Giros	↑	↗	↓	↖	→	↓	←	↖	
Total de vehículos por giros	375	251	360	233	303	220	318	218	2278
	626		593		523		536		

Nota. Elaboración propia.

$$I = \frac{IHP}{FHP}$$

En la Av. Progreso:

$$I = \frac{626}{0.75} = 835 \text{ Veh/h}$$

$$I = \frac{593}{0.75} = 791 \text{ Veh/h}$$

En la Av. Junín:

$$I = \frac{523}{0.75} = 698 \text{ Veh/h}$$

$$I = \frac{536}{0.75} = 715 \text{ Veh/h}$$

Cálculo del Cociente (I/Cr)

$$\frac{I}{C}$$

En la Av. Progreso:

$$\frac{835}{1086} = 0.769$$

$$\frac{791}{1084} = 0.730$$

En la Av. Junín:

$$\frac{698}{879} = 0.794$$

$$\frac{715}{877} = 0.816$$

4.1.4.7. Nivel de Servicio de cada Acceso

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

Tabla 17

Nivel de servicio en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín

Avenidas	Giros	f_v	Ciclo Semafórico	I	C	I/C	Demora acceso (seg.)	Nivel de Servicio
Av. Progreso		0.476	63	835	1086	0.769	36.38	D
		0.476	63	791	1084	0.730	36.74	D
Av. Junin		0.397	63	698	879	0.794	38.73	D
		0.397	63	715	877	0.816	38.32	D

Nota. Elaboración propia.

4.1.4.8. Nivel de Servicio de la Intersección

$$d_{\text{intersecc.}} = \frac{\sum_i \text{demora} * \text{Intensidad}}{\sum_i \text{intensidad}}$$

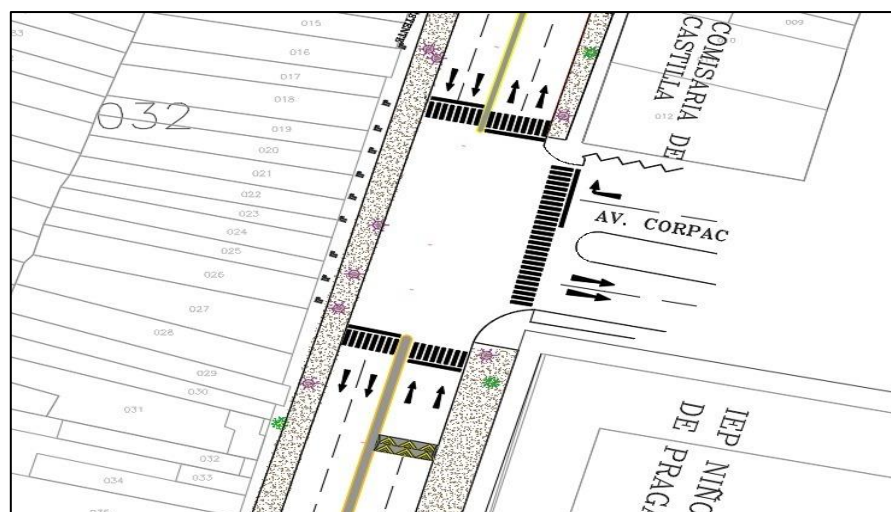
$$d_{\text{intersecc.}} = \frac{35.62 * 835 + 35.57 * 791 + 39.00 * 697 + 39.00 * 715}{835 + 791 + 697 + 715} = 37.18 \text{ seg}$$

Concluimos, el nivel de servicio de la intersección semaforizada que contempla la Av. Progreso y Av. Junín es D.

4.1.5. Intersección Semaforzada: Av. Progreso con Av. Córpac

Figura 35

Intersección Av. Progreso con Av. Córpac



Nota. Elaboración propia.

4.1.5.1. Aforo Vehicular

Para la realización del aforo vehicular de la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac se utilizó el método manual, en el período de 7 días de la semana (lunes a sábado) con un conteo de 12 horas (7:00 a.m.- 7:00 p.m.); tal y como muestran los resultados obtenidos a continuación.

Tabla 18

Aforo Vehicular: Av. Progreso con Av. Córpac desde el día lunes 08 al sábado 13 de agosto del año 2022.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
07:00 – 8:00	2049	1973	2019	1915	1986	1781	11723
08:00 – 9:00	1951	1841	1993	1842	1874	1672	11173
09:00 – 10:00	1833	1732	1807	1787	1871	1521	10551
10:00 – 11:00	1889	1740	1778	1724	1895	1574	10600
11:00 – 12:00	1922	1851	1937	1825	1903	1615	11053
12:00 – 13:00	1914	1956	1985	1924	1949	1734	11462
13:00 – 14:00	2016	1945	2008	1981	2013	1697	11660

14:00 – 15:00	1893	1902	2035	2059	1931	1561	11381
15:00 – 16:00	1899	1807	1820	1722	1856	1565	10669
16:00 – 17:00	1841	1833	1732	1723	1885	1520	10534
17:00 – 18:00	1903	1879	1963	1841	1913	1691	11190
18:00 – 19:00	2037	1925	1947	1835	1877	1625	11246
TOTAL	23147	22384	23024	22178	22953	19556	133242
%	17.37	16.80	17.28	16.64	17.23	14.68	100.00

Nota. Elaboración propia.

Según los datos obtenidos, el día donde se observó mayor demanda vehicular es el día lunes 08 de agosto con un total de **2 049** vehículos en el horario de 07:00 a 08:00 a.m.

4.1.5.2. Selección de Hora Pico

Para obtener el factor de hora punta, se utilizaron los datos del día con mayor demanda de vehículos (lunes de 07:00 a 08:00 a.m.) en intervalos de tiempo de 15 minutos; tal y como se muestra a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 19*Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (07:00 a.m. – 07:15 a.m.)*

Horario: 07:00 – 07:15 a.m.	Av. Progreso			Av. Córpac			Total	%
	↑	↗	↓	↘	↑	↓		
Tipo de Vehículo								
Moto lineal	16	10	14	12	6	9	67	15.33
Mototaxi	25	14	16	13	8	16	92	21.05
Automóvil	56	45	58	43	24	26	252	57.57
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	3	1	2	1	2	2	11	2.52
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	1	0	2	0	0	0	3	0.69
Micro	3	0	3	0	0	0	6	1.37
Ómnibus 2E	3	0	1	0	0	0	4	0.92
Ómnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	2	0	0	0	0	0	2	0.46
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	109	70	96	69	40	53	437	100.0

Nota. Elaboración propia.

Tabla 20*Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (07:15 a.m. – 07:30 a.m.)*

Horario: 07:15-07:30 a.m.	Av. Progreso			Av. Córpac			Total	%
	↑	↗	↓	↘	↑	↓		
Tipo de Vehículo								
Moto lineal	12	6	13	5	7	4	47	9.89
Mototaxi	31	20	33	22	19	21	146	30.74
Automóvil	55	36	57	41	35	39	263	55.37
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	2	1	2	1	1	1	8	1.68
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	1	0	2	0	0	0	3	0.63
Micro	2	0	2	0	0	0	4	0.84
Ómnibus 2E	2	0	2	0	0	0	4	0.84
Ómnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	105	63	111	69	62	65	475	100.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 21*Aforo Vehicular – Día lunes 8 de agosto (7:30 a.m. – 7:45 a.m.)*

Horario: 07:30 – 07:45 a.m.	Av. Progreso			Av. Córpac			Total	%
	Tipo de Vehículo	↑	↗	↓	↘	↑		
Moto lineal	11	7	13	6	5	10	52	10.16
Mototaxi	31	29	39	33	20	17	169	33.01
Automóvil	61	41	61	29	36	34	262	52.15
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	3	2	4	1	2	1	13	2.54
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	2	0	2	1	0	0	5	0.98
Micro	3	0	3	0	0	0	6	1.17
Ómnibus 2E	2	0	1	0	0	0	3	0.59
Ómnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	1	0	1	0	0	0	2	0.39
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	114	79	124	70	63	62	512	100.0

Nota. Elaboración propia.

Tabla 22*Aforo Vehicular – Día lunes 8 de agosto (07:45 a.m. – 8:00 a.m.)*

Horario: 07:45 – 08:00 a.m.	Av. Progreso			Av. Córpac			Total	%
	Tipo de Vehículo	↑	↗	↓	↘	↑		
Moto lineal	14	8	13	5	11	12	63	10.08
Mototaxi	39	23	42	24	31	29	188	30.08
Automóvil	64	53	65	54	58	47	341	54.56
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	6	3	1	2	0	0	12	1.92
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	2	1	2	1	1	1	8	1.28
Micro	3	0	3	0	0	0	6	0.96
Ómnibus 2E	2	0	1	0	0	0	3	0.48
Ómnibus 3E	2	0	0	0	0	0	2	0.32
Camión 2E	1	0	1	0	0	0	2	0.32
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	133	88	128	86	101	89	625	100.0

Nota. Elaboración propia.

Según las tablas N° 19, 20, 21 y 22 señaladas, resulta el tiempo más crítico entre las 07:45 a 08:00 con un total de 625 vehículos, respecto al conteo vehicular en intervalos de tiempo de 15 minutos.

Para obtener el factor de hora de máxima demanda aplicamos la siguiente fórmula:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(qmáx. 15)}$$

Donde:

(FHMD): Factor de hora de máxima demanda

(VHMD): Volumen horario de máxima demanda

(N): Número de períodos en la hora de máxima demanda

$$FHMD = \frac{2049}{4(625)} = 0.82$$

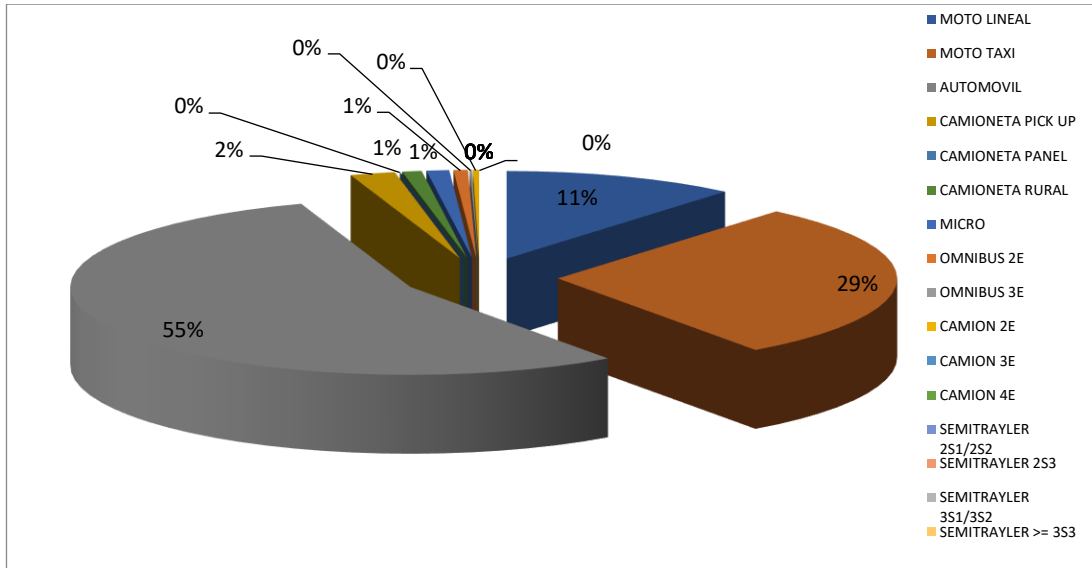
En la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac, el FHMD es de 0.82.

4.1.5.3. Clasificación Vehicular en la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac

En la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac, según la información recopilada, la mayor cantidad de vehículos que transitan son los Automóviles.

Gráfico 3.

Porcentaje de la clasificación vehicular en la intersección de la Av. Progreso con Av. Corpac



Nota. Elaboración propia.

4.1.5.4. Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de la Intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac

Para conocer el nivel de servicio y la capacidad vehicular en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac, fue necesario obtener los siguientes datos:

Ancho de Calzadas

Tabla 23

Medida de calzada en la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac

Ubicación	N° Calzadas	N° Carriles	Ancho de Carril
Av. Progreso	2	2	3.25 m
Av. Córpac	2	2	2.85 m

Nota. Elaboración propia.

Porcentaje de Vehículos Pesados

De acuerdo a los datos adquiridos en la intersección, el porcentaje de vehículos pesados es de 1.09 %.

Pendiente de Vías

La pendiente de vías es igual al 0.072%.

Estacionamiento de Vehículos

Se detectaron 4 veh. estacionados por hora en la Av. Progreso.

En la Av. Córpac se detectaron 22 veh. estacionados por hora.

Paradas de Autobuses

No se encontró ninguna parada de autobuses.

Tipología de zona en intersección estudiada

Zona urbana

Grupos de Carriles

Se ubicaron 3 grupos de carriles en la intersección.

Tiempos de los Semáforos en la intersección

En la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac además de registrar los aforos vehiculares también se registraron los tiempos de verde, ámbar y rojo de cada fase de los semáforos, conforme se visualiza a continuación:

Gráfico 4.

Ciclo semafórico en la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac

CICLO SEMAFÓRICO = 93 segundos

FASE 1:



FASE 2:



Nota. Elaboración propia.

Resumen de datos de la Intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac

Tabla 24

Características viales en la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac

	Giros	Nº Carril	Ancho de Calzada (m.)	Vehículos Pesados (%)	Pendiente (%)	Estacionamiento	Parada de Autobuses
Av. Progreso		2	3	1.09	0.072	1	0
		2	3	1.09	0.072	3	0
Av. Córpac		1	2.85	1.09	0.072	0	0
		1	2.85	1.09	0.072	10	0
		2	2.85	1.09	0.072	12	0

Nota. Elaboración propia.

4.1.5.5. Nivel de servicio y capacidad vehicular en la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac

Según el HCM para determinar la capacidad y el nivel de servicio en la intersección es necesario lo siguiente:

Factor Verde

$$fv = \frac{\textit{fase verde}}{\textit{ciclo semaforico}}$$

En Av. Progreso:

$$fv = \frac{35}{93} = 0.376$$

En Av. Córpac:

$$fv = \frac{40}{93} = 0.430$$

Factor de Ancho Carril

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

En Av. Progreso:

$$fA = 1 + \frac{3.25 - 3.60}{9} = 0.961$$

En Av. Córpac:

$$fA = 1 + \frac{2.85 - 3.60}{9} = 0.917$$

Factor de Vehículos Pesados

$$fp = \frac{1}{1 + \%vehiculos\ pesados}$$

En Av. Progreso:

$$fp = \frac{1}{1 + 1.09\%} = 0.989$$

En Av. Córpac:

$$fp = \frac{1}{1 + 1.09\%} = 0.989$$

Factor de Inclinación

$$fi = 1 - \frac{\textit{pendiente}(\%)}{200}$$

En Av. Progreso:

$$fi = 1 - \frac{0.07\%}{200} = 1$$

En Av. Córpac:

$$f_i = 1 - \frac{0.07\%}{200} = 1$$

Factor de Estacionamiento

$$f_e = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 * N_m}{3600 * N}$$

En Av. Progreso:

$$f_e = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 1}{3600 * 2} = 0.948$$

$$f_e = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 3}{3600 * 2} = 0.943$$

En Av. Córpac:

$$f_e = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 0}{3600 * 2} = 0.950$$

$$f_e = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 10}{3600 * 2} = 0.925$$

$$f_e = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 12}{3600 * 2} = 0.920$$

Factor de Parada de Autobús

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

En la Av. Progreso:

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

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

En la Av. Córpac:

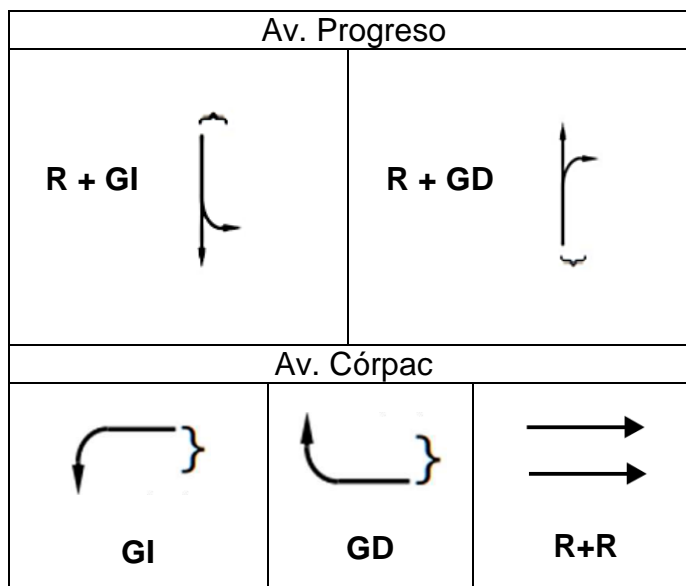
$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 * 0}{3600 * 1} = 1$$

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

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

Factor de Giros a la Derecha e Izquierda

Tomando de referencia la figura 35, se puede observar los giros respectivos que presenta la intersección.



De

acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras “Highway Capacity Manual 2010” (HCM 2010), los valores de factor de giro a la derecha son 0.75, valor respectivo para cada giro en carril de cada avenida en la intersección.

El valor del factor de ajuste por giro a la izquierda (pág. 24) es 0.92, valor para el giro en la Av. Progreso; para la Av. Córpac el valor será de 0.75 en la intersección.

Factor de Tipo de Zona

El factor que se utiliza para zona urbana es de 0.90.

4.1.5.6. Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

Capacidad Vehicular Real

$$Cr = 1900 \times N^{\circ} \text{Carril} \times fv \times fa \times fp \times fi \times fe \times fbb \times fgd \times fgi \times far$$

Tabla 25

Capacidad vehicular real en la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac

Avenidas	Carril	fv	fa	fp	fi	fe	fb	fgd	fgi	far	Capacidad Real (v/h)	
Av. Progreso		2	0.376	0.961	0.989	1	0.948	1	0.75	1	0.90	870
		2	0.376	0.961	0.989	1	0.943	1	1	0.92	0.90	1061
Av. Córpac		1	0.430	0.917	0.989	1	0.950	1	0.75	1	0.90	475
		1	0.430	0.917	0.989	1	0.925	1	1	0.75	0.90	463
		2	0.430	0.917	0.989	1	0.920	1	1	1	0.90	614

Nota. Elaboración propia.

Intensidad Circulante

Tabla 26

Total de vehículos por giro de la intersección Av. Progreso con Av. Córpac.

Intersecciones	Av. Progreso				Av. Córpac		Total
Giros	↑	↗	↓	↘	↖	↙	
Total de vehículos por giros	461	300	459	294	266	269	2049
	761		753		535		

Nota. Elaboración propia.

$$I = \frac{IHP}{FHP}$$

En la Av. Progreso:

$$I = \frac{761}{0.82} = 929 \text{ Veh/h}$$

$$I = \frac{753}{0.82} = 919 \text{ Veh/h}$$

En la Av. Córpac:

$$I = \frac{266}{0.82} = 325 \text{ Veh/h}$$

$$I = \frac{269}{0.82} = 328 \text{ Veh/h}$$

$$I = \frac{300}{0.82} = 366 \text{ Veh/h}$$

Cálculo del Cociente (I/Cr)

$$\frac{I}{C}$$

En la Av. Progreso:

$$\frac{929}{870} = 1.068$$

$$\frac{919}{1061} = 0.866$$

En la Av. Córpac:

$$\frac{325}{475} = 0.683$$

$$\frac{328}{463} = 0.709$$






$$\frac{366}{614} = 0.596$$

4.1.5.7. Nivel de Servicio de cada Acceso

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

Tabla 27

Medida de calzada en la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac

Avenidas	Giros	f_v	Ciclo Semafórico	I	C	I/C	Demora acceso (seg.)	Nivel de Servicio
Av. Progreso		0.376	93	929	870	1.068	53.68	D
		0.376	93	919	1061	0.866	43.24	D
Av. Córpac		0.430	93	325	475	0.683	44.61	D
		0.430	93	328	463	0.709	45.26	D
		0.430	93	366	614	0.596	41.42	D

Nota. Elaboración propi

a.

