UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**Mejoramiento de los niveles de servicio a través de la
implementación del efecto de Ola Verde en intersecciones
sincronizadas de la Av. Juan Pardo de Zela desde la Av.
Prolongación Iquitos hasta la Av. Arequipa**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Otoya Ortega, Pamela Vania (0000-0001-8900-5403)

Romero Gamarra, Renato Miguel (0000-0002-6840-5632)

ASESOR DE TESIS:

Bravo Lizano, Aldo Rafael (0000-0003-4835-795X)

Lima, 17 de febrero de 2019

A NUESTROS PADRES

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres, por brindarnos su apoyo incondicional

Al Ing. Aldo Rafael Bravo Lizano asesor de la investigación, por el conocimiento, la paciencia y dedicación que nos brindó.

También deseamos agradecer a las siguientes personas por su colaboración:

Joan Guerra Monge. Ingeniero de Transporte y Asesor externo, quien brindó apoyo técnico y empírico en la creación del trabajo.

José Alarcón Presentación. Ingeniero Civil y Asesor externo, quien brindó apoyo técnico y empírico en la creación del trabajo.

RESUMEN

Es común utilizar al semáforo como un sistema de control para satisfacer la demanda del parque automotor de manera segura y eficiente en intersecciones semaforizadas. El mismo que puede desempeñarse de diferentes modos, siendo uno de ellos denominado efecto “Ola verde”, el cual garantiza que el viaje de un grupo de vehículos a través de un carril de una calzada a una velocidad establecida verá una sucesión progresiva de luces verdes, y no tendrá que detenerse en las intersecciones lo que nos permitirá un flujo continuo.

Esta investigación comprende la implementación del efecto de Ola verde en seis (06) intersecciones a lo largo de la Avenida Pardo de Zela, desde la Avenida Arequipa hasta la Avenida Prolongación Iquitos, además de la aplicación de restricciones de giro a la izquierda en ciertas intersecciones y el uso de artificios para modelar el efecto de los vehículos de transporte público en las mismas, con la finalidad de mejorar los niveles de servicio.

De esta manera se pudo concluir que con la implementación del modelo, restricciones y artificios empleados nos ha permitido obtener mejores niveles de servicio (nivel C) y un menor tiempo de demoras, lo que a su vez conlleva a una mejor calidad de viaje para el usuario y una reducción en la contaminación del medio ambiente.

Palabras claves:

Tránsito; Transporte; Efecto Ola Verde; Congestión; Semáforo.

ABSTRACT

It is common to use the traffic light as a control system to satisfy the demand of the automotive fleet in a safe and efficient way in traffic signals intersections. The same that can perform in different ways, one of them being called the "Green Wave" effect, which guarantees that the journey of a group of vehicles through a lane of a road at an established speed will see a progressive succession of green lights, and will not have to stop at intersections, which will allow us a continuous flow.

This investigation includes the implementation of the Green Wave effect in six (06) intersections along Pardo de Zela Avenue, from Arequipa Avenue to Prolongación Iquitos Avenue, in addition to the application of left turn restrictions at certain intersections and the use of devices to model the effect of public transport vehicles in them, in order to improve service levels.

In this way it was possible to conclude that with the implementation of the model, restrictions and artifices employed have allowed us to obtain better levels of service (level C) and a shorter time of delays, which in turn leads to a better quality of travel for the user and a reduction in environmental pollution.

Keywords:

Transit; Green Wave Effect; Congestion; Traffic Light

INDICE

INDICE.....	5
INTRODUCCIÓN.....	25
ANTECEDENTES	25
REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	26
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	26
HIPÓTESIS	27
OBJETIVO GENERAL	27
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
1 CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....	29
1.1 TRÁFICO VEHICULAR.....	29
1.1.1 Efecto “Ola Verde”	29
1.1.2 Relación entre demanda vehicular y oferta vehicular	29
1.1.3 Factores que intervienen en el congestionamiento vehicular	30
1.2 SEÑALIZACIONES	32
1.2.1 Señales Verticales.....	32
1.2.2 Señales horizontales	34
1.3 VOLÚMENES	36
1.3.1 Definiciones.....	36
1.3.2 Volúmenes de tránsito absolutos o totales.....	37
1.3.3. Volúmenes de tránsito promedio diarios (<i>TPD</i>).....	38
1.3.4 Volúmenes de tránsito horarios	38
1.3.5 Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda	39
1.4 VELOCIDADES	39
1.4.1 Definiciones.....	39
1.5 SEMÁFOROS	43
1.5.1 Elementos que componen un semáforo	43
1.5.2 Unidad de control	46
1.5.3 Estación central o control maestro	47
1.5.4 Cálculo de los tiempos del semáforo.....	48
1.6 NIVELES DE SERVICIO.....	54