4.1.5.8. Nivel de Servicio de la Intersección

$$d_{\text{intersecc.}} = \frac{\sum_i \text{demora} * \text{Intensidad}}{\sum_i \text{intensidad}}$$

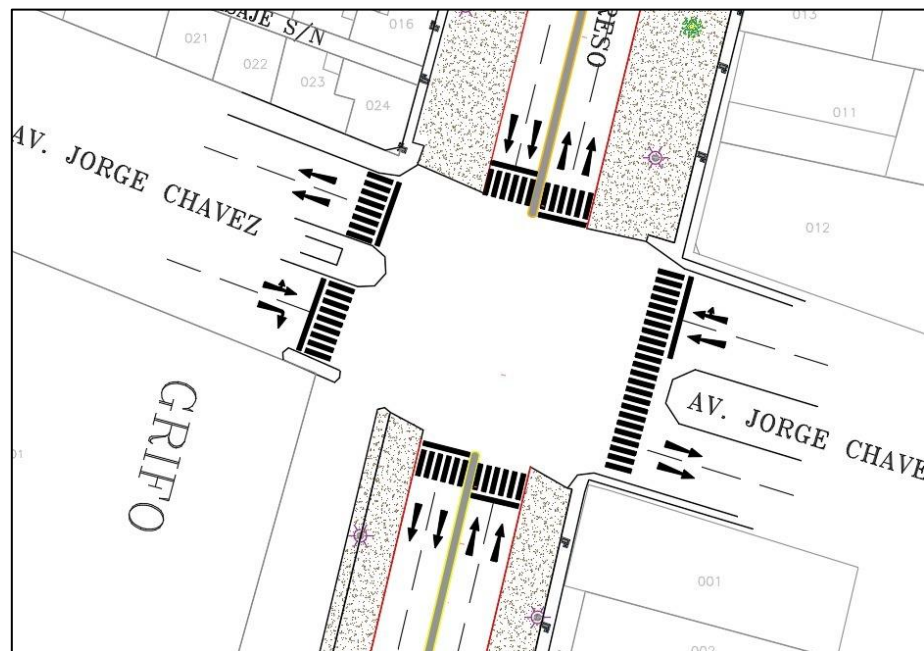
$$d_{\text{intersecc.}} = \frac{(53.68 * 929) + (43.24 * 919) + (44.61 * 325) + (45.26 * 328) + (41.42 * 366)}{929 + 919 + 325 + 328 + 366}$$
$$= 46.78 \text{ seg}$$

Concluimos, el nivel de servicio de la intersección semaforizada que contempla la Av. Progreso y Av. Córpac es D.

4.1.6. Intersección Semaforizada: Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

Figura 36

Av. Progreso con Av. Jorge Chávez



Nota. Elaboración propia.

4.1.6.1. Aforo Vehicular

Se efectuó la visita de campo en las fechas del 08 al 13 de agosto del 2022, para realizar el cálculo del aforo vehicular de la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez se utilizó el método manual, en el período de 7 días de la

semana (lunes a sábado) con un conteo de 12 horas (7:00 a.m.- 7:00 p.m.); tal y como muestran los resultados obtenidos a continuación.

Tabla 28

Aforo Vehicular: Av. Progreso con Av. Jorge Chávez desde el día lunes a sábado del mes de agosto del año 2022.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
07:00 – 8:00	1105	1156	1180	1112	1123	922	6598
08:00 – 9:00	1232	1208	1222	1199	1164	975	7000
09:00 – 10:00	1110	1124	1090	1074	1158	823	6379
10:00 – 11:00	1086	1017	1075	1021	1092	871	6162
11:00 – 12:00	1119	1148	1097	1132	1091	892	6479
12:00 – 13:00	1221	1203	1142	1209	1188	926	6889
13:00 – 14:00	1193	1172	1153	1128	1060	870	6576
14:00 – 15:00	1090	1099	1032	1056	1028	794	6099
15:00 – 16:00	1096	1007	1154	1019	1053	722	6051
16:00 – 17:00	1018	933	1009	920	982	717	5579
17:00 – 18:00	1130	1071	1092	1138	1128	888	6447
18:00 – 19:00	1159	1092	1044	1137	1114	906	6452
TOTAL	13559	13230	13290	13145	13181	10306	76711
%	17.68	17.25	17.32	17.14	17.18	13.43	100.00

Nota. Elaboración propia.

Según los datos obtenidos, el día donde se observó mayor demanda vehicular es el día lunes con un total de **1 232** vehículos en el horario de 08:00 a 09:00 a.m.

4.1.6.2. Selección de Hora Pico

Para obtener el factor de hora punta, se utilizaron los datos del día con mayor demanda de vehículos (lunes 08 de agosto a horas 08:00 a.m.) en intervalos de tiempo de 15 minutos; tal y como se muestra a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 29

Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (08:00 a.m – 08:15 a.m.)

Horario: 08:00 – 08:15 a.m	Av. Progreso				Av. Jorge Chávez			Total	%	
Tipo de Vehículo	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↑		
Moto lineal	7	4	8	3	5	4	6	5	42	13.25
Mototaxi	16	6	17	8	14	12	13	10	96	30.28
Automóvil	24	21	22	18	21	13	18	11	148	46.69
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	3	0	4	0	2	0	2	0	11	3.47
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	2	0	2	0	1	0	0	0	5	1.58
Micro	4	0	4	0	0	0	0	0	8	2.52
Omnibus 2E	1	0	1	0	1	0	1	0	4	1.26
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	1	0	2	0	0	0	0	0	3	0.95
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	58	31	60	29	44	29	40	26	317	100.00

Nota. Elaboración propia

Tabla 30

Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (08:15 a.m – 08:30 a.m.)

Horario: 08:15 – 08:30 a.m	Av. Progreso				Av. Jorge Chávez			Total	%	
Tipo de Vehículo	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↑		
Moto lineal	8	6	5	4	7	3	5	6	44	12.29
Mototaxi	17	9	16	12	15	11	13	8	101	28.21
Automóvil	31	21	23	17	29	18	29	16	184	51.40
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	2	0	2	0	3	0	3	0	10	2.79
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	2	0	2	0	1	0	1	0	6	1.68
Micro	4	0	4	0	0	0	0	0	8	2.23
Omnibus 2E	3	0	1	0	0	0	1	0	5	1.40
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	67	36	53	33	55	32	52	30	358	100.0

Nota. Elaboración propia.

Tabla 31

Aforo Vehicular – Día Lunes 08 de agosto (08:30 a.m – 08:45 a.m)

Horario: 08:30 - 08:45 a.m.	Av. Progreso				Av. Jorge Chávez				Total	%
	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Tipo de Vehículo	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Moto lineal	7	2	6	3	4	2	5	3	32	10.92
Mototaxi	14	9	15	8	7	9	10	13	85	29.01
Automóvil	24	13	22	15	21	11	19	16	141	48.12
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	3	0	3	0	2	1	2	1	12	4.10
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	1	0	1	0	1	1	1	0	5	1.71
Micro	4	0	4	0	0	0	0	0	8	2.73
Omnibus 2E	2	0	2	0	1	0	1	0	6	2.05
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	1	0	2	0	1	0	0	0	4	1.37
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	56	24	55	26	37	24	38	33	293	100.0

Nota. Elaboración propia.

Tabla 32

Aforo Vehicular – Día Lunes 08 de agosto (08:45 a.m – 09:00 a.m)

Horario: 08:45 - 09:00 a.m	Av. Progreso				Av. Jorge Chávez				Total	%
	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Tipo de Vehículo	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Moto lineal	5	6	4	3	6	7	4	2	37	14.02
Mototaxi	9	5	13	9	11	6	14	8	75	28.41
Automóvil	21	9	22	10	15	8	16	17	118	44.70
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	3	0	3	0	2	1	2	0	11	4.17
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	1	0	1	0	2	0	2	0	6	2.27
Micro	4	0	4	0	0	0	0	0	8	3.03
Omnibus 2E	3	0	1	0	0	0	1	0	5	1.89
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	1	0	0	0	1	0	2	0	4	1.52
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	47	20	48	22	37	22	41	27	264	100.00

Nota. Elaboración propia.

Según las tablas N° 29, 30, 31 y 32 señaladas anteriormente respecto al conteo vehicular en intervalos de tiempo de 15 minutos, resultando el tiempo más crítico entre las 08:15 a 08:30 con un total de 358 vehículos.

Para obtener el factor de hora de máxima demanda aplicamos la siguiente fórmula:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(q_{m\acute{a}x. 15})}$$

Donde:

(FHMD): Factor de hora de máxima demanda

(VHMD): Volumen horario de máxima demanda

(N): Número de períodos en la hora de máxima demanda

Por lo tanto, al reemplazar tendremos:

$$FHMD = \frac{1\ 232}{4(358)} = 0.86$$

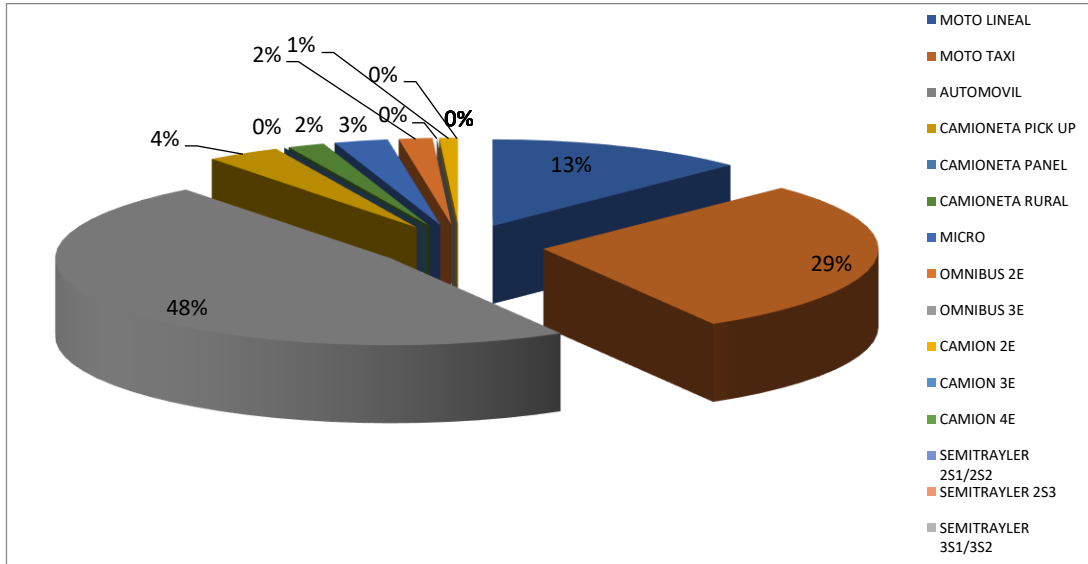
En la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez, el factor de hora de máxima demanda es de 0.86.

4.1.6.3. Clasificación Vehicular en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

En la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez, según la información recopilada, la mayor cantidad de vehículos que transitan son los Automóviles.

Gráfico 5.

Porcentaje de la clasificación vehicular en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez.



Nota. Elaboración propia.

4.1.6.4. Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de la Intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

Para conocer el nivel de servicio y la capacidad vehicular en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez, fue necesario obtener los siguientes datos:

Ancho de Calzadas

Tabla 33

Medida de calzada en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

Ubicación	N° Calzadas	N° Carriles	Ancho de Carril
Av. Progreso antes de la Av. Jorge Chávez	2	2	3.25 m
Av. Progreso después de la Av. Jorge Chávez	2	2	3.25 m
Av. Jorge Chávez antes de la Av. Progreso	2	2	2.85 m
Av. Jorge Chávez después de la Av. Progreso	2	2	2.85 m

Nota. Elaboración propia

Porcentaje de Vehículos Pesados

De acuerdo a los datos adquiridos en la intersección, el porcentaje de vehículos pesados es de 2.93%.

Pendiente de Vías

La pendiente de vías es igual al 0.77%.

Estacionamiento de Vehículos

Se detectaron 6 veh. estacionados p/hor en la Av. Progreso.

En la Av. Jorge Chávez se detectaron 6 veh. estacionados p/h.

Paradas de Autobuses

No se encontró ninguna parada de autobuses.

Tipología de Zona en intersección estudiada

Zona urbana

Grupos de Carriles

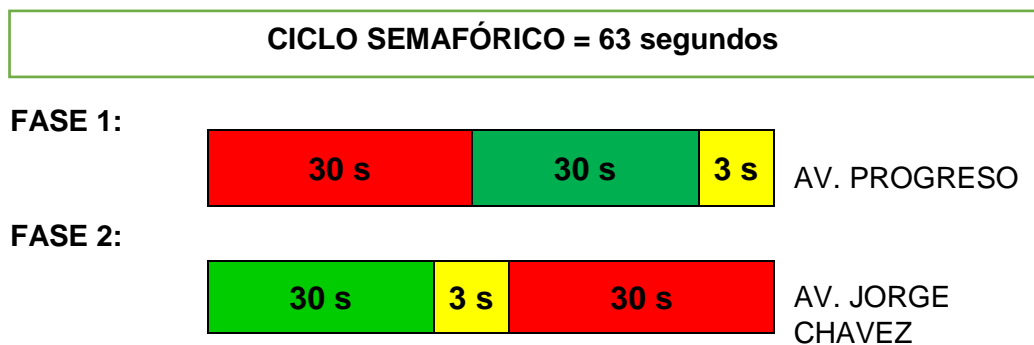
Se ubicaron 4 grupos de carriles en la intersección.

Tiempos de los Semáforos en la intersección

En la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez además de registrar los aforos vehiculares también se registraron los tiempos de verde, ámbar y rojo de cada fase de los semáforos, conforme se visualiza a continuación:

Gráfico 6.

Ciclo semafórico en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez







Nota. Elaboración propia.

Resumen de datos de la Intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

Tabla 34

Características viales en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

	Giros	Nº Carril	Ancho de Calzada (m.)	Vehículos Pesados (%)	Pendiente (%)	Estacionamiento	Parada de Autobuses
Av. Progreso		2	3.25	2.93	0.77	2	0
		2	3.25	2.93	0.77	4	0
Av. Jorge Chávez		2	2.85	2.93	0.77	4	0
		2	2.85	2.93	0.77	2	0

Nota. Elaboración propia.

4.1.6.5. Nivel de servicio y capacidad vehicular en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

Según el HCM, para determinar la capacidad y el nivel de servicio en la intersección es necesario lo siguiente:

Factor Verde

$$fv = \frac{\text{fase verde}}{\text{ciclo semafórico}}$$

En Av. Progreso:

$$fv = \frac{30}{63} = 0.476$$

En Av. Jorge Chávez:

$$fv = \frac{30}{63} = 0.476$$

Factor de Ancho Carril

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

En Av. Progreso:

$$fA = 1 + \frac{3.25 - 3.60}{9} = 0.961$$

$$fA = 1 + \frac{3.25 - 3.60}{9} = 0.961$$

En Av. Jorge Chávez:

$$fA = 1 + \frac{2.85 - 3.60}{9} = 0.917$$

$$fA = 1 + \frac{2.85 - 3.60}{9} = 0.917$$

Factor de Vehículos Pesados

$$fp = \frac{1}{1 + \%vehículos\ pesados}$$

En Av. Progreso:

$$fp = \frac{1}{1 + 2.93\%} = 0.972$$

En Av. Jorge Chávez

$$fp = \frac{1}{1 + 2.93\%} = 0.972$$

Factor de Inclinación

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

En Av. Progreso:

$$fi = 1 - \frac{0.77\%}{200} = 1$$

En Av. Jorge Chávez:

$$fi = 1 - \frac{0.77\%}{200} = 1$$

Factor de Estacionamiento

$$fe = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 * N_m}{3600 * N}$$

En Av. Progreso:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 2}{3600 * 2} = 0.945$$

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 4}{3600 * 2} = 0.940$$

En Av. Jorge Chávez:

$$f_e = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 4}{3600 * 2} = 0.940$$

$$f_e = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 2}{3600 * 2} = 0.945$$

Factor de Parada de Autobús

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

En la Av. Progreso:

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

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

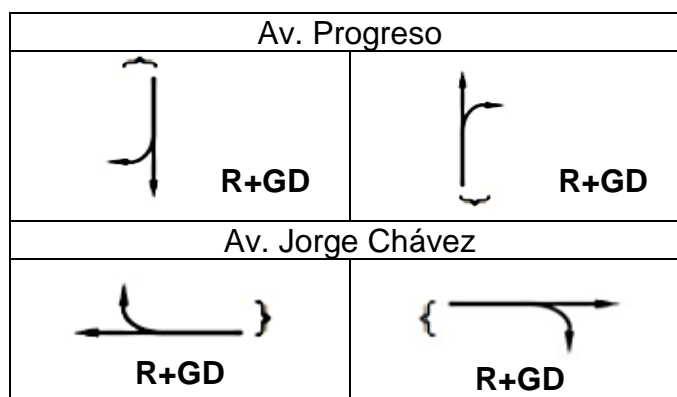
En la Av. Jorge Chávez:

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

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

Factor de Giros a la Derecha e Izquierda

Tomando de referencia la figura 36, se puede observar los giros respectivos que presenta en la intersección.



De acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras “Highway Capacity Manual 2010” (HCM 2010), los valores de factor de giro a la derecha son 0.75, valor respectivo para cada giro en carril de cada avenida en la intersección.

El valor del factor de ajuste por giro a la izquierda (pág. 24) es 1, valor respectivo para cada giro en carril de cada avenida en la intersección.

Factor de Tipo de Zona

El factor que se utiliza para zona urbana es de 0.90.





4.1.6.6. Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

Capacidad Vehicular Real

$$Cr = 1900 \times N^{\circ} \text{Carril} \times fv \times fa \times fp \times fi \times fe \times fbb \times fgd \times fgi \times far$$

Tabla 35

Capacidad vehicular real en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

Avenidas	Carril	fv	fa	fp	fi	fe	fbb	fgd	fgi	far	Capacidad Real (v/h)	
Av. Progreso		2	0.476	0.961	0.972	1	0.945	1	0.75	1	0.90	1078
		2	0.476	0.961	0.972	1	0.940	1	0.75	1	0.90	1072
Av. Jorge Chávez		2	0.476	0.917	0.972	1	0.940	1	0.75	1	0.90	1023
		2	0.476	0.917	0.972	1	0.945	1	0.75	1	0.90	1028

Nota. Elaboración propia.

Intensidad Circulante

Tabla 36

Total de vehículos por giro de la intersección Av. Progreso con Av. Jorge Chávez.

Intersecciones	Av. Progreso				Av. Jorge Chávez				Total
Giros	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙	
Total de vehículos por giros	228	111	216	110	173	107	171	116	1232
	339		326		280		287		

Nota. Elaboración propia.

$$I = \frac{IHP}{FHP}$$

En la Av. Progreso:

$$I = \frac{339}{0.86} = 394 \text{ Veh/h}$$

$$I = \frac{326}{0.86} = 379 \text{ Veh/h}$$

En la Av. Jorge Chávez:

$$I = \frac{280}{0.86} = 326 \text{ Veh/h}$$

$$I = \frac{287}{0.86} = 334 \text{ Veh/h}$$

Cálculo del Cociente (I/Cr)

$$\frac{I}{C}$$

En la Av. Progreso:

$$\frac{394}{1078} = 0.366$$

$$\frac{379}{1072} = 0.353$$

En la Av. Jorge Chávez:

$$\frac{325}{1023} = 0.318$$




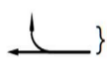
$$\frac{334}{1028} = 0.325$$

4.1.6.7. Nivel de Servicio de cada Acceso

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

Tabla 37

Capacidad vehicular real en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

Avenidas	Giros	f_v	Ciclo Semafórico	I	C	I/C	Demora acceso (seg.)	Nivel de Servicio
Av. Progreso		0.476	63	394	1078	0.366	22.72	C
		0.476	63	379	1072	0.353	21.96	C
Av. Jorge Chávez		0.476	63	325	1023	0.318	19.75	B
		0.476	63	334	1028	0.325	20.14	C

Nota. Elaboración propia.

4.1.6.8. Nivel de Servicio de la Intersección

$$d_{\text{intersecc.}} = \frac{\sum_i \text{demora} * \text{Intensidad}}{\sum_i \text{intensidad}}$$

$$d_{\text{intersecc.}} = \frac{22.72 * 394 + 21.96 * 379 + 19.75 * 325 + 20.14 * 334}{394 + 379 + 325 + 334} = 21.24 \text{ seg}$$

Concluimos, el nivel de servicio de la intersección semaforizada que contempla la Av. Progreso y Av. Jorge Chávez es C.

Tabla 38

Aforo Vehicular: Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión desde el día lunes a sábado del mes de agosto del año 2022.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
07:00 – 8:00	1505	1556	1580	1512	1523	1222	8898
08:00 – 9:00	1627	1538	1622	1599	1564	1275	9225
09:00 – 10:00	1410	1324	1390	1274	1358	1123	7879
10:00 – 11:00	1386	1317	1375	1221	1292	1071	7662
11:00 – 12:00	1419	1448	1497	1432	1391	1092	8279
12:00 – 13:00	1431	1453	1442	1309	1388	1126	8149
13:00 – 14:00	1593	1472	1553	1428	1560	1270	8876
14:00 – 15:00	1490	1399	1332	1356	1428	1094	8099
15:00 – 16:00	1396	1154	1207	1219	1353	1022	7351
16:00 – 17:00	1318	1230	1329	1220	1282	1017	7396
17:00 – 18:00	1530	1471	1492	1338	1428	1188	8447
18:00 – 19:00	1559	1492	1544	1437	1414	1206	8652
TOTAL	17664	16854	17363	16345	16981	13706	98913
%	17.86	17.04	17.55	16.52	17.17	13.86	100.00%

Nota. Elaboración propia.

Según los datos obtenidos, el día donde se observó mayor demanda vehicular es el día lunes con un total de **1 627** vehículos en el horario de 08:00 a 09:00 a.m.

4.1.7.2. Selección de Hora Pico

Para obtener el factor de hora punta, se utilizaron los datos del día con mayor demanda de vehículos (lunes 08 de agosto a horas 08:00 a.m.) en intervalos de tiempo de 15 minutos; tal y como se muestra a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 39*Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (08:00 a.m – 08:15 a.m)*

Horario: 08:00-08:15 a.m.	Av. Progreso				Av. Sánchez Carrión				Total	%
Tipo de Vehículo	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↑		
Moto lineal	7	4	9	5	6	3	5	3	43	8.48
Mototaxi	28	14	31	12	21	11	24	13	154	31.11
Automóvil	44	26	43	28	37	25	36	32	271	54.75
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	4	0	4	0	2	0	1	0	11	2.22
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	1	0	2	0	0	0	0	0	3	0.61
Micro	3	0	3	0	0	0	0	0	6	1.21
Ómnibus 2E	2	0	1	0	0	0	0	0	3	0.61
Ómnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	2	0	1	0	1	0	1	0	5	1.01
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	91	44	94	45	67	39	67	48	495	100.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 40*Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (08:15 a.m – 08:30 a.m)*

Horario: 08:15-08:30 a.m	Av. Progreso				Av. Sánchez Carrión				Total	%
Tipo de Vehículo	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↑		
Moto lineal	7	4	8	3	9	3	9	5	48	11.21
Mototaxi	28	9	23	12	24	8	21	11	136	31.78
Automóvil	42	26	35	27	19	23	18	25	215	50.23
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	5	0	4	0	3	0	2	0	14	3.27
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	2	0	1	0	1	0	1	0	5	1.17
Micro	3	0	3	0	0	0	0	0	6	1.40
Ómnibus 2E	2	0	1	0	1	0	0	0	4	0.93
Ómnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	89	39	75	42	57	34	51	41	428	100.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 41*Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (08:30 a.m – 08:45 a.m)*

Horario: 08:30 – 08:45 a.m	Av. Progreso				Av. Sánchez Carrión				Total	%
	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Moto lineal	10	4	8	5	6	7	5	4	49	13.03
Mototaxi	18	8	16	7	22	11	20	12	114	30.32
Automóvil	34	17	32	15	29	16	28	13	184	48.94
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	4	0	4	0	1	1	2	0	12	3.19
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	1	0	1	0	2	0	1	0	5	1.33
Micro	3	0	3	0	0	0	0	0	6	1.60
Ómnibus 2E	2	0	1	0	0	0	0	0	3	0.80
Ómnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	1	0	1	0	1	0	0	0	3	0.80
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	73	29	66	27	61	35	56	29	376	100.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 42*Aforo Vehicular – Día lunes 08 de agosto (08:45 a.m – 09:00 a.m)*

Horario: 08:45- 09:00 a.m.	Av. Progreso				Av. Sánchez Carrión				Total	%
	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Moto lineal	7	5	8	4	7	4	7	6	48	14.63
Mototaxi	16	9	14	10	15	8	17	13	102	31.10
Automóvil	23	11	21	14	22	13	23	12	139	42.38
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	5	1	4	1	3	1	2	1	18	5.49
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	2	0	2	0	2	0	2	0	8	2.44
Micro	3	0	3	0	0	0	0	0	6	1.83
Ómnibus 2E	2	0	0	0	2	0	0	0	4	1.22
Ómnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	1	0	2	0	0	0	0	0	3	0.91
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	59	26	54	29	51	26	51	32	328	100.00

Nota. Elaboración propia.

Según las tablas N° 39, 40, 41 y 42 señaladas anteriormente respecto al conteo vehicular en intervalos de tiempo de 15 minutos, resultando el tiempo más crítico entre las 08:00 a 08:15 con un total de 495 vehículos.

Para obtener el factor de hora de máxima demanda aplicamos la siguiente fórmula:

$$\text{FHMD} = \frac{\text{VHMD}}{4(\text{qmáx. 15})}$$

Donde:

(FHMD): Factor de hora de máxima demanda

(VHMD): Volumen horario de máxima demanda

(N): Número de períodos en la hora de máxima demanda

Por lo tanto, al reemplazar tendremos:

$$\text{FHMD} = \frac{1\ 627}{4(495)} = 0.82$$

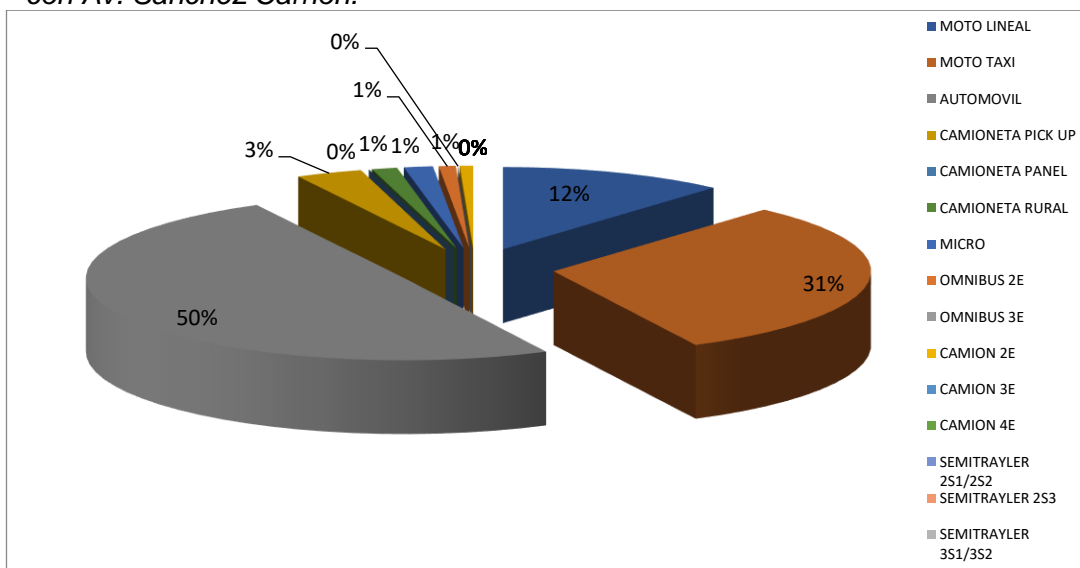
En la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión, el factor de hora de máxima demanda es de 0.82.

4.1.7.3. Clasificación Vehicular en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión

En la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión, según la información recopilada, la mayor cantidad de vehículos que transitan son los Automóviles.

Gráfico 7.

Porcentaje de la clasificación vehicular en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.



Nota. Elaboración propia.

4.1.7.4. Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de la Intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión

Para conocer el nivel de servicio y la capacidad vehicular en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión, fue necesario obtener los siguientes datos:

Ancho de Calzadas

Tabla 43

Medida de calzada en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión

Ubicación	Nº Calzadas	Nº Carriles	Ancho de Carril
Av. Progreso antes de la Av. Sánchez Carrión	2	2	3.25 m
Av. Progreso después de la Av. Sánchez Carrión	2	2	3.25 m
Av. Sánchez Carrión antes de la Av. Progreso	1	2	3.00 m
Av. Sánchez Carrión después de la Av. Progreso	1	2	3.00 m

Nota. Elaboración propia.

Porcentaje de Vehículos Pesados

De acuerdo a los datos adquiridos en la intersección, el porcentaje de vehículos pesados es de 1.80%.

Pendiente de Vías

La pendiente de vías es igual al 0.14%.

Estacionamiento de Vehículos

Se detectaron 5 veh. estacionados p/h en la Av. Progreso.

En la Av. Sánchez Carrión se detectaron 7 veh. estacionados por hora

Paradas de Autobuses

No se encontró ninguna parada de autobuses.

Tipología de Zona en intersección estudiada

Zona urbana

Grupos de Carriles

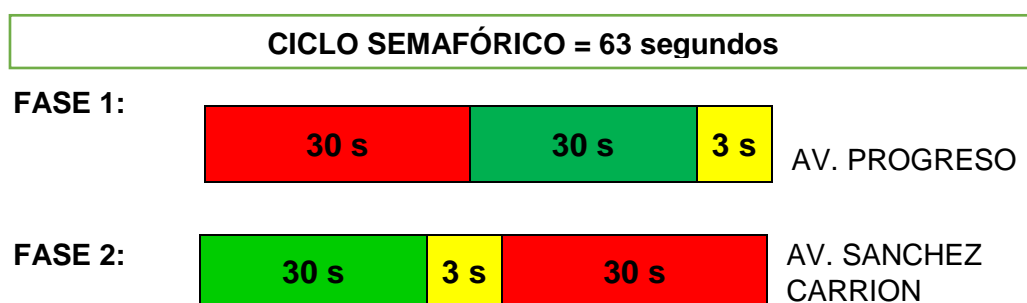
Se ubicaron 4 grupos de carriles en la intersección.

Tiempos de los Semáforos en la intersección

En la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión además de registrar los aforos vehiculares también se registraron los tiempos de verde, ámbar y rojo de cada fase de los semáforos, conforme se visualiza a continuación:

Gráfico 8.

Ciclo semafórico en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión




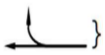


Nota. Elaboración propia.

Resumen de datos de la Intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión

Tabla 44

Características viales en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión

	Giros	Nº Carril	Ancho de Calzada (m.)	Vehículos Pesados (%)	Pendiente (%)	Estacionamiento	Parada de Autobuses
Av. Progreso		2	3.25	1.80	0.14	3	0
		2	3.25	1.80	0.14	2	0
Av. Sánchez Carrión		1	3.50	1.80	0.14	3	0
		1	3.00	1.80	0.14	4	0

Nota. Elaboración propia.

4.1.7.5. Nivel de servicio y capacidad vehicular en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.

Según el HCM, para determinar la capacidad y el nivel de servicio en la intersección es necesario lo siguiente:

Factor Verde

$$fv = \frac{\text{fase verde}}{\text{ciclo semafórico}}$$

En Av. Progreso:

$$fv = \frac{30}{63} = 0.476$$

$$fv = \frac{30}{63} = 0.476$$

En Av. Sánchez Carrión:

$$fv = \frac{30}{63} = 0.476$$

$$fv = \frac{30}{63} = 0.476$$

Factor de Ancho Carril

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

En Av. Progreso:

$$fA = 1 + \frac{3.25 - 3.60}{9} = 0.961$$

$$fA = 1 + \frac{3.25 - 3.60}{9} = 0.961$$

En Av. Sánchez Carrión:

$$fA = 1 + \frac{3.00 - 3.60}{9} = 0.933$$

$$fA = 1 + \frac{3.00 - 3.60}{9} = 0.933$$

Factor de Vehículos Pesados

$$fp = \frac{1}{1 + \%vehículos\ pesados}$$

En Av. Progreso:

$$fp = \frac{1}{1 + 1.80\%} = 0.982$$

En Av. Sánchez Carrión:

$$fp = \frac{1}{1 + 1.80\%} = 0.982$$

Factor de Inclinación

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

En Av. Progreso:

$$fi = 1 - \frac{0.14\%}{200} = 1$$

En Av. Sánchez Carrión:

$$fi = 1 - \frac{0.14\%}{200} = 1$$

Factor de Estacionamiento

$$fe = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 * N_m}{3600 * N}$$

En Av. Progreso:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 3}{3600 * 2} = 0.943$$

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 2}{3600 * 2} = 0.943$$

En Av. Sánchez Carrión:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{1} - \frac{18 * 3}{3600 * 1} = 0.885$$

$$fe = 1 - \frac{0.1}{1} - \frac{18 * 4}{3600 * 1} = 0.880$$

Factor de Parada de Autobús

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

En la Av. Progreso:

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

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

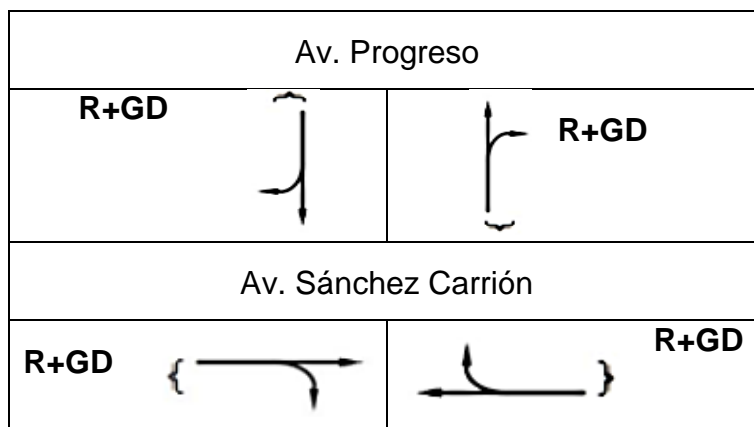
En la Av. Sánchez Carrión:

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

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

Factor de Giros a la Derecha e Izquierda

Tomando de referencia la figura 37, se puede observar los giros respectivos que presenta la intersección.



De acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras “Highway Capacity Manual 2010” (HCM 2010), los valores de factor de giro a la derecha son 0.75, valor respectivo para cada giro en carril de cada avenida en la intersección.

El valor del factor de ajuste por giro a la izquierda (pág. 24) es 1, valor respectivo para cada giro en carril de cada avenida en la intersección.

Factor de Tipo de Zona

El factor que se utiliza para zona urbana es de 0.90.




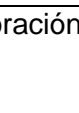
4.1.7.6. Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

Capacidad Vehicular Real

$$C_r = 1900 \times N^{\circ} \text{Carril} \times f_v \times f_a \times f_p \times f_i \times f_e \times f_{bb} \times f_{gd} \times f_{gi} \times f_{ar}$$

Tabla 45

Capacidad vehicular real en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión

Avenidas		Carril	f_v	f_a	f_p	f_i	f_e	f_{bb}	f_{gd}	f_{gi}	f_{ar}	Capacidad Real (v/h)
Av. Progreso		2	0.476	0.961	0.982	1	0.943	1	0.75	1	0.90	1087
		2	0.476	0.961	0.982	1	0.945	1	0.75	1	0.90	1090
Av. Sánchez Carrión		1	0.476	0.933	0.982	1	0.885	1	0.75	1	0.90	496
		1	0.476	0.933	0.982	1	0.880	1	0.75	1	0.90	493

Nota. Elaboración propia.

Intensidad Circulante

Tabla 46

Total de vehículos por giro de la intersección Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.

Intersecciones	Av. Progreso				Av. Sánchez Carrión				Total
Giros	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙	
Total de vehículos por giros	312	138	289	143	236	134	225	150	1627
	450		432		370		375		

Nota. Elaboración propia.

$$I = \frac{IHP}{FHP}$$

En la Av. Progreso:

$$I = \frac{450}{0.82} = 548 \text{ Veh/h}$$

$$I = \frac{432}{0.82} = 526 \text{ Veh/h}$$

En la Av. Sánchez Carrión:

$$I = \frac{370}{0.82} = 450 \text{ Veh/h}$$

$$I = \frac{375}{0.82} = 456 \text{ Veh/h}$$

Cálculo del Cociente (I/Cr)

$$\frac{I}{C}$$

En la Av. Progreso:

$$\frac{548}{1087} = 0.504$$

$$\frac{526}{1090} = 0.482$$

En la Av. Sánchez Carrión:

$$\frac{450}{496} = 0.909$$

$$\frac{456}{493} = 0.926$$

4.1.7.7. Nivel de Servicio de cada Acceso

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

Tabla 47

Capacidad vehicular real en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión

Avenidas	Giros	f_v	Ciclo Semafórico	I	C	I/C	Demora acceso (seg.)	Nivel de Servicio
Av. Progreso		0.476	63	548	1087	0.504	30.76	C
		0.476	63	526	1090	0.482	29.64	C
Av. Sánchez Carrión		0.476	63	450	496	0.909	39.31	D
		0.476	63	456	493	0.926	39.72	D

Nota. Elaboración propia.

4.1.7.8. Nivel de Servicio de la Intersección

$$d_{intersecc.} = \frac{\sum_i \text{demora} * \text{Intensidad}}{\sum_i \text{intensidad}}$$

$$d_{intersecc.} = \frac{30.76 * 548 + 29.64 * 526 + 39.31 * 450 + 39.72 * 456}{548 + 526 + 450 + 456} = 34.47$$

Concluimos, el nivel de servicio de la intersección semaforizada que contempla la Av. Progreso y Av. Sánchez Carrión es C.

4.1.8. Intersección Semaforzada: Av. Progreso con Av. Las Flores

Figura 38

Intersección Av. Progreso con Av. Las Flores



Nota. Elaboración propia.

4.1.8.1. Aforo Vehicular

Para la realización del aforo vehicular de la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores se utilizó el método manual, en el período de 7 días de la semana (lunes a sábado) con un conteo de 12 horas (7:00 a.m.- 7:00 p.m.); tal y como muestran los resultados obtenidos.

Tabla 48

Aforo Vehicular: Av. Progreso con Av. Las Flores desde el día lunes 08 al sábado 13 de agosto del año 2022.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
07:00 – 8:00	730	649	768	722	655	559	4083
08:00 – 9:00	676	651	661	590	593	444	3615
09:00 – 10:00	571	494	581	545	510	452	3153
10:00 – 11:00	426	436	553	447	368	306	2536
11:00 – 12:00	471	492	509	418	512	465	2867
12:00 – 13:00	598	573	610	625	545	411	3362
13:00 – 14:00	622	645	643	614	562	488	3574
14:00 – 15:00	513	524	544	479	493	402	2955
15:00 – 16:00	426	423	496	374	440	395	2554
16:00 – 17:00	512	530	521	512	508	400	2983
17:00 – 18:00	677	684	718	736	766	506	4087
18:00 – 19:00	751	643	659	646	645	516	3860
TOTAL	6973	6744	7263	6708	6597	5344	39629
%	17.60	17.02	18.33	16.93	16.65	13.49	100.00

Nota. Elaboración propia.

Según los datos obtenidos, el día donde se observó mayor demanda vehicular es el día miércoles 10 de agosto con un total de **768** vehículos en el horario de 07:00 a 08:00 a.m.

4.1.8.2. Selección de Hora Pico

Para obtener el factor de hora punta, se utilizaron los datos del día con mayor demanda de vehículos (miércoles de 07:00 a 08:00 a.m.) en intervalos de tiempo de 15 minutos; tal y como se muestra a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 49*Aforo Vehicular – Día Miércoles 10 de agosto (07:00 a.m – 07:15 a.m.)*

Horario: 07:00 – 07:15 a.m.	Av. Progreso			Av. Las Flores			Total	%
Tipo de Vehículo	↑	↗	↓	↘	↑	↓		
Moto lineal	6	4	6	8	6	7	37	19.47
Mototaxi	11	8	5	7	12	11	54	28.42
Automóvil	15	13	14	17	16	14	89	46.84
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	1	0	1	0	2	1	5	2.63
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Micro	0	0	0	0	1	1	2	1.05
Omnibus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	0	0	0	0	1	2	3	1.58
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	33	25	26	32	38	36	190	100.0

Nota. Elaboración propia.**Tabla 50***Aforo Vehicular – Día Miércoles 10 de agosto (07:15 a.m – 07:30 a.m.)*

Horario: 07:15-07:30 a.m.	Av. Progreso			Av. Las Flores			Total	%
Tipo de Vehículo	↑	↗	↓	↘	↑	↓		
Moto lineal	5	6	5	6	4	7	33	19.19
Mototaxi	10	9	5	7	8	9	48	27.91
Automóvil	13	11	14	17	13	16	86	48.84
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	1	0	1	0	0	1	3	1.74
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Micro	0	0	0	0	1	1	2	1.16
Omnibus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	0	0	0	0	1	1	2	1.16
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	29	26	25	30	27	35	172	100.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 51
Aforo Vehicular – Día Miércoles 10 de agosto (07:30 a.m – 07:45 a.m.)

Horario: 07:30 – 07:45 a.m.	Av. Progreso			Av. Las Flores			Total	%
	↑	↗	↓	↘	↑	↓		
Tipo de Vehículo								
Moto lineal	6	7	5	7	4	5	34	18.78
Mototaxi	11	9	7	8	8	9	52	28.73
Automóvil	14	15	10	15	14	17	85	46.96
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	1	0	1	0	1	1	4	2.21
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Micro	0	0	0	0	1	1	2	1.10
Omnibus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	0	0	0	0	2	2	4	2.21
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	32	31	23	30	30	35	181	100.0

Nota. Elaboración propia.

Tabla 52
Aforo Vehicular – Día Miércoles 10 de agosto (07:45 a.m – 8:00 a.m.)

Horario: 07:45 – 08:00 a.m.	Av. Progreso			Av. Las Flores			Total	%
	↑	↗	↓	↘	↑	↓		
Tipo de Vehículo								
Moto lineal	8	7	6	9	6	5	41	18.22
Mototaxi	13	12	8	10	9	11	63	28.00
Automóvil	18	19	17	16	19	21	110	48.89
Station wagon	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta pick up	2	0	1	0	2	1	6	2.67
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Micro	0	0	0	0	1	1	2	0.89
Omnibus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	0	0	0	0	2	1	3	1.33
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	41	38	32	35	39	40	225	100.0

Nota. Elaboración propia.

Según las tablas 49, 50, 51 y 52 señaladas anteriormente respecto al conteo vehicular en intervalos de tiempo de 15 minutos, resultando el tiempo más crítico entre las 07:45 a 08:00 con un total de 225 vehículos.

Para obtener el factor de hora de máxima demanda aplicamos la siguiente fórmula:

$$\text{FHMD} = \frac{\text{VHMD}}{4(\text{qmáx. 15})}$$

Donde:

(FHMD): Factor de hora de máxima demanda

(VHMD): Volumen horario de máxima demanda

(N): Número de períodos en la hora de máxima demanda

Por lo tanto, al reemplazar tendremos:

$$\text{FHMD} = \frac{768}{4(225)} = 0.85$$

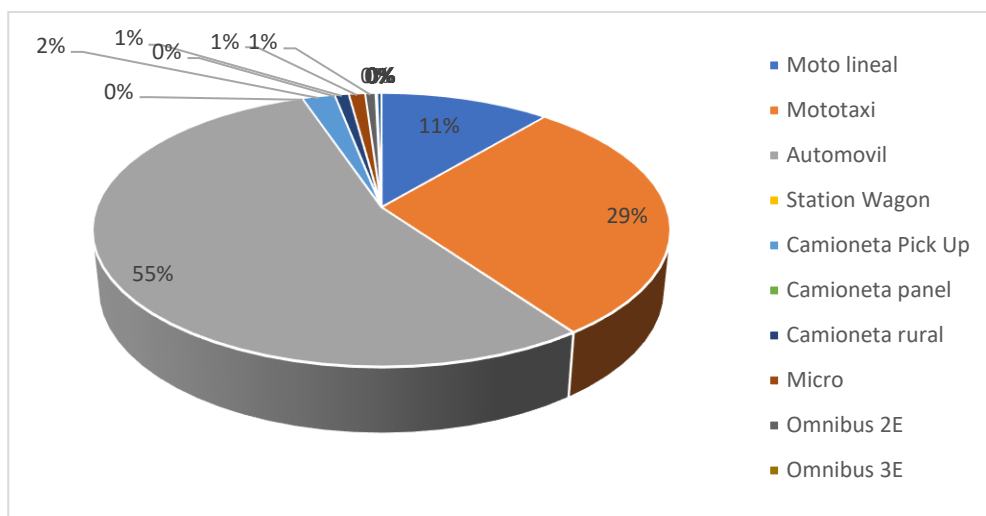
En la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores, el factor de hora de máxima demanda es de 0.85.

4.1.8.3. Clasificación Vehicular en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores

En la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores, según la información recopilada, la mayor cantidad de vehículos que transitan son los Automóviles.

Gráfico 9.

Porcentaje de la clasificación vehicular en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores



Nota. Elaboración propia.

4.1.8.4. Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de la Intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores

Para conocer el nivel de servicio y la capacidad vehicular en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores, fue necesario obtener los siguientes datos:

Ancho de Calzadas

Tabla 53

Medida de calzada en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores

Ubicación	N° Calzadas	N° Carriles	Ancho de Carril
Av. Progreso	2	2	3.25 m
Av. Las Flores	1	2	1.50 m

Nota. Elaboración propia.

Porcentaje de Vehículos Pesados

De acuerdo a los datos adquiridos en la intersección, el porcentaje de vehículos pesados es de 1.57%.

Pendiente de Vías

La pendiente de vías es igual al 0.84%.

Estacionamiento de Vehículos

Se detectaron 5 veh. estacionados por hora en la Av. Progreso.

En la Av. Las Flores se detectaron 6 veh. estacionados por hora.

Paradas de Autobuses

No se encontró ninguna parada de autobuses tanto en la Av. Progreso como en la Av. Las Flores.

Tipología de Zona en intersección estudiada

Zona urbana

Grupos de Carriles

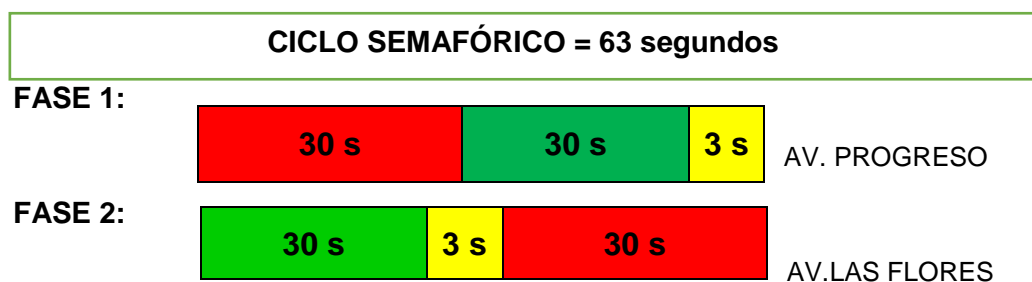
Se ubicaron 3 grupos de carriles en la intersección.

Tiempos de los Semáforos en la intersección

En la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores además de registrar los aforos vehiculares también se registraron los tiempos de verde, ámbar y rojo de cada fase de los semáforos, conforme se visualiza a continuación:

Gráfico 10.

Ciclo semafórico en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores



Nota. Elaboración propia.

Resumen de datos de la Intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores

Tabla 54

Características viales en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores

	Giros	Nº Carril	Ancho de Calzada (m.)	Vehículos Pesados (%)	Pendiente (%)	Estacionamiento	Parada de Autobuses
Av. Progreso		2	2.85	1.57	0.84	2	0
		2	2.85	1.57	0.84	3	0
Av. Las Flores		1	3.00	1.57	0.84	5	0
		1	3.00	1.57	0.84	1	0

Nota. Elaboración propia.

4.1.8.5. Nivel de servicio y capacidad vehicular en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores

Según el HCM para determinar la capacidad y el nivel de servicio en la intersección es necesario lo siguiente:

Factor Verde

$$fv = \frac{\text{fase verde}}{\text{ciclo semafórico}}$$

En Av. Progreso:

$$fv = \frac{30}{63} = 0.476$$

En Av. Las Flores:

$$fv = \frac{30}{63} = 0.476$$

Factor de Ancho Carril

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

En Av. Progreso:

$$fA = 1 + \frac{3.25 - 3.60}{9} = 0.961$$

En Av. Las Flores:

$$fA = 1 + \frac{1.50 - 3.60}{9} = 0.767$$

Factor de Vehículos Pesados

$$fp = \frac{1}{1 + \%vehículos\ pesados}$$

En Av. Progreso:

$$fp = \frac{1}{1 + 1.57\%} = 0.985$$

En Av. Las Flores:

$$fp = \frac{1}{1 + 1.57\%} = 0.985$$

Factor de Inclinación

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

En Av. Progreso:

$$fi = 1 - \frac{0.84\%}{200} = 1$$

En Av. Las Flores:

$$fi = 1 - \frac{0.84\%}{200} = 1$$

Factor de Estacionamiento

$$fe = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 * N_m}{3600 * N}$$

En Av. Progreso:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 2}{3600 * 2} = 0.945$$

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 3}{3600 * 2} = 0.943$$

En Av. Las Flores:

$$f_e = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 5}{3600 * 2} = 0.938$$

$$f_e = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 1}{3600 * 2} = 0.948$$

Factor de Parada de Autobús

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

En la Av. Progreso:

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

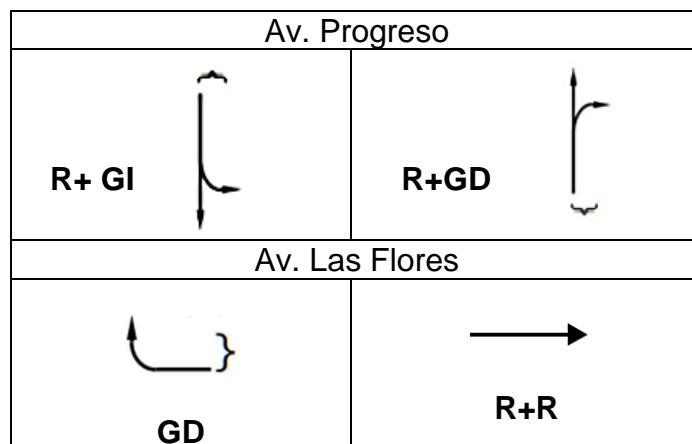
$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 * 0}{3600 * 2} = 1$$

En la Av. Las Flores:

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

Factor de Giros a la Derecha e Izquierda

Tomando de referencia la figura 38 perteneciente a la señalización vial en intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores, se puede observar los giros respectivos que presenta.



De acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras “Highway Capacity Manual 2010” (HCM 2010), los valores de factor de

giro a la derecha son 0.75, valor respectivo para cada giro en carril de cada avenida en la intersección.

El valor del factor de ajuste por giro a la izquierda (pág. 24) es 0.92, valor para el giro en la Av. Progreso.

Factor de Tipo de Zona

El factor que se utiliza para zona urbana es de 0.90.





4.1.8.6. Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

Capacidad Vehicular Real

$$Cr = 1900 \times N^{\circ} \text{Carril} \times fv \times fa \times fp \times fi \times fe \times fbb \times fgd \times fgi \times far$$

Tabla 55

Capacidad vehicular real en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores

Avenidas	Carril	fv	fa	fp	fi	fe	fbb	fgd	fgi	far	Capacidad Real (v/h)	
Av. Progreso		2	0.476	0.961	0.985	1	0.945	1	1	0.92	0.90	1340
		2	0.476	0.961	0.985	1	0.943	1	0.75	1	0.90	1089
Av. Las Flores		1	0.476	0.767	0.985	1	0.938	1	0.75	1	0.90	432
		1	0.476	0.767	0.985	1	0.948	1	1	1	0.90	582

Nota. Elaboración propia.

Intensidad Circulante

Tabla 56

Total de vehículos por giro de la intersección Av. Progreso con Av. Las Flores.

Intersecciones	Av. Progreso				Av. Las Flores		Total
Giros	↑	↗	↓	↘	↖	↘	
Total de vehículos por giros	135	120	106	127	134	146	768
	255		233		280		

Nota. Elaboración propia.

$$I = \frac{IHP}{FHP}$$

En la Av. Progreso:

$$I = \frac{255}{0.85} = 299 \text{ Veh/h}$$

$$I = \frac{233}{0.85} = 273 \text{ Veh/h}$$

En la Av. Las Flores:

$$I = \frac{134}{0.85} = 157 \text{ Veh/h}$$

$$I = \frac{146}{0.85} = 171 \text{ Veh/h}$$

Cálculo del Cociente (I/Cr)

$$\frac{I}{C}$$

En la Av. Progreso:

$$\frac{299}{1340} = 0.223$$

$$\frac{273}{1089} = 0.251$$

En la Av. Las Flores:

$$\frac{157}{432} = 0.363$$

$$\frac{171}{582} = 0.294$$

4.1.8.7. Nivel de Servicio de cada Acceso

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

Tabla 57

Medida de calzada en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores

Avenidas	Giros	f_v	Ciclo Semafórico	I	C	I/C	Demora acceso (seg.)	Nivel de Servicio
Av. Progreso		0.476	63	299	1340	0.223	14.05	B
		0.476	63	273	1089	0.251	15.63	B
Av. Las Flores		0.476	63	157	432	0.363	22.72	C
		0.476	63	171	582	0.294	18.27	B

Nota. Elaboración propia.

4.1.8.8. Nivel de Servicio de la Intersección

$$d_{\text{intersecc.}} = \frac{\sum_i \text{demora} * \text{Intensidad}}{\sum_i \text{intensidad}}$$

$$d_{\text{intersecc.}} = \frac{14.05 * 299 + 15.63 * 273 + 22.72 * 157 + 18.27 * 171}{299 + 273 + 157 + 171} = 16.85 \text{ seg}$$

Concluimos, el nivel de servicio de la intersección semaforizada que contempla la Av. Progreso y Av. Las Flores es B.

4.1.9. Nivel de Servicio peatonal en intersección de Av. Progreso con Av. Junín.

De acuerdo con los resultados del conteo peatonal realizados el día lunes 8 de agosto de 2022, de 6:00 p.m. a 7:00 p.m., día de considerable demanda vehicular y movimiento en intersección, mostró los siguientes datos geométricos y reglaje semafórico:

La Av. Progreso presenta 1.6 m. de ancho de acera, un reglaje semafórico verde/ámbar de 30 seg. y rojo de 30 seg.

La Av. Junín presenta 1.6 m. de ancho de acera, un reglaje semafórico verde/ámbar de 25 seg. y rojo de 38 seg.

Ambos compartiendo un radio de esquina de 1.2 m.

En la siguiente tabla se presenta las intensidades peatonales de quince minutos de mayor flujo peatonal correspondientes a la intersección en hora pico.

Tabla 58

Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo peatonal en la intersección de Av. Progreso con Av. Junín.

Intensidad Peatonal	Aforo peatonal 15 min.	Intensidad media (pt/min)	Intensidad media por ciclo (pt/c)
Ics	11	1	2
Ice	11	1	2
Ids	23	2	4
Ide	19	1	3
Ia,b	20	1	3
Total	84	6	14

Nota. Elaboración propia.

Tomando como referencia estos datos, el Manual de Capacidad de Carreteras “Highway Capacity Manual 2010” (HCM, 2010) propone la siguiente secuencia para hallar el nivel de servicio peatonal.

Donde,

4.1.9.1. Superficie Neta de la Esquina

$$S = A_a * A_b - 0.215 * R - \sum K_i = 2.30 \text{ m}^2$$

4.1.9.2. Tiempo-Espacio disponible

$$TS = S * \frac{C}{60} = 2.42 \text{ m}^2/\text{min}$$

4.1.9.3. Tiempos de espera en las zonas de espera

$$t_{CS} = \frac{1}{2} * \frac{I_{CS}}{C} * \frac{R_C^2}{60} = 0.21 \text{ pt. min}$$

$$t_{DS} = \frac{1}{2} * \frac{I_{DS}}{C} * \frac{R_D^2}{60} = 0.70 \text{ pt. min}$$

4.1.9.4. Tiempo-Espacio de la zona de espera

$$TS_R = 0.45 * (t_{CS} + t_{DS}) = 0.41 \text{ m}^2. \text{min}$$

4.1.9.5. Tiempo-Espacio para la circulación

$$TS_D = TS - TS_R = 2.01 \text{ m}^2. \text{min}$$

4.1.9.6. Intensidad total de circulación peatonal

$$I_C = I_{CE} + I_{CS} + I_{DE} + I_{DS} + I_{A,B} = 14 \text{ pt}$$

4.1.9.7. Tiempo total de circulación peatonal

$$t_C = I_C * \frac{4}{60} = 0.93 \text{ pt. min}$$

4.1.9.8. Superficie de circulación peatonal

$$\Omega = \frac{TS_D}{t_C} = 2.16 \text{ m}^2/\text{pt}$$

Por tanto, el nivel de servicio peatonal HCM en esquina de intersección Av. Progreso y Av. Junín es C.

4.1.10. Nivel de Servicio peatonal en intersección de Av. Progreso con Av. Córpac

De acuerdo con los resultados del conteo peatonal realizados el día lunes 8 de agosto, de 7:00 a.m. a 8:00 a.m., día de considerable demanda vehicular y movimiento en intersección, mostró los siguientes datos geométricos y reglaje semafórico:

La Av. Progreso presenta 2.1 m. de ancho de acera, un reglaje semafórico verde/ámbar de 38 seg. y rojo de 55 seg.

La Av. Córpac presenta 1.5 m. de ancho de acera, un reglaje semafórico verde/ámbar de 43 seg. y rojo de 50 seg.

Ambos compartiendo un radio de esquina de 3.2 m.

En la siguiente tabla se presenta las intensidades peatonales de quince minutos de mayor flujo peatonal correspondientes a la intersección en hora pico.

Tabla 59

Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo peatonal en la intersección de Av. Progreso con Av. Córpac.

Intensidad Peatonal	Aforo peatonal 15 min.	Intensidad media (pt/min)	Intensidad media por ciclo (pt/c)
Ics	29	2	3
Ice	32	2	3
I ds	30	2	3
I de	33	2	4
Ia,b	42	3	5
Total	166	12	18

Nota. Elaboración propia.

Tomando como referencia estos datos, el Manual de Capacidad de Carreteras “Highway Capacity Manual 2010” (HCM, 2010) propone la siguiente secuencia para hallar el nivel de servicio peatonal.

Donde,

4.1.10.1. Superficie Neta de la Esquina

$$S = A_a * A_b - 0.215 * R - \sum K_i = 2.31 \text{ m}^2$$

4.1.10.2. Tiempo-Espacio disponible

$$TS = S * \frac{C}{60} = 3.58 \text{ m}^2/\text{min}$$

4.1.10.3. Tiempos de espera en las zonas de espera

$$t_{CS} = \frac{1}{2} * \frac{I_{CS}}{C} * \frac{R_C^2}{60} = 0.85 \text{ pt. min}$$

$$t_{DS} = \frac{1}{2} * \frac{I_{DS}}{C} * \frac{R_D^2}{60} = 0.72 \text{ pt. min}$$

4.1.10.4. Tiempo-Espacio de la zona de espera

$$TS_R = 0.45 * (t_{CS} + t_{DS}) = 0.71 \text{ m}^2. \text{ min}$$

4.1.10.5. Tiempo-Espacio para la circulación

$$TS_D = TS - TS_R = 2.88 \text{ m}^2. \text{ min}$$

4.1.10.6. Intensidad total de circulación peatonal

$$I_C = I_{CE} + I_{CS} + I_{DE} + I_{DS} + I_{A,B} = 18 \text{ pt}$$

4.1.10.7. Tiempo total de circulación peatonal

$$t_C = I_C * \frac{4}{60} = 1.20 \text{ pt. min}$$

4.1.10.8. Superficie de circulación peatonal

$$\Omega = \frac{TS_D}{t_C} = 2.40 \text{ m}^2/\text{pt}$$

Por tanto, el nivel de servicio peatonal HCM en esquina de intersección Av. Progreso y Av. Córpac es C.

4.1.11. Nivel de Servicio peatonal en intersección de Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

De acuerdo con los resultados del conteo peatonal realizados el día lunes 8 de agosto, de 8:00 a.m. a 9:00 a.m., día de mayor demanda vehicular y movimiento en intersección, mostró los siguientes datos geométricos y reglaje semafórico:

La Av. Progreso presenta 1.5 m. de ancho de acera, un reglaje semafórico verde/ámbar de 33 seg. y rojo de 30 seg.

La Av. Jorge Chávez presenta 2 m. de ancho de acera, un reglaje semafórico verde/ámbar de 33 seg. y rojo de 30 seg.

Ambos compartiendo un radio de esquina de 2.5 m.

En la siguiente tabla se presenta las intensidades peatonales de quince minutos de mayor flujo peatonal correspondientes a la intersección en hora pico.

Tabla 60

Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo peatonal en la intersección de Av. Progreso con Av. Jorge Chávez.

Intensidad Peatonal	Aforo peatonal 15 min.	Intensidad media (pt/min)	Intensidad media por ciclo (pt/c)
I _{cs}	9	1	1
I _{ce}	14	1	2
I _{ds}	13	1	2
I _{de}	16	1	3
I _{a,b}	9	1	1
Total	61	5	9

Nota. Elaboración propia.

Tomando como referencia estos datos, el Manual de Capacidad de Carreteras “Highway Capacity Manual 2010” (HCM, 2010) propone la siguiente secuencia para hallar el nivel de servicio peatonal.

Donde,

4.1.11.1. Superficie Neta de la Esquina

$$S = A_a * A_b - 0.215 * R - \sum K_i = 2.44 \text{ m}^2$$

4.1.11.2. Tiempo-Espacio disponible

$$TS = S * \frac{C}{60} = 2.56 \text{ m}^2/\text{min}$$

4.1.11.3. Tiempos de espera en las zonas de espera

$$t_{CS} = \frac{1}{2} * \frac{I_{CS}}{C} * \frac{R_C^2}{60} = 0.17 \text{ pt. min}$$

$$t_{DS} = \frac{1}{2} * \frac{I_{DS}}{C} * \frac{R_D^2}{60} = 0.25 \text{ pt. min}$$

4.1.11.4. Tiempo-Espacio de la zona de espera

$$TS_R = 0.45 * (t_{CS} + t_{DS}) = 0.19 \text{ m}^2. \text{min}$$

4.1.11.5. Tiempo-Espacio de circulación

$$TS_D = TS - TS_R = 2.38 \text{ m}^2. \text{min}$$

4.1.11.6. Intensidad total de circulación peatonal

$$I_C = I_{CE} + I_{CS} + I_{DE} + I_{DS} + I_{A,B} = 9 \text{ pt}$$

4.1.11.7. Tiempo total de circulación peatonal

$$t_C = I_C * \frac{4}{60} = 0.65 \text{ pt. min}$$

4.1.11.8. Superficie de circulación peatonal

$$\Omega = \frac{TS_D}{t_c} = 3.68 \text{ m}^2/\text{pt}$$

Por tanto, el nivel de servicio peatonal HCM en esquina de intersección Av. Progreso y Av. Jorge Chávez es B.

4.1.12. Nivel de Servicio peatonal en intersección de Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión

De acuerdo con los resultados del conteo peatonal realizados el día lunes 8 de agosto, de 8:00 a.m. a 9:00 a.m., día de mayor demanda vehicular y movimiento en intersección, mostró los siguientes datos geométricos y reglaje semafórico:

La Av. Progreso presenta 1.5 m. de ancho de acera, un reglaje semafórico verde/ámbar de 33 seg. y rojo de 30 seg.

La Av. Sánchez Carrión presenta 2 m. de ancho de acera, un reglaje semafórico verde/ámbar de 33 seg. y rojo de 30 seg.

Ambos compartiendo un radio de esquina de 2.5 m.

En la siguiente tabla se presenta las intensidades peatonales de quince minutos de mayor flujo peatonal correspondientes a la intersección en hora pico.

Tabla 61

Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo peatonal en la intersección de Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.

Intensidad Peatonal	Aforo peatonal 15 min.	Intensidad media (pt/min)	Intensidad media por ciclo (pt/c)
Ics	11	1	2
Ice	9	1	1
Ids	16	1	3
Ide	13	1	2
Ia,b	9	1	1
Total	58	4	9

Nota. Elaboración propia.

Tomando como referencia estos datos, el Manual de Capacidad de Carreteras “Highway Capacity Manual 2010” (HCM, 2010) propone la siguiente secuencia para hallar el nivel de servicio peatonal.

Donde,

4.1.12.1. Superficie Neta de la Esquina

$$S = A_a * A_b - 0.215 * R - \sum K_i = 2.44 \text{ m}^2$$

4.1.12.2. Tiempo-Espacio disponible

$$TS = S * \frac{C}{60} = 2.56 \text{ m}^2/\text{min}$$

4.1.12.3. Tiempos de espera en las zonas de espera

$$t_{CS} = \frac{1}{2} * \frac{I_{CS}}{C} * \frac{R_C^2}{60} = 0.21 \text{ pt. min}$$

$$t_{DS} = \frac{1}{2} * \frac{I_{DS}}{C} * \frac{R_D^2}{60} = 0.30 \text{ pt. min}$$

4.1.12.4. Tiempo-Espacio de la zona de espera

$$TS_R = 0.45 * (t_{CS} + t_{DS}) = 0.23 \text{ m}^2. \text{min}$$

4.1.12.5. Tiempo-Espacio de circulación

$$TS_D = TS - TS_R = 2.33 \text{ m}^2. \text{min}$$

4.1.12.6. Intensidad total de circulación peatonal

$$I_C = I_{CE} + I_{CS} + I_{DE} + I_{DS} + I_{A,B} = 9 \text{ pt}$$

4.1.12.7. Tiempo total de circulación peatonal

$$t_C = I_C * \frac{4}{60} = 0.60 \text{ pt. min}$$

4.1.12.8. Superficie de circulación peatonal

$$\Omega = \frac{TS_D}{t_C} = 3.89 \text{ m}^2/\text{pt}$$

Por tanto, el nivel de servicio peatonal HCM en esquina de intersección Av. Progreso y Av. Sánchez Carrión es B.

4.1.13. Nivel de Servicio peatonal en intersección de Av. Progreso con Av. Las Flores

De acuerdo con los resultados del conteo peatonal realizados el día miércoles 10 de agosto, de 7:00 a.m. a 8:00 a.m., día de mayor

demanda vehicular y movimiento en intersección, mostró los siguientes datos geométricos y reglaje semafórico:

La Av. Progreso presenta 1.5 m. de ancho de acera, un reglaje semafórico verde/ámbar de 33 seg. y rojo de 30 seg.

La Av. Las Flores presenta 1.5 m. de ancho de acera, un reglaje semafórico verde/ámbar de 33 seg. y rojo de 30 seg.

Ambos compartiendo un radio de esquina de 2.5 m.

En la siguiente tabla se presenta las intensidades peatonales de quince minutos de mayor flujo peatonal correspondientes a la intersección en hora pico.

Tabla 62

Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo peatonal en la intersección de Av. Progreso con Av. Las Flores.

Intensidad Peatonal	Aforo peatonal 15 min.	Intensidad media (pt/min)	Intensidad media por ciclo (pt/c)
Ics	19	1	3
Ice	11	1	2
Ids	9	1	1
Ide	13	1	2
Ia,b	10	1	2
Total	62	5	10

Nota. Elaboración propia.

Tomando como referencia estos datos, el Manual de Capacidad de Carreteras “Highway Capacity Manual 2010” (HCM, 2010) propone la siguiente secuencia para hallar el nivel de servicio peatonal.

Donde,

4.1.13.1. Superficie Neta de la Esquina

$$S = A_a * A_b - 0.215 * R - \sum K_i = 1.71 \text{ m}^2$$

4.1.13.2. Tiempo-Espacio disponible

$$TS = S * \frac{C}{60} = 1.80 \text{ m}^2/\text{min}$$

4.1.13.3. Tiempos de espera en las zonas de espera

$$t_{CS} = \frac{1}{2} * \frac{I_{CS}}{C} * \frac{R_C^2}{60} = 0.36 \text{ pt. min}$$

$$t_{DS} = \frac{1}{2} * \frac{I_{DS}}{C} * \frac{R_D^2}{60} = 0.17 \text{ pt. min}$$

4.1.13.4. Tiempo-Espacio de la zona de espera

$$TS_R = 0.45 * (t_{CS} + t_{DS}) = 0.24 \text{ m}^2. \text{ min}$$

4.1.13.5. Tiempo-Espacio de circulación

$$TS_D = TS - TS_R = 1.56 \text{ m}^2. \text{ min}$$

4.1.13.6. Intensidad total de circulación peatonal

$$I_C = I_{CE} + I_{CS} + I_{DE} + I_{DS} + I_{A,B} = 10 \text{ pt}$$

4.1.13.7. Tiempo total de circulación peatonal

$$t_C = I_C * \frac{4}{60} = 0.67 \text{ pt. min}$$

4.1.13.8. Superficie de circulación peatonal

$$\Omega = \frac{TS_D}{t_C} = 2.34 \text{ m}^2/\text{pt}$$

Por tanto, el nivel de servicio peatonal HCM en esquina de intersección Av. Progreso y Av. Las Flores es C.

4.2. Propuestas de Mejora

4.2.1. Propuesta de Mejora de Fases Semafóricas

Basándonos en el estudio actual de tráfico, se plantea una redistribución semafórica, con el fin de reducir el tiempo de retraso en los traslados, reorganizar el tráfico vehicular, disminuir la exposición a sufrir un accidente y reducir los índices de contaminación ambiental y sonora.

El Highway Capacity Manual 2010 (HCM) proporciona una fórmula de distribución de los tiempos de verde dependiendo al ancho de cada acceso (A) y el número de fases (n); en nuestro caso, será aplicado en cada una de las intersecciones en estudio perteneciente a la Avenida Progreso.

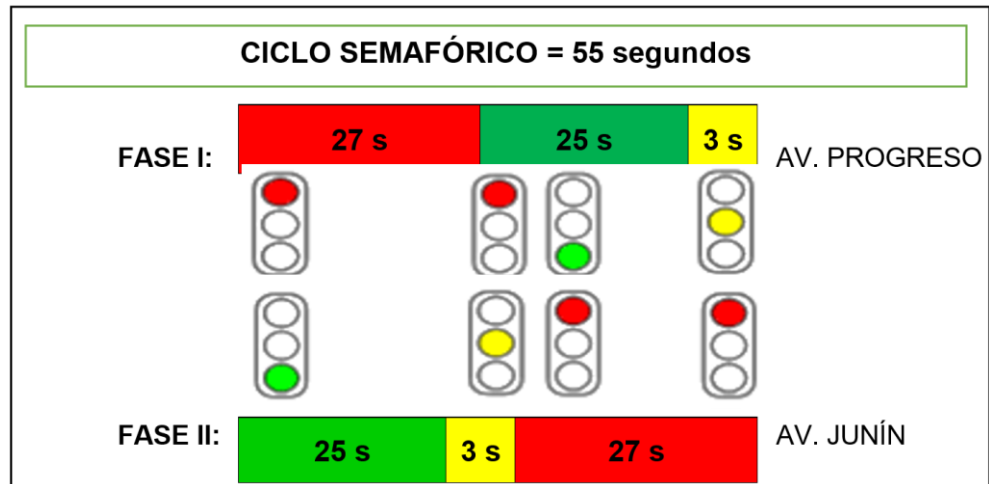
$$C = n \left(7 + \frac{\sum A_i}{1.20} \right) < 90 \text{ seg.}$$

Con la reorganización de los tiempos semafóricos, podremos apreciar la diferencia entre la demora vehicular con la distribución semafórica actual y la distribución semafórica propuesta.

4.2.1.1. Intersección de la Av. Progreso con Av. Junín

Figura 39

Ciclo Semafórico propuesto en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Junín



Nota. Elaboración propia.

Tabla 63

Comparación entre la Demora Actual y la Demora propuesta en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín.

Avenidas	Acceso	Demora Actual (seg.)	Demora Propuesta (seg.)
Av. Progreso		36.38	34.25
		36.74	34.66
Av. Junín		38.73	36.10
		38.32	35.65

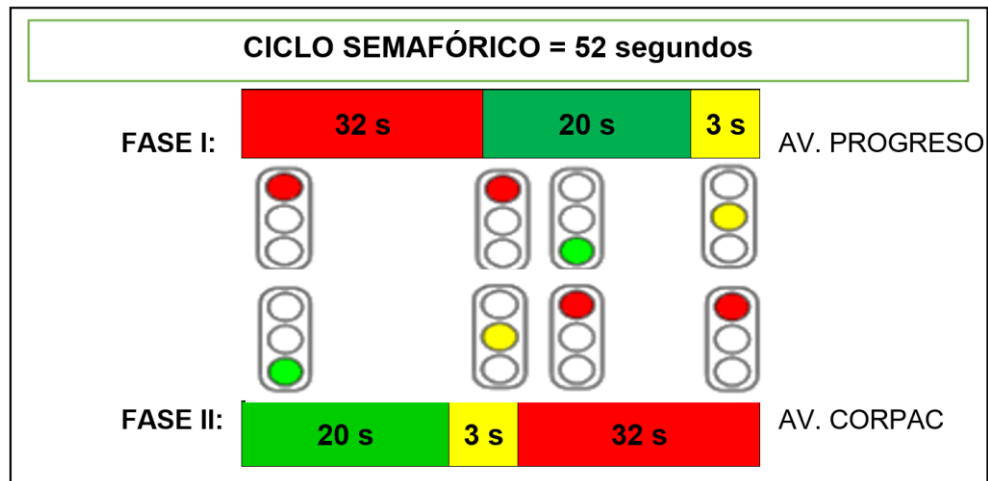
Nota. Elaboración propia.

Por ende, la demora en la intersección disminuyó de 37.18 segundos a 35 segundos, mejorando el nivel de servicio pasando del Nivel D a C.

4.2.1.2. Intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac

Figura 40






Ciclo Semafórico propuesto en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 64

Comparación entre la Demora Actual y la Demora propuesta en la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac.

Avenidas	Acceso	Demora Actual (seg.)	Demora Propuesta (seg.)
Av. Progreso		53.68	43.59
		43.24	34.26
Av. Corpac		44.61	37.45
		45.26	37.97
		41.42	34.61

Nota.

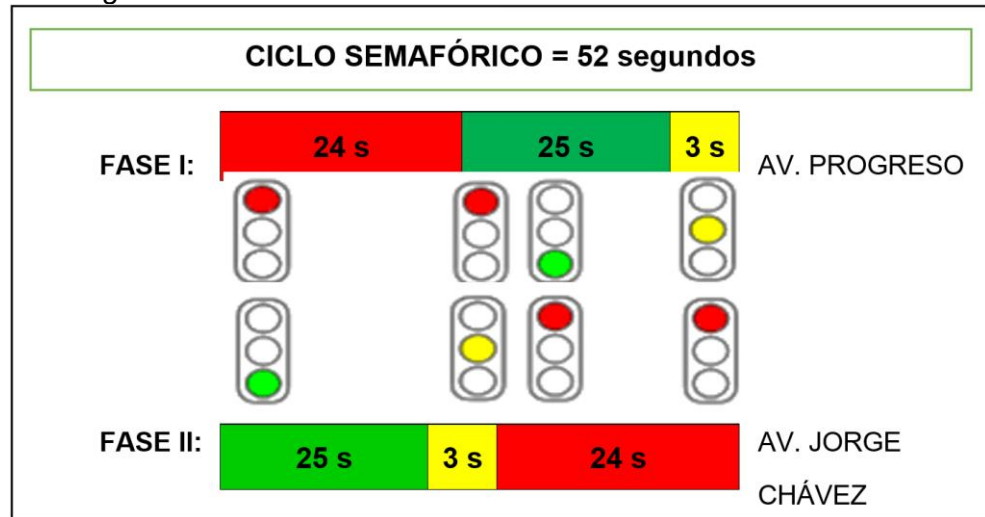
Elaboración propia.

Por ende, la demora en la intersección disminuyó de 46.78 segundos a 38.11 segundos, sin embargo, el nivel de servicio sigue siendo D.

4.2.1.3. Intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

Figura 41

Ciclo Semafórico propuesto en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez



Nota. Elaboración propia.

Tabla 65

Comparación entre la Demora Actual y la Demora propuesta en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez.

Avenidas	Acceso	Demora Actual (seg.)	Demora Propuesta (seg.)
Av. Progreso		22.72	21.36
		21.96	20.56
Av. Jorge Chávez		19.75	18.39
		20.14	18.82

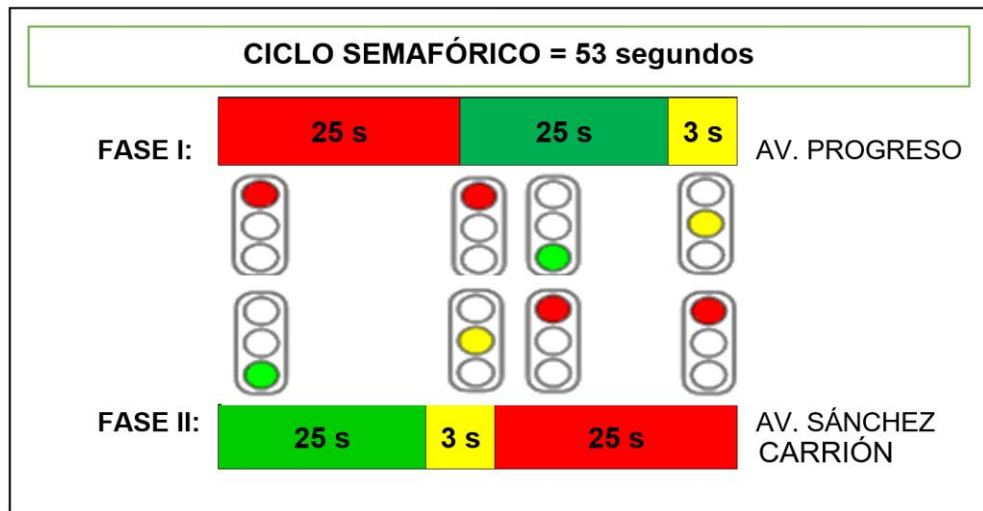
Nota. Elaboración propia.

Por ende, la demora en la intersección disminuyó de 21.24 segundos a 19.88 segundos, mejorando el nivel de servicio pasando del Nivel C a B.

4.2.1.4. Intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión

Figura 42

Ciclo Semafórico propuesto en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 66

Comparación entre la Demora Actual y la Demora propuesta en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión.

Avenidas	Acceso	Demora Actual (seg.)	Demora Propuesta (seg.)
Av. Progreso		30.76	29.40
		29.64	28.27
Av. Sánchez Carrión		39.31	37.45
		39.72	37.84

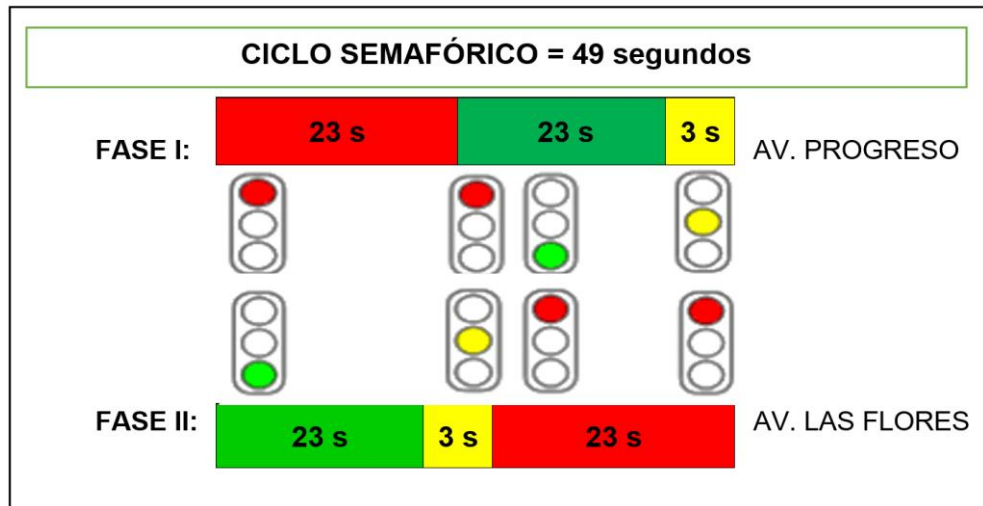
Nota. Elaboración propia.

Por ende, la demora en la intersección disminuyó de 34.47 segundos a 32.87 segundos, sin embargo, sigue ubicándose en el nivel de servicio C.

4.2.1.5. Intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores

Figura 43

Ciclo Semafórico propuesto en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 67

Comparación entre la Demora Actual y la Demora propuesta en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores.

Avenidas	Acceso	Demora Actual (seg.)	Demora Propuesta (seg.)
Av. Progreso		14.05	12.62
		15.63	13.99
Av. Las Flores		22.72	20.94
		18.27	16.59

Nota. Elaboración propia.

Por ende, la demora en la intersección disminuyó de 16.85 segundos a 15.24 segundos, sin embargo, el nivel de servicio sigue siendo B.

4.2.2. Simulación real con Synchro

4.2.2.1. Intersección 1: Av. Progreso con Av. Junín

Se ha realizado la simulación del tráfico en la intersección de la Av. Progreso con la Av. Junín en el programa Synchro, para lo cual ha sido necesario ingresar los datos de configuración de carriles (nombre de la vía, colocación de los accesos, volumen del tráfico, pendiente), configuración de volúmenes (factor hora pico, porcentaje de vehículos pesados, paradas de autobuses) y la optimización del ciclo semafórico.

Figura 44

Datos ingresados de la Intersección Av. Progreso con Av. Junín

LANE SETTINGS										VOLUME SETTINGS																
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	
Traffic Volume (vph)	0	303	220	0	318	218	0	375	251	0	360	233	Lanes and Sharing (HRL)													
Street Name	AV. JUNIN			AV. JUNIN			PROGRESO			PROGRESO			Traffic Volume (vph)	0	303	220	0	318	218	0	375	251	0	360	233	
Link Distance (m)	122.7			96.3			64.9			73.0			Confllicting Peds. (#/hr)	0			0			0			0			0
Link Speed (km/h)	50			50			50			50			Confllicting Bicycles (#/hr)													
Set Arterial Name and Speed	EB			WB			NB			SB			Peak Hour Factor	0.75	0.75	0.75	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Travel Time (s)	8.8			6.9			4.7			5.3			Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Real Sd'd Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Lane Width (m)	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grade (%)	0			0			0			0			Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Area Type CBD	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			Parking Maneuvers (#/hr)													
Storage Length (m)	0.0			0.0			0.0			0.0			Traffic from mid-block (%)		0						0				0	
Storage Lanes (#)													Link OD Volumes													
Right Turn Channelized			None			None			None				Adjusted Flow (vph)	0	404	293	0	346	237	0	408	273	0	391	253	
Curb Radius (m)													Traffic in shared lane (%)													
Add Lanes (#)													Lane Group Flow (vph)	0	697	0	0	593	0	0	681	0	0	644	0	
Lane Utilization Factor	1.00	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95														
Right Turn Factor	0.937			0.939			0.940			0.941																
Left Turn Factor (prot)	1.000			1.000			1.000			1.000																
Saturated Flow Rate (prot)	3316			3323			3327			3330																
Left Turn Factor (perm)	1.000			1.000			1.000			1.000																
Right Ped Bike Factor	1.000			1.000			1.000			1.000																
Left Ped Factor	1.000			1.000			1.000			1.000																
Saturated Flow Rate (perm)	3316			3323			3327			3330																
Right Turn on Red?		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>															
Saturated Flow Rate (RTOR)	293			237			273			253																
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>																
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>																

Nota. Elaboración propia.

En la figura se evidencia el ciclo semafórico optimizado a través del programa Synchro 8, el cual tuvo como resultado final 55 segundos, dato que coincide con nuestros cálculos manuales.

Figura 45

Optimización semafórica en la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS													
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Node #	3	Trailing Detector (m) -- 0.0 --													
Zone		Minimum Initial (s) -- 20.0 --													
X East (m)	542255.8	Minimum Split (s) -- 30.0 --													
Y North (m)	9424927.7	Total Split (s) -- 30.0 --													
Z Elevation (m)	0.0	Yellow Time (s) -- 3.0 --													
Description		All-Red Time (s) -- 0.5 --													
Control Type	Pretimed	Lost Time Adjust (s) -- 0.0 --													
Cycle Length (s)	55.0	Lagging Phase? -- --													
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Allow Lead/Lag Optimize? -- --													
Optimize Cycle Length:	Optimize	Recall Mode -- Max --													
Optimize Splits:	Optimize	Actuated Effct. Green (s) -- 26.5 --													
Actuated Cycle(s)	55.0	Actuated g/C Ratio -- 0.48 --													
Natural Cycle(s)	55.0	Volume to Capacity Ratio -- 0.40 --													
Max v/c Ratio:	0.46	Control Delay (s) -- 5.8 --													
Intersection Delay (s)	7.1	Queue Delay (s) -- 0.0 --													
Intersection LOS:	A	Total Delay (s) -- 5.8 --													

Nota. Elaboración propia.

Por último, en las siguientes figuras se pueden apreciar la intersección en estudio con sus flujos vehiculares en cada acceso, así como también, la simulación del tráfico 2D y 3D.

Figura 46

Flujo vehicular en la Intersección Av. Progreso con Av. Junín



Nota. Elaboración propia.

Figura 47

Simulación del tráfico 2D en la Intersección Av. Progreso con Av. Junín



Nota. Elaboración propia.

Figura 48

Simulación del tráfico 3D en la Intersección Av. Progreso con Av. Junín



Nota. Elaboración propia.

4.2.2.2. Intersección 2: Av. Progreso con Av. Córpac

Se ha realizado la simulación del tráfico en la intersección de la Av. Progreso con la Av. Córpac en el programa Synchro, para lo cual ha sido necesario ingresar los datos de: configuración de carriles (nombre de la vía, colocación de los accesos, volumen del tráfico, pendiente), configuración de volúmenes (factor hora pico, porcentaje de vehículos

pesados, paradas de autobuses) y la optimización del ciclo semafórico.

Figura 49

Datos ingresados de la Intersección Av. Progreso con Av. Córpac

LANE SETTINGS	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lanes and Sharing (#/L)						
Traffic Volume (vph)	269	266	461	300	294	453
Street Name	AV. CORPAC		AV. PROGRESO	AV. PROGRESO		
Link Distance (m)	197.1		149.2			91.8
Links Speed (km/h)	50		50			50
Set Arterial Name and Speed	WB		NB			SB
Travel Time (s)	14.2		10.7			6.6
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	2.9	2.9	3.2	3.2	3.2	3.2
Grade (%)	0		0			0
Area Type CBD	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Storage Length (m)	0.0	0.0		0.0	0.0	
Storage Lanes (#)						
Right Turn Channelized		None		None		None
Curb Radius (m)						
Add Lanes (#)						
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	0.95	0.95	0.95	0.95
Right Turn Factor	1.000	0.850	0.941			1.000
Left Turn Factor (prot)	0.950	1.000	1.000			0.981
Saturated Flow Rate (prot)	1733	1550	3363			3472
Left Turn Factor (perm)	0.950	1.000	1.000			0.565
Right Ped Bike Factor	1.000	1.000	1.000			1.000
Left Ped Factor	1.000	1.000	1.000			1.000
Saturated Flow Rate (perm)	1733	1550	3363			2000
Right Turn on Red?		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Saturated Flow Rate (RTOR)	0	235	366			0

VOLUME SETTINGS	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lanes and Sharing (#/L)						
Traffic Volume (vph)	269	266	461	300	294	453
Conflicting Peds. (#/hr)	0	0		0	0	
Conflicting Bicycles (#/hr)		0		0		
Peak Hour Factor	0.82	0.82	0.82	0.82	0.92	0.93
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	0	1	1	1	
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)						
Traffic from mid-block (%)	0		0			0
Link OD Volumes						
Adjusted Flow (vph)	328	324	562	366	320	499
Traffic in shared lane (%)						
Lane Group Flow (vph)	328	324	928	0	0	819

Nota. Elaboración propia.

En la figura se evidencia el ciclo semafórico optimizado a través del programa Synchro 8, el cual tuvo como resultado final 52 segundos, dato que coincide con nuestros cálculos manuales.

Figura 50

Optimización semafórica en la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS							
		WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT	PED	HOLD
Zone:	CASTILL								
X East (m):	542216.0								
Y North (m):	9424487.0								
Z Elevation (m):	0.0								
Description:									
Control Type:	Pretimed								
Cycle Length (s):	52.0								
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>								
Optimize Cycle Length:	Optimize								
Optimize Splits:	Optimize								
Actuated Cycle(s):	52.0								
Natural Cycle(s):	60.0								
Max v/c Ratio:	0.77								
Intersection Delay (s):	10.9								
Intersection LOS:	B								
ICU:	0.68								
Trailing Detector (m):		0.0	0.0	0.0			0.0		
Minimum Initial (s):		15.0	15.0	15.0			15.0	15.0	
Minimum Split (s):		20.0	20.0	20.0			20.0	20.0	
Total Split (s):		20.0	20.0	32.0			32.0	32.0	
Yellow Time (s):		3.0	3.0	3.0			3.0	3.0	
All-Red Time (s):		0.5	0.5	0.5			0.5	0.5	
Lost Time Adjust (s):		0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	
Lagging Phase?									
Allow Lead/Lag Optimize?									
Recall Mode:		Max	Max	Max			Max	Max	
Actuated Effct. Green (s):		16.5	16.5	28.5			28.5	28.5	
Actuated g/C Ratio:		0.32	0.32	0.55			0.55	0.55	
Volume to Capacity Ratio:		0.60	0.47	0.46			1.24	1.24	
Control Delay (s):		20.3	5.6	4.9			16.0	16.0	
Queue Delay (s):		0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	
Total Delay (s):		20.3	5.6	4.9			16.0	16.0	

Nota. Elaboración propia.

Por último, en las siguientes figuras se pueden apreciar la intersección en estudio con sus flujos vehiculares en cada acceso, así como también, la simulación del tráfico 2D.

Figura 51

Flujo vehicular en la Intersección Av. Progreso con Av. Córpac



Nota. Elaboración propia.

Figura 52

Simulación del tráfico 2D en la Intersección Av. Progreso con Av. Córpac



Nota. Elaboración propia.

Figura 53

Simulación del tráfico 3D en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac



Nota. Elaboración propia.

4.2.2.3. Intersección 3: Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

Se ha realizado la simulación del tráfico en la intersección de la Av. Progreso con la Av. Jorge Chávez en el programa Synchro, para lo cual ha sido necesario ingresar los datos de: configuración de carriles (nombre de la vía, colocación de los accesos, volumen del tráfico, pendiente), configuración de volúmenes (factor hora pico, porcentaje de vehículos pesados, paradas de autobuses) y la optimización del ciclo semafórico.

Figura 54

Datos ingresados de la Intersección Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

LANE SETTINGS				VOLUME SETTINGS								
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (W/L)	↑↑			↑↑			↑↑			↑↑		
Traffic Volume (vph)	0	173	107	0	171	116	0	228	111	0	216	111
Street Name	AV. JORGE CHAVEZ			AV. JORGE CHAVEZ			AV. PROGRESO			AV. PROGRESO		
Link Distance (m)	336.3			203.6			147.4			170.4		
Link Speed (km/h)	50			50			50			50		
Sat Arterial Name and Speed	EB 50			WB 50			NB 50			SB 50		
Travel Time (s)	24.2			14.7			10.6			12.3		
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900			1900			1900			1900		
Lane Width (m)	2.9			2.9			3.2			3.2		
Grade (%)	1			1			1			1		
Area Type CBD	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Storage Length (m)	0.0			0.0			0.0			0.0		
Storage Lanes (#)	-			-			-			-		
Right Turn Channelized	None			None			None			None		
Curb Radius (m)	-			-			-			-		
Add Lanes (#)	-			-			-			-		
Lane Utilization Factor	1.00			0.95			0.95			1.00		
Right Turn Factor	0.943			0.939			0.951			0.949		
Left Turn Factor (prot)	1.000			1.000			1.000			1.000		
Saturated Flow Rate (prot)	3157			3174			3349			3342		
Left Turn Factor (perm)	1.000			1.000			1.000			1.000		
Right Ped Bike Factor	1.000			1.000			1.000			1.000		
Left Ped Factor	1.000			1.000			1.000			1.000		
Saturated Flow Rate (perm)	3157			3174			3349			3342		
Right Turn on Red?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Saturated Flow Rate (RTOR)	124			126			121			120		

Nota. Elaboración propia.

En la figura se evidencia el ciclo semafórico optimizado a través del programa Synchro 8, el cual tuvo como resultado final 52 segundos, dato que coincide con nuestros cálculos manuales.

Figura 55

Optimización semafórica en la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS													
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Node #	3														
Zone:															
X East (m):	542278.6														
Y North (m):	9423778.8														
Z Elevation (m):	0.0														
Description:															
Control Type:	Pretimed														
Cycle Length (s):	52.0														
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>														
Optimize Cycle Length:	Optimize														
Optimize Splits:	Optimize														
Actuated Cycle(s):	52.0														
Natural Cycle(s):	50.0														
Max v/c Ratio:	0.24														
Intersection Delay (s):	6.2														
Intersection LOS:	A														
Trailing Detector (m)		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0			
Minimum Initial (s)		10.0		10.0		15.0		15.0		15.0		15.0			
Minimum Split (s)		24.0		24.0		24.0		24.0		24.0		24.0			
Total Split (s)		25.0		25.0		27.0		27.0		27.0		27.0			
Yellow Time (s)		3.0		3.0		3.0		3.0		3.0		3.0			
All-Red Time (s)		0.5		0.5		0.5		0.5		0.5		0.5			
Lost Time Adjust (s)		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0			
Lagging Phase?															
Allow Lead/Lag Optimize?															
Recall Mode		Max		Max		Max		Max		Max		Max			
Actuated Effct. Green (s)		21.5		21.5		23.5		23.5		23.5		23.5			
Actuated g/C Ratio		0.41		0.41		0.45		0.45		0.45		0.45			
Volume to Capacity Ratio		0.24		0.23		0.23		0.23		0.23		0.23			
Control Delay (s)		6.5		6.2		6.2		6.1		6.1		6.1			
Queue Delay (s)		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0			
Total Delay (s)		6.5		6.2		6.2		6.1		6.1		6.1			

Nota. Elaboración propia.

Por último, en las siguientes figuras se pueden apreciar la intersección en estudio con sus flujos vehiculares en cada acceso, así como también, la simulación del tráfico 2D.

Figura 56

Flujo vehicular en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez



Nota. Elaboración propia.

Figura 57

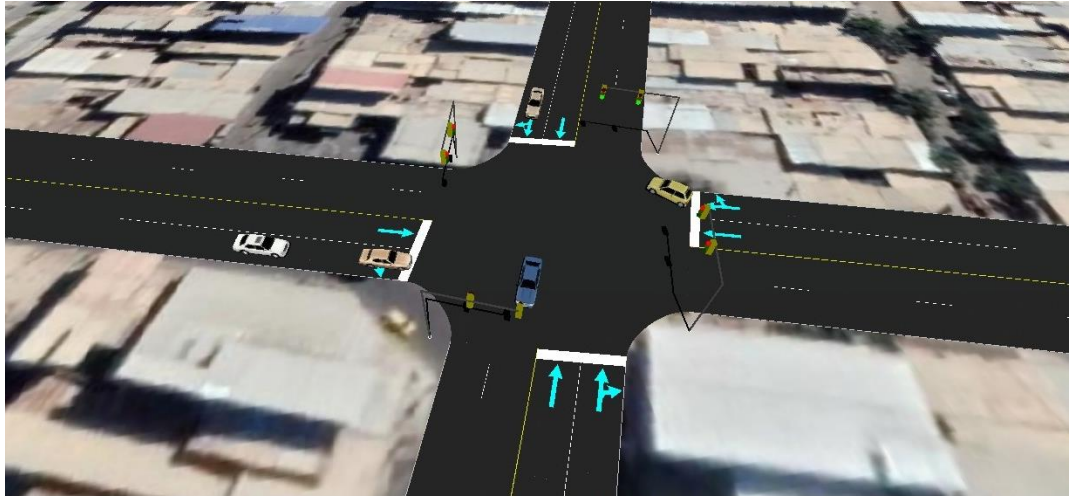
Simulación del tráfico 2D en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez



Nota. Elaboración propia.

Figura 58

Simulación del tráfico 3D en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez



Nota. Elaboración propia.

4.2.2.4. Intersección 4: Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión

Se ha realizado la simulación del tráfico en la intersección de la Av. Progreso con la Av. Sánchez Carrión en el programa Synchro, para lo cual ha sido necesario ingresar los datos de: configuración de carriles (nombre de la vía, colocación de los accesos, volumen del tráfico, pendiente), configuración de volúmenes (factor hora pico, porcentaje de vehículos pesados, paradas de autobuses) y la optimización del ciclo semafórico.

Figura 59

Datos ingresados de la Intersección Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

LANE SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Traffic Volume (vph)	0	236	134	0	225	150	0	312	138	0	289	14
Street Name	SANCHEZ CARRION			AV. SANCHEZ CARRION			PROGRESO			PROGRESO		
Link Distance (m)	117.3			126.5			88.5			67.5		
Link Speed (km/h)	50			50			50			50		
Set Adrenal Name and Speed	EB			WB			NB			SB		
Travel Time (s)	8.4			9.3			4.3			4.3		
Ideal Sat. Flow (veh/pl)	1900			1900			1900			1900		
Lane Width (m)	3.0			3.0			3.0			3.2		
Grade (%)	0			0			0			0		
Area Type CBD	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Storage Length (m)	0.0			0.0			0.0			0.0		
Right Turn Channelized	None			None			None			None		
Curb Radius (m)	-			-			-			-		
Add Lanes (ft)	-			-			-			-		
Lane Utilization Factor	1.00			0.95			0.95			1.00		
Right Turn Factor	0.946			0.940			0.954			0.950		
Left Turn Factor (prot)	1.000			1.000			1.000			1.000		
Saturated Flow Rate (prot)	3214			3194			3376			3362		
Left Turn Factor (perm)	1.000			1.000			1.000			1.000		
Right Ped Bike Factor	1.000			1.000			1.000			1.000		
Left Ped Factor	1.000			1.000			1.000			1.000		
Saturated Flow Rate (perm)	3214			3194			3376			3362		
Right Turn on Red?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Saturated Flow Rate (RTOR)	146			163			150			155		
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#/L)	↑↑			↑↑			↑↑			↑↑		
Traffic Volume (vph)	0	236	134	0	225	150	0	312	138	0	289	14
Conflicting Peds. (#/hr)	0			0			0			0		
Conflicting Bicycles (#/hr)	0			0			0			0		
Peak Hour Factor	0.82			0.82			0.82			0.82		
Growth Factor	1.00			1.00			1.00			1.00		
Heavy Vehicles (%)	2			2			2			2		
Bus Blockages (#/hr)	0			0			0			0		
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Parking Maneuvers (#/hr)	-			-			-			-		
Traffic from mid-block (%)	-			0			-			0		
Link OD Volumes	-			-			-			-		
Adjusted Flow (vph)	0	288	163	0	274	183	0	380	168	0	352	174
Traffic in shared lane (%)	-			-			-			-		
Lane Group Flow (vph)	0	451	0	0	457	0	0	548	0	0	526	0

Nota. Elaboración propia.

En la figura se evidencia el ciclo semafórico optimizado a través del programa Synchro 8, el cual tuvo como resultado final 53 segundos, dato que coincide con nuestros cálculos manuales.

Figura 60

Optimización semafórica en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión

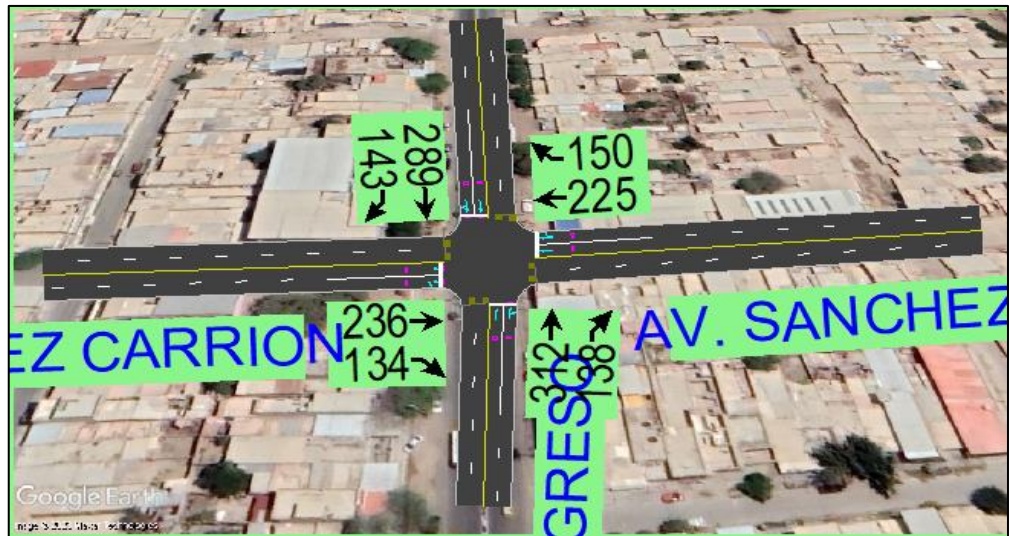
NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Node #	3	Trailing Detector (m)	-	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0	-	-	-
Zone:		Minimum Initial (s)	-	22.0	-	-	22.0	-	-	22.0	-	-	22.0	-	-	-
X East (m)	541580.0	Minimum Split (s)	-	25.5	-	-	25.5	-	-	25.5	-	-	25.5	-	-	-
Y North (m)	9423088.0	Total Split (s)	-	25.5	-	-	25.5	-	-	27.0	-	-	27.0	-	-	-
Z Elevation (m)	0.0	Yellow Time (s)	-	3.0	-	-	3.0	-	-	3.0	-	-	3.0	-	-	-
Description		All-Red Time (s)	-	0.5	-	-	0.5	-	-	0.5	-	-	0.5	-	-	-
Control Type	Pretimed	Lost Time Adjust (s)	-	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0	-	-	-
Cycle Length (s)	52.5	Lagging Phase?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Allow Lead/Lag Optimize?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Optimize Cycle Length:	Optimize	Recall Mode	-	Max	-	-	Max	-	-	Max	-	-	Max	-	-	-
Optimize Splits:	Optimize	Actuated Effct. Green (s)	-	22.0	-	-	22.0	-	-	23.5	-	-	23.5	-	-	-
Actuated Cycle(s):	52.5	Actuated g/C Ratio	-	0.42	-	-	0.42	-	-	0.45	-	-	0.45	-	-	-
Natural Cycle(s):	55.0	Volume to Capacity Ratio	-	0.31	-	-	0.32	-	-	0.34	-	-	0.33	-	-	-
Max v/c Ratio:	0.34	Control Delay (s)	-	7.0	-	-	6.6	-	-	7.1	-	-	6.7	-	-	-
Intersection Delay (s):	6.9	Queue Delay (s)	-	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0	-	-	-
Intersection LOS:	A	Total Delay (s)	-	7.0	-	-	6.6	-	-	7.1	-	-	6.7	-	-	-

Nota. Elaboración propia.

Por último, en las siguientes figuras se pueden apreciar la intersección en estudio con sus flujos vehiculares en cada acceso, así como también, la simulación del tráfico 2D.

Figura 61

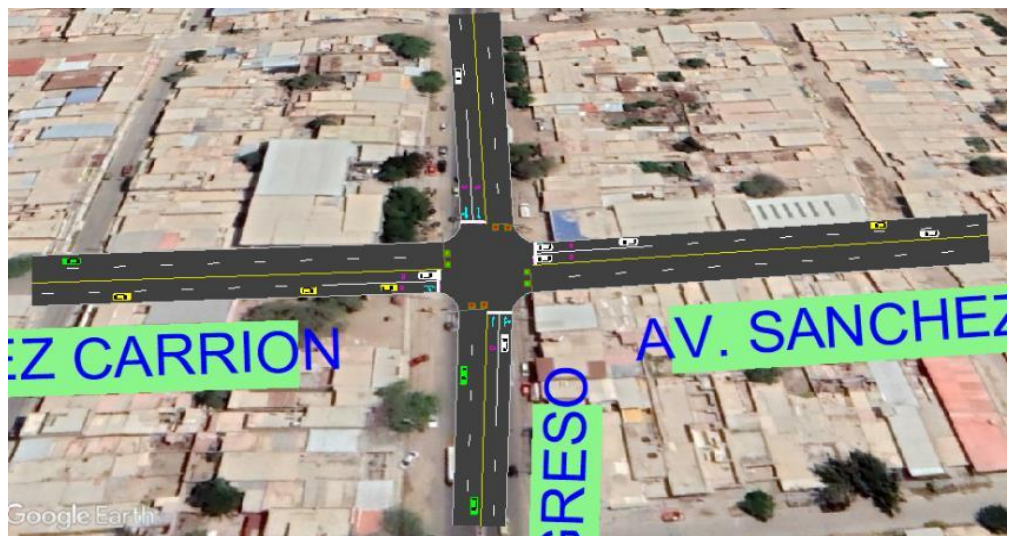
Flujo vehicular en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión



Nota. Elaboración propia.

Figura 62

Simulación del tráfico 2D en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión



Nota. Elaboración propia.

Figura 63

Simulación del tráfico 3D en la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión



Nota. Elaboración propia.

4.2.2.5. Intersección 5: Av. Progreso con Av. Las Flores

Se ha realizado la simulación del tráfico en la intersección de la Av. Progreso con la Av. Las Flores en el programa Synchro, para lo cual ha sido necesario ingresar los datos de: configuración de carriles (nombre de la vía, colocación de los accesos, volumen del tráfico, pendiente), configuración de volúmenes (factor hora pico, porcentaje de vehículos pesados, paradas de autobuses) y la optimización del ciclo semafórico.

Figura 64

Datos ingresados de la Intersección Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

LANE SETTINGS	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lanes and Sharing (#RL)	W	W	T	T	T	T
Traffic Volume (vph)	146	134	135	120	127	106
Street Name	AV. LAS FLORES					
Link Distance (m)	181.0		90.4			58.1
Links Speed (km/h)	50		50			50
Set Arterial Name and Speed	WB		NB			SB
Travel Time (s)	13.0		6.5			4.2
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	2.4	2.4	3.2	3.2	3.2	3.2
Grade (%)	1		1			0
Area Type CBD	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Storage Length (m)	0.0	0.0		0.0		0.0
Storage Lanes (#)						
Right Turn Channelized		None		None		None
Curb Radius (m)						
Add Lanes (#)						
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	0.95	0.95	0.95	0.95
Right Turn Factor	0.935		0.923			1.000
Left Turn Factor (prot)	0.975		1.000			0.973
Saturated Flow Rate (perm)	1622		3250			3444
Left Turn Factor (perm)	0.975		1.000			0.713
Right Ped Bike Factor	1.000		1.000			1.000
Left Ped Factor	1.000		1.000			1.000
Saturated Flow Rate (perm)	1622		3250			2523
Right Turn on Red?		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Saturated Flow Rate (RTDR)	138		141			0
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

VOLUME SETTINGS	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lanes and Sharing (#RL)	W	W	T	T	T	T
Traffic Volume (vph)	146	134	135	120	127	106
Conflicting Peds. (#/hr)	0	0		0	0	
Conflicting Bicycles (#/hr)		0		0		
Peak Hour Factor	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)						
Traffic from mid-block (%)	0		0			0
Link OD Volumes						
Adjusted Flow (vph)	172	158	159	141	149	125
Traffic in shared lane (%)						
Lane Group Flow (vph)	330	0	300	0	0	274

Nota. Elaboración propia.

En la figura se evidencia el ciclo semafórico optimizado a través del programa Synchro 8, el cual tuvo como resultado final 49 segundos, dato que coincide con nuestros cálculos manuales.

Figura 65

Optimización semafórica en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS							WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT	PED	HOLD
Zone:		Leading Detector (m)	2.0	—	10.0	—	—	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—
X East (m):	542325.0	Trailing Detector (m)	0.0	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	—	—	—	—	—
Y North (m):	9424880.0	Minimum Initial (s)	20.0	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	—	—	—	—	—	—
Z Elevation (m):	0.0	Minimum Split (s)	25.0	—	24.0	—	24.0	24.0	—	—	—	—	—	—	—	—
Description:		Total Split (s)	25.0	—	24.0	—	24.0	24.0	—	—	—	—	—	—	—	—
Control Type:	Pretimed	Yellow Time (s)	3.0	—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—
Cycle Length (s):	49.0	All-Red Time (s)	0.5	—	0.5	—	0.5	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Lost Time Adjust (s)	0.0	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	—	—	—	—	—
Optimize Cycle Length:	Optimize	Lagging Phase?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Optimize Splits:	Optimize	Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Actuated Cycle(s):	49.0	Recall Mode	Max	—	Max	—	Max	Max	—	—	—	—	—	—	—	—
Natural Cycle(s):	50.0	Actuated Effect. Green (s)	21.5	—	20.5	—	—	20.5	—	—	—	—	—	—	—	—
Max v/c Ratio:	0.42	Actuated g/C Ratio	0.44	—	0.42	—	—	0.42	—	—	—	—	—	—	—	—
Intersection Delay (s):	7.7	Volume to Capacity Ratio	0.42	—	0.21	—	—	0.26	—	—	—	—	—	—	—	—
Intersection LOS:	A	Control Delay (s)	7.9	—	5.3	—	—	10.2	—	—	—	—	—	—	—	—
ICU:	0.60	Queue Delay (s)	0.0	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	—	—	—	—	—
ICU LOS:	B	Total Delay (s)	7.9	—	5.3	—	—	10.2	—	—	—	—	—	—	—	—

Nota. Elaboración propia.

Por último, en las siguientes figuras se pueden apreciar la intersección en estudio con sus flujos vehiculares en cada acceso, así como también, la simulación del tráfico 2D

Figura 66

Flujo vehicular en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores



Nota. Elaboración propia.

Figura 67

Simulación del tráfico 2D en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores



Nota. Elaboración propia.

Figura 68

Simulación del tráfico 3D en la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores



Nota. Elaboración propia.

4.2.3. Propuesta de Señalización Vertical y Horizontal

La Av. Progreso constituye una de las vías principales en el distrito de Castilla, es por ello su importancia y necesario su mejoramiento en lo que concierne su señalización agenciándonos del “*Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor*” vigente. En la tabla N°69 se muestran algunas de las propuestas de la señalización vertical y horizontal para las intersecciones en estudio:

SEÑAL	DESCRIPCIÓN
<p data-bbox="252 275 598 342">Señal de Zona Escolar (P-49)</p> 	<p data-bbox="651 275 1319 562">De las 5 instituciones educativas existentes en la avenida en estudio, 3 de ellas carecen de esta señal de tránsito, generando un gran riesgo para los escolares, docentes y padres de familia. Por ello, se recomienda su implementación y así poder reducir el nivel de peligrosidad tanto para conductores como escolares.</p>
<p data-bbox="252 566 598 633">Señal de Circulación en ambos sentidos (R-11)</p> 	<p data-bbox="651 622 1319 763">Antes de la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín debe existir esta señal para notificar al conductor que se aproxima a un tramo de circulación bidireccional, sin separador central.</p>
<p data-bbox="284 824 582 891">Señal de Curva a la Derecha (P-2A)</p> 	<p data-bbox="651 857 1319 999">Antes de la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez es necesaria esta señal, la cual advierte al conductor la proximidad de una curva horizontal hacia la derecha.</p>
<p data-bbox="252 1115 598 1182">Señal de Proximidad de Semáforos (P-55)</p> 	<p data-bbox="651 1171 1319 1346">A lo largo de la Av. Progreso y sus intersecciones semaforizadas, se ha identificado la carencia de esta señal de tránsito, la cual es importante y debe ser colocada a 200 m. antes de la intersección.</p>
<p data-bbox="228 1406 622 1518">Señal de Reducción de Calzada Lado Derecho (P-17B)</p> 	<p data-bbox="651 1485 1319 1659">Esta señal es necesaria antes de la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín, debido a que advierte al conductor de la proximidad de una reducción o estrechamiento de calzada.</p>
<p data-bbox="284 1742 582 1809">Señal de prohibido voltear en U</p> 	<p data-bbox="651 1809 1319 1951">Señal necesaria a lo largo de la Av. Progreso y sus intersecciones, que nos indica la prohibición de voltear en U y evitar algún accidente.</p>

Tabla 68

Propuesta de señalización horizontal

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	
SEÑAL	DESCRIPCIÓN
Línea de Borde de Calzada	En la Av. Progreso es necesario el mantenimiento de estas líneas, debido a que su estado actual es precario y no son visibles.
Línea de Carril	Las líneas segmentadas presentes en toda la Av. Progreso presentan deterioro
Línea Central	Antes de la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín es necesario el mantenimiento de las líneas centrales, las cuales deben ser de color amarillo y segmentada permitiendo el pase al otro carril para adelantamiento y continua cuando sea prohibido adelantar.
Línea de Cruce Peatonal	Esta señal si existe a lo largo del recorrido de la avenida en estudio, pero su estado no es óptimo para la visibilidad de los conductores y peatones.
Flecha Recta y de Giro	El estado de algunas flechas rectas y de giro (derecha e izquierda) existentes en las intersecciones es de poca visibilidad para conductores y peatones, por tanto, se requiere mantenimiento. En las intersecciones de la Av. No existen flechas, es necesario su pronta colocación.

Nota. Elaboración propia.

4.2.4. Propuesta de Instalación de paraderos en la Av. Progreso

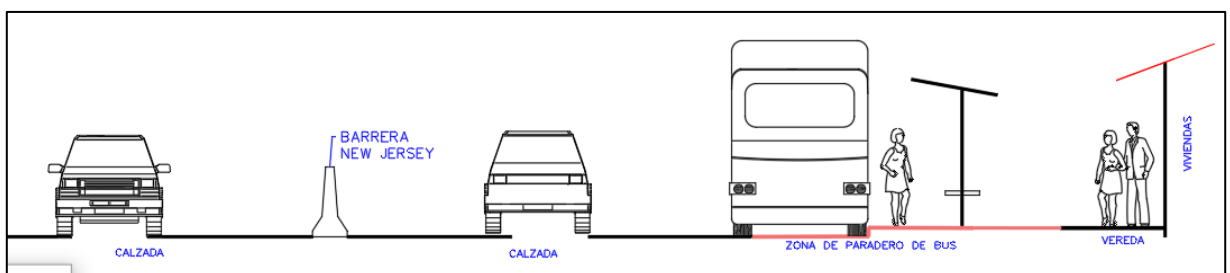
Con la finalidad de lograr objetivos de seguridad y organización vial, es necesaria la colocación de paraderos para el transporte público, los cuales deberán estar correctamente ubicados, evitando la interrupción del tránsito y con la señalización pertinente tanto para peatones como para los conductores.

Según el Artículo 206 del Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito (2009) los paraderos autorizados deben estar ubicados en el carril derecho de la vía, en el sentido de la circulación, a no más de 20 cm. Del borde de la acera y paralelo a la misma, dejando entre vehículos un espacio no inferior a 50 cm.

Además de ello, se recomienda que cada una de las actividades que se tomen para asegurar la estabilidad y el orden vial de una localidad, tienen que principalmente velar por los individuos con cualquier tipo de discapacidad. Estas personas deberán tener un libre acceso tanto a la información de rutas como al transporte público en general.

Figura 69

Zona de paradero de bus en la Av. Progreso



Nota. Elaboración propia.

4.2.5. Barrera de seguridad vial de concreto tipo New Jersey

Este tipo de sistema de contención de vehículos, es un dispositivo con finalidad de proporcionar cierto nivel de contención a un vehículo fuera de control, que puede impactar contra algún objeto fijo o salirse de la vía, logrando contener al vehículo, redireccionándolo y mitigando la gravedad del impacto de los ocupantes.

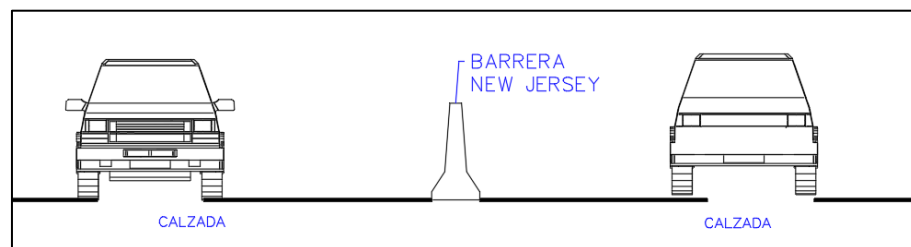
Actualmente, existen los siguientes escenarios:

- A pesar de existir pasos peatonales en intersecciones de avenidas, los usuarios cruzan la vía donde mejor consideren ignorando su seguridad.
- Al saber de la inexistencia de paraderos, los usuarios piden bajar donde les plazca ignorando el riesgo que exponen ellos mismos y los demás conductores.
- Hay varios tramos de la Av. Progreso donde los mismos pobladores usan la berma central como botadero de basura, siendo un foco de exposición a contaminación de enfermedades.

Estos escenarios muestran que existe muy poca educación vial peatonal por parte de los usuarios; por tanto, al implementarse este tipo de dispositivo no solo reemplazaría el actual mal estado de la berma central en de toda la Av. Progreso, también impactaría a los usuarios a tener más consciencia de seguridad vial.

Figura 70

Barrera New Jersey



Nota. Elaboración propia.

4.2.6. Control del estacionamiento

El estacionamiento es una parte muy importante de la infraestructura vial. En muchos lugares no se cuenta con el suficiente espacio para estacionar y lo más habitual es aparcarse en zonas prohibidas que afectan al tráfico vehicular, debido a que restringen su circulación por la vía.

Según los aforos vehiculares realizados en la presente investigación, en las 5 intersecciones semaforizadas se lograron observar alrededor de 10 a 20 vehículos estacionados limitando el ancho de carril.

El control del estacionamiento consiste en contar con sitios de parqueo en zonas cercanas a la Avenida Progreso, con el objetivo de mantener a los vehículos fuera de la vía principal y garantizar el orden vehicular.

4.2.7. Prohibición de carteles de comercio

Varios carteles de comercio se encuentran encadenados a los postes de luz pública, medida adoptada por los dueños de estos anuncios a manera de precaución de seguridad ante robo, ocasionando obstáculo del tránsito peatonal en las veredas de uso público.

4.3. Docimasia de hipótesis

La propuesta del estudio de seguridad vial y peatonal en las intersecciones de la avenida Progreso del distrito de Castilla- Piura – Piura.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Secciones geométricas de las intersecciones en estudio

Parte del desarrollo del estudio se evaluó 4 intersecciones, las cuales se encuentran semaforizadas, pertenecientes a la Av. Progreso. Dichas intersecciones son:

- Av. Progreso con Av. Junín
- Av. Progreso con Av. Córpac
- Av. Progreso con Av. Jorge Chávez
- Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión
- Av. Progreso con Av. Las Flores

De acuerdo al tipo de intersección, se pudo identificar que las intersecciones Av. Progreso con Av. Junín, Av. Progreso con Av. Jorge Chávez y Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión son de tipo cruz (“+”), y las intersecciones Av. Progreso con Av. Córpac y Av. Progreso con Av. Las Flores son de tipo “T”. Las cuales muestran los siguientes distintivos de accesos:

5.1.1. Característica geométrica de la intersección Av. Progreso con Av. Junín

Como se mostró en la tabla 13, parte de los distintivos que se observó de la Av. Progreso antes de la Av. Junín, son la presencia de 1 calzada de 6.50 m. con 2 carriles bidireccionales, con tachas reflectivas como delimitador de vía central; complementando tal información, se muestra los siguientes datos.

Tabla 69*Medida de geometría vial y peatonal de la intersección de la Av. Progreso con Av. Junín*

	Ancho de vereda	N° Calzadas	N° Carril	Ancho de berma central	Ancho de carril por calzada	
					izquierda	derecha
Av. Progreso antes de Av. Junín	1.60 m.	1	2	-	3.25 m.	3.25 m.
Av. Progreso después de Av. Junín	1.60 m.	2	2	1.00 m.	3.25 m.	3.25 m.
Av. Junín antes de Av. Progreso	1.5 m.	2	2	2.50 m.	3.00 m.	3.00 m.
Av. Junín después de Av. Progreso	1.5 m.	1	2	-	3.00 m.	3.00 m.

Nota. Elaboración propia.

5.1.2. Característica geométrica de la intersección Av. Progreso con Av. Córpac

Como se mostró en la tabla 23, parte de los distintivos que se observó en Av. Córpac, son la presencia de 2 calzadas con 2 carriles unidireccionales cada una; complementando tal información, se muestra los siguientes datos.

Tabla 70*Medida de la geometría vial y peatonal de la intersección de la Av. Progreso con Av. Córpac*

	Ancho de vereda	N° Calzadas	N° Carril	ancho de berma central	Ancho de carril por calzada	
					izquierda	derecha
Av. Progreso antes de Av. Córpac	2.10 m.	2	2	1.00 m.	3.25 m.	3.25 m.
Av. Progreso después de Av. Córpac	2.10 m.	2	2	1.00 m.	3.25 m.	3.25 m.
Av. Córpac después de Av. Progreso	1.50 m.	2	2	3.00 m.	2.85 m.	2.85 m.

Nota. Elaboración propia.

5.1.3. Característica geométrica de la intersección Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

Como se mostró en la tabla 33, parte de los distintivos que se observó tanto para la Av. Progreso como Av. Jorge Chávez, son la presencia de 2 calzadas con 2 carriles unidireccionales cada una; complementando tal información, se muestra los siguientes datos.

Tabla 71

Medida de la geometría vial y peatonal de la intersección de la Av. Progreso con Av. Jorge Chávez

	Ancho de vereda	N° Calzadas	N° Carril	ancho de berma central	Ancho de carril por calzada	
					izquierda	derecha
Av. Progreso antes de Av. Jorge Chávez	1.50 m.	2	2	1.00 m.	3.25 m.	3.25 m.
Av. Progreso después de Av. Jorge Chávez	1.50 m.	2	2	1.00 m.	3.25 m.	3.25 m.
Av. Jorge Chávez antes de Av. Progreso	2.00 m.	2	2	2.50 m.	2.85 m.	2.85 m.
Av. Jorge Chávez después de Av. Progreso	2.00 m.	2	2	-	2.85 m.	2.85 m.

Nota. Elaboración propia.

5.1.4. Característica geométrica de la intersección Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión

Como se mostró en la tabla 43, parte de los distintivos que se observó tanto para la Av. Progreso como Av. Sánchez Carrión, son la presencia de 2 calzadas con 2 carriles unidireccionales cada una; complementando tal información, se muestra los siguientes datos.

Tabla 72

Medida de la geometría vial y peatonal de la intersección de la Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión

	Ancho de vereda	N° Calzadas	N° Carril	ancho de berma central	Ancho de carril por calzada	
					izquierda	derecha
Av. Progreso antes de Av. Sánchez Carrión	1.50 m.	2	2	1.00 m.	3.25 m.	3.25 m.
Av. Progreso después de Av. Sánchez Carrión	1.50 m.	2	2	1.00 m.	3.25 m.	3.25 m.
Av. Sánchez Carrión antes de Av. Progreso	2.00 m.	2	2	2.50 m.	3.00 m.	3.00 m.
Av. Sánchez Carrión después de Av. Progreso	2.00 m.	2	2	-	3.00 m.	3.00 m.

Nota. Elaboración propia.

5.1.5. Característica geométrica de la intersección Av. Progreso con Av. Las Flores

Como se mostró en la tabla 53, parte de los distintivos que se observó tanto para Av. Las Flores, son la presencia de 1 calzada con 2 carriles bidireccionales cada una; complementando tal información, se muestra los siguientes datos.

Tabla 73

Medida de la geometría vial y peatonal de la intersección de la Av. Progreso con Av. Las Flores

	Ancho de vereda	N° Calzadas	N° Carril	ancho de berma central	Ancho de carril por calzada	
					izquierda	derecha
Av. Progreso antes de Av. Las Flores	1.50 m.	2	2	1.00 m.	3.25 m.	3.25 m.
Av. Progreso después de Av. Las Flores	1.50 m.	2	2	1.00 m.	3.25 m.	3.25 m.
Av. Las Flores después de Av. Progreso	1.60 m.	1	2	-	3.00 m.	3.00 m.

Nota. Elaboración propia.

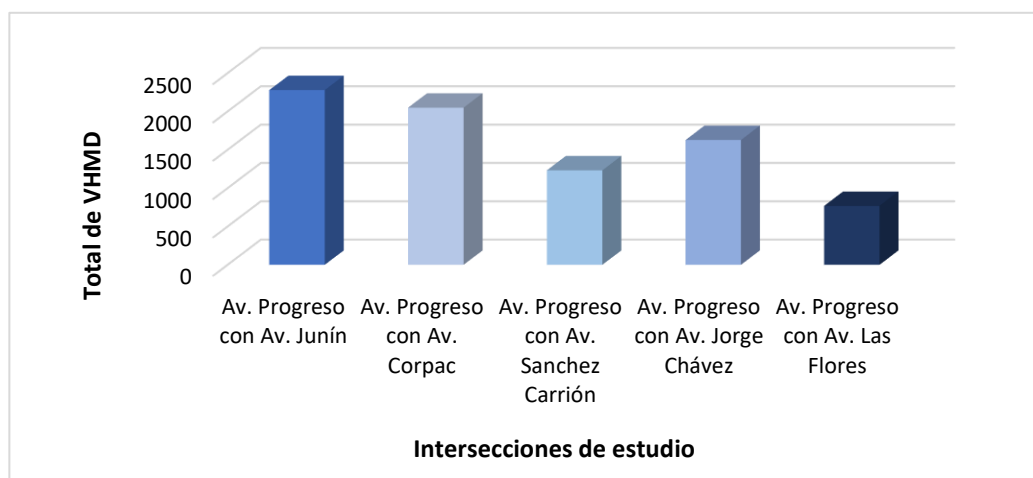
5.2. Estudio del tráfico vehicular en intersecciones

Para saber las características propias del tráfico de la Av. Progreso con cada intersección en estudio, se realizó un estudio de tráfico vehicular para determinar un diagnóstico sobre la condición actual en cada intersección.

Se realizó el conteo vehicular durante 12 horas por un periodo de siete días consecutivos de la semana, hallándose el volumen horario de máxima demanda (VHMD) de los vehículos, cuyos resultados se muestran en el siguiente gráfico.

Gráfico 11.

Número de vehículos por hora de máxima demanda en intersecciones de estudio



Nota. Elaboración propia.

Se registró la siguiente cantidad de vehículos en desplazamiento presentes en la intersección:

- Av. Progreso con Av. Junín, se desplazan 2278 veh/h.
- Av. Progreso con Av. Corpac, se desplazan 2049 veh/h.
- Av. Progreso con Av. Jorge Chávez, se desplazan 1232 veh/h.
- Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión, se desplazan 1627 veh/h.
- Av. Progreso con Av. Las Flores, se desplazan 768 veh/h.

Tomando los valores del VHMD de las intersecciones en mención se precisó el flujo vehicular en intervalo de 15 minutos, obteniendo así el valor de 760 veh/15min para la intersección la Av. Progreso con Av. Junín, veh/15min, en la intersección Av. Progreso con Av. Corpac se desplazan 625 veh/15min, en la intersección Av. Progreso con Av. Jorge Chávez se desplazan 358 veh/15min, en la intersección Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión se desplazan 495 veh/15min y en la intersección Av. Progreso con Av. Las Flores se desplazan 225 veh/15min.

De acuerdo a resultados, a partir del total de veh/15min en cada intersección en estudio, como factor de hora de máxima demanda (FHMD) para las intersecciones de Av. Progreso con Av. Junín, Av. Progreso con Av. Corpac, Av. Progreso con Av. Jorge Chávez, Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión

y Av. Progreso con Av. Las Flores son los valores de 0.90, 0.82, 0.82, 0.86 y 0.85 respectivamente.

Se pudo observar que el día de máxima demanda de vehículos motorizados para las intersecciones son los días lunes con su HMD de 7:00 am a 8:00 am, 8:00 am a 9:00 am y 6:00 pm a 7:00 pm; el día miércoles con HMD de 7:00 am a 8:00 am.

5.3. Clasificación del flujo de vehículos de acuerdo a su tipología

Como resultado del diagnóstico sobre la condición presente en cada intersección en estudio, se observó que, del número total de vehículos motorizados de cada intersección, los de mayor afluencia son los mototaxis con un porcentaje entre 63% y 72%, automóvil con porcentaje entre 11% y 12% vehículos y camionetas con un porcentaje entre 2% y 6%.

Como resultado de acuerdo a la clasificación vehicular del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), el flujo de vehículos motorizados de las intersecciones en estudio pertenece al tipo de vehículos ligeros tales como L2 (mototaxis), M1 (automóviles) y L1 (motos lineales).

5.4. Nivel de Servicio Vial en intersecciones de estudio

Para la correcta evaluación del nivel de servicio, se utilizó como parte del indicador las características principales de operación del nivel de servicio del Manual de Capacidad de Carreteras y en conjunto, también se tomaron las condiciones prevalecientes propios de cada intersección que influyen en el nivel de servicio que condicionan el flujo de vehículos, capacidad de la calzada, estado de superficie de rodadura. En nuestra evaluación in-situ, se observó el poco mantenimiento que brindan por parte de La Municipalidad de Castilla en la señalización horizontal presente en la carpeta de rodadura, en algunos tramos la presencia era casi nula incluso cerca a instituciones educativas, donde no había ni indicación de señal vertical, determinándose una baja calidad de los servicios viales y peatonales.

En las intersecciones de Av. Progreso con Av. Junín, Av. Progreso con Calle Córpac, Av. Progreso con Av. Jorge Chávez, Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión y Av. Progreso con Av. Las Flores, mostraron tener un nivel de

servicio NSD, NSD, NSC, NSC y NSB caracterizados por tener congestión del tránsito, cola de vehículos y poca capacidad de maniobra por parte del usuario; tomando esta información se propone como mejora de nivel de servicio a estas intersecciones un menor tiempo de demora para cada intersección.

5.5. Seguridad peatonal

En complemento a lo mencionado anteriormente, se observó que, sumado a la carencia y falta de mantenimiento de señalización horizontal y vertical a lo largo de toda la Av. Progreso en conjunto a sus intersecciones, también se evidenció la inexistencia de paraderos de microbuses de transporte lo cual pone en riesgo la integridad física tanto de pasajeros quienes usan cualquier área no reglamentaria como paradero, al igual que de usuarios en sus vehículos.

Existe falta de educación vial por parte de los transeúntes, quienes, hacen caso omiso a las señales indicativas de paso peatonal, empleando cualquier área para cruzar la calzada de circulación vehicular, exponiendo su integridad física y la de los conductores.

Pese que a lo largo de la Av. Progreso existen siete instituciones educativas, la señal de Zona escolar no ha sido colocada, exponiendo a los estudiantes a un grave riesgo durante los horarios de entrada y salida. También se presenciaron un desgaste de las señales horizontales de "PARE" y "COLEGIO" en la calzada, provocado por parte de los vehículos y su tránsito en la carpeta de rodadura.

VI. CONCLUSIONES

1. Se realizó el levantamiento topográfico en las intersecciones semaforizadas ubicadas a lo largo de la Avenida Progreso, del distrito de Castilla – Piura, donde se obtuvieron las dimensiones y características geométricas reales requeridas para el cálculo que el procedimiento establece.
2. Concluimos que, según los aforos realizados en las intersecciones de la Av. Progreso, la hora de máxima demanda vehicular y peatonal se encuentra en la mañana, tarde y noche. Notamos que los mayores flujos se encuentran en las intersecciones Junín y Corpac, aledañas al Aeropuerto Internacional Capitán Ibérico Concha y al Mercado de Castilla, además de ello, la Avenida Progreso presenta un conglomerado de vehículos y peatones debido a la presencia de Instituciones Educativas cercanas y de conformar la vía principal de acceso hacia el bajo Piura; cuyos resultados los demostramos a continuación:
 - Av. Progreso con Av. Junín: 2278 veh/h – 84 pt/15 min
 - Av. Progreso con Av. Corpac: 2049 veh/h – 166 pt/15 min
 - Av. Progreso con Av. Jorge Chávez: 1232 veh/h – 61 pt/15 min
 - Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión: 1627 veh/h – 58 pt/15 min
 - Av. Progreso con Av. Las Flores: 768 veh/h – 62 pt/15 min
3. Se concluye que los semáforos existentes en las intersecciones estudiadas se encuentran en buen estado, debido a su poco tiempo de antigüedad; pero es necesario, optimizar y redistribuir los tiempos semafóricos para lograr un tránsito fluido y reducir los tiempos de traslado y las colas que se generan actualmente. Además de ello, se debe implementar y brindar un mantenimiento constante en las señales horizontales y verticales de la vía, debido a que es un problema crítico que se observa a lo largo de la Avenida Progreso, y así garantizar el orden y la seguridad de todos los habitantes.
4. Se concluye que el Nivel de Servicio Vehicular en las intersecciones de la Av. Progreso es NS C obtenida al aplicar la metodología del HCM 2010. Dato que significa que la infraestructura brinda una calidad de nivel bajo para una

circulación de los vehículos, debido a que la velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a restringirse.

- Av. Progreso con Av. Junín: Nivel de Servicio C
- Av. Progreso con Av. Corpac: Nivel de Servicio C
- Av. Progreso con Av. Jorge Chávez: Nivel de Servicio C
- Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión: Nivel de Servicio C
- Av. Progreso con Av. Las Flores: Nivel de Servicio B

5. Se concluye que el Nivel de Servicio Peatonal en las intersecciones de la Av. Progreso está entre el NS B y el NS C obtenida al aplicar la metodología del HCM 2010. Dato que significa que la infraestructura peatonal se encuentra en una calidad regular para el desarrollo del traslado del peatón, debido al mal uso de las veredas que impide el libre tránsito de las personas.

- Av. Progreso con Av. Junín: Nivel de Servicio C
- Av. Progreso con Av. Corpac: Nivel de Servicio C
- Av. Progreso con Av. Jorge Chávez: Nivel de Servicio B
- Av. Progreso con Av. Sánchez Carrión: Nivel de Servicio B
- Av. Progreso con Av. Las Flores: Nivel de Servicio C

6. Las propuestas de mejoramiento descritas en la presente tesis se basan en una evaluación del nivel y la capacidad del servicio tanto vehicular como peatonal, el cual se manifiesta en las demoras en el tránsito vehicular como de personas. El estado actual de la infraestructura vial de la Avenida Progreso no brinda un adecuado servicio y la carencia de señalización vial vulnera la vida de los ciudadanos que transcurren diariamente por esa zona.

VII. RECOMENDACIONES

1. La Municipalidad Distrital de Castilla tiene que estar mejor organizada en lo que respecta al Plan de Gestión Vial, donde especialistas y expertos en transporte evalúen el tráfico para lograr mejorar las condiciones de movilidad urbana en el distrito.
2. Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Castilla, fortalecer los temas de cultura vial, debido a que gran parte de la población desconocen puntos importantes de las normas de tránsito. Se pueden realizar campañas y charlas de educación vial en el distrito.
3. Se recomienda incluir en diseños futuros, alternativas de solución para la transitabilidad peatonal y tomando en consideración las necesidades de los peatones con discapacidades o movilidad restringida.
4. Las comisarías de la región deberían contar con una base de datos exacta y precisa, referente a los accidentes de tránsito georreferenciados por cada distrito, con sus causas, nivel de fatalidad y consecuencias.

VIII. Referencias Bibliográficas

- Allequer, J., Domingo, J., Papauran, V., Pelayo, P., & Tizon, Z. (2017). *Potential Effect of Traffic Signalling System in Catbalogan City, Philippines* (Segunda ed.). Journal of Academic Research. Obtenido de <https://jar.ssu.edu.ph/index.php/JAR/article/view/31>
- Arias, J., Villasís, M., & Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63, 201-206. Obtenido de <https://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/181/273>
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación* (Tercera ed.). México: Grupo Editorial Patria.
- Cal, Rafael; Cárdenas, James. (2007). *Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones* (Octava ed.). México.
- Castillo, N & Nolasco S. (2019). "*Evaluación y optimización de la transitabilidad vehicular y peatonal de la intersección avenidas Mansiche y Pablo Casals, Trujillo - La Libertad*". Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Coronado, J. (2002). *MANual Centroamericano para Diseños de Pavimentos*. Piura: Universidad de Piura.
- Dextre, J. (2010). *Seguridad Vial: La necesidad de un nuevo marco teorico*. Barcelona, España.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). Mexico: McGRAW-HILL.
- Juarez, F. (2019). "*Influencia del tránsito vehicular en el desplazamiento peatonal en la intersección de las avenidas Andrés Avelino Cáceres con Universitaria, Distrito de Castilla-Piura. Perú 2019*". Universidad Nacional de Piura, Piura.
- Mendez, C & Wang, O. (2019). Estudio y propuesta de mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la Avenida Los Incas en la ciudad de Trujillo - La Libertad. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo.

- Ministerio de Transporte y Comunicaciones . (2016). *Manual de Carreteras: Dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras* . Lima- Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*. Lima, Perú.
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño*. Colombia: Universidad Católica de Colombia: Tercera edición.
- Otero, L. (2015). *Alternativa de solución vial en la intersección de la Av. Cáceres y Av. Ramón Múgica, Piura*. Piura.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2010). *Norma Ce.010 Pavimentos Urbanos*. Lima- Perú: Primera Edición.
- Ríos, E. (2018). *Modelación del tránsito y propuesta de solución vial a la Av. Cáceres con Infracore y Synchro 8*. Universidad Privada de Piura, Piura.
- Rondoño, D. (2018). *Análisis vial en las intersecciones de la Av. Luzuriaga y San Martín con la Av. Raymondi-Huaraz aplicando el software Synchro 8.0, para mejorar el flujo vehicular*. Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.
- Torrejón, R. (2018). *Solución integral del flujo vehicular entre las cuadras 1-8 del jirón Orellana-Tarapoto-San Martín, 2018*. Repositorio digital Institucional de la Universidad Cesar Vallejo.
- TRB. (2010). *Highway Capacity Manual 2010*. Washington D.C.: Transportation Research Board of the National Academies.
- Urbina, C., & Torres, A. (2018). *Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Bolognesi y la Av. Gustavo Pinto en la ciudad de Tacna*. Repositorio de la Universidad Privada de Tacna.
- Vera, F. (2012). *Aplicabilidad de las metodologías del HCM 2000 Y Synchro 7.0 para analizar intersecciones semaforizadas en Lima*. Lima.
- Yulianto, B. (2020). Traffic management and engineering analysis of the Manahan flyover area by using traffic micro-simulation VISSIM. *IOP*

Conference Series: Materials Science and Engineering. Jakarta: IOP Publishing Ltd.

ANEXOS

ANEXO N°03: MANUALES EMPLEADOS

Figura 1

Manual de Seguridad Vial



Figura 2

Manual de Dispositivos de Control de Tránsito



ANEXO N° 04: PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1

Levantamiento topográfico realizado en la intersección de las Av. Progreso con Av. Jorge Chávez.



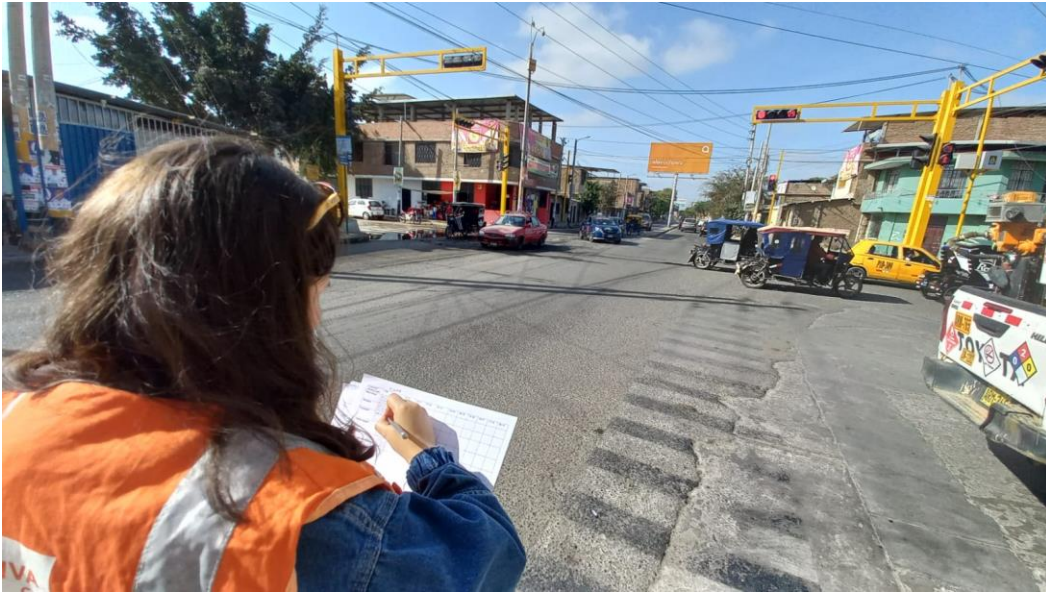
Fotografía 2

Levantamiento topográfico realizado en la intersección de las Av. Progreso con Av. Corpac..



Fotografía 3

Conteo vehicular realizado en la intersección de las Av. Progreso con Av. Junín.



Fotografía 4

Conteo vehicular realizado en la intersección de las Av. Progreso con Av. Corpac.



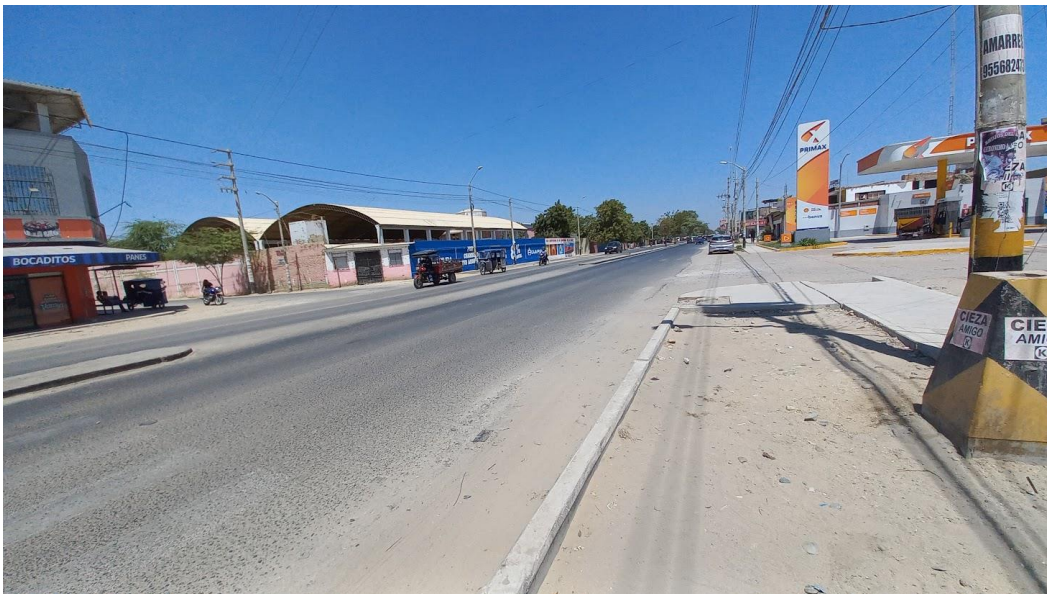
Fotografía 5

Congestión vehicular generada por el grifo ubicado en la Intersección de la Av. Progreso con Av. Junín.



Fotografía 6

Cruces peatonales en mal estado.



Fotografía 7

Falta de señal de zona de tránsito de escolares.



Fotografía 8

Mal estado de la vía proveniente de los trabajos realizados por el EPS GRAU Piura obstruyendo el libre pase peatonal.



Fotografía 9

Carencia de señal de intersección.



Fotografía 10

Mal estado de señal vertical de rompemuella que advierte al conductor de la presencia de una protuberancia en la superficie de la vía.



Fotografía 11

Separador central siendo usado como basurero.



Fotografía 12

Moradores usando la vía pública como parte de su propiedad privada.



ANEXO N° 04: PLANOS