1.6.1	Parámetros de entrada.....	55
1.6.2	Metodología de análisis operacional	58
1.7	AFOROS	69
1.7.1	Métodos de muestreo.....	70
1.8	TRÁNSITO FUTURO	71
1.8.1	Cálculo del tráfico proyectado.....	71
1.9	SYNCHRO TRAFFIC 9.0.....	72
1.9.1	Ventajas del SYNCHRO	72
2	CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS.....	74
2.1	MATERIAL	74
2.1.1	Población	74
2.1.2	Muestra	74
2.2	MÉTODO	74
2.2.1	Nivel de investigación	74
2.2.2	Diseño de investigación.....	74
2.2.3	Variables de estudio y operacionalización	75
2.2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	75
2.2.5	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	75
3	CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	76
3.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	76
3.2	ZONIFICACIÓN Y USO DEL SUELO	76
3.3	CLASIFICACIÓN VIAL	78
3.4	SENTIDOS DE CIRCULACIÓN	78
3.5	CONFLICTOS	79
4	CAPITULO IV: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	81
4.1	DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	81
4.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS INTERSECCIONES	82
4.3	ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR.....	84
4.3.1	Metodología de trabajo.....	84
4.3.2	Programación de los conteos	84
4.3.3	De los tipos de vehículos	84

4.3.4	Formato de campo	85
4.3.5	Flujograma de periodo crítico.....	85
4.4	ESTUDIOS DE FLUJOS DE SATURACIÓN	86
4.5	ESTUDIO OPERACIONAL DE INTERSECCIONES CON SEMÁFORO.....	94
4.5.1	Identificación de paraderos de transporte público.....	94
4.5.2	Tiempos de ciclo actual	95
4.6	ESTUDIO DE VELOCIDADES.....	98
4.7	ESTUDIO DE TRANSPORTE NO MOTORIZADO	99
4.8	TASA DE OCUPACIÓN VEHICULAR PROMEDIO	110
4.8.1	Puntos de conteo para ocupación visual	110
4.9	INVENTARIO DE RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO.....	121
5	CAPITULO V: CÁLCULO DE TRÁFICO	122
5.1	CÁLCULO DE TRÁFICO ACTUAL.....	122
5.2	CÁLCULO DE TRÁFICO GENERADO	122
5.3	CÁLCULO DE TRÁFICO PROYECTADO.....	122
6	CAPITULO VI: MODELACIÓN DE ESCENARIOS	128
6.1	ESCENARIO 1: GESTIÓN DE PARADEROS	128
6.2	ESCENARIO 2: RESTRICCIÓN DE GIROS	128
6.3	ESCENARIO FINAL	129
7	CAPITULO VII: SIMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL TRÁNSITO	131
7.1	SITUACIÓN ACTUAL	131
7.2	PROPUESTA DE MEJORA	135
7.2.1	Señalización Propuesta.....	135
7.2.2	Rutas Alternas	138
7.2.3	Comparación de los niveles de servicio del HCM con ICU	143
8	CAPITULO VIII: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	146
8.1	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	146
9	CAPITULO IX: CONCLUSIONES.....	150
10	CAPITULO X: RECOMENDACIONES.....	151
11	CAPITULO XI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	152
12	CAPITULO XII: ANEXOS	154

12.1	ANEXO 1: FLUJOGRAMA DE PERIODO CRÍTICO	154
12.2	ANEXO 2: CÁLCULO DE VELOCIDADES	181

TABLA DE CUADROS

Tabla 0-1– Indicadores de logro	28
Tabla 1.1-1 Principales indicadores del sector transporte 1999-2012– Fuente: Adaptado del MTC (2012).....	31
Tabla 1.6-1 Niveles de servicio en intersecciones con semáforos. Fuente: Adaptado del HCM 2010	54
Tabla 1.6-2 Datos necesarios para el análisis operacional de cada grupo de carriles. Fuente: Adaptado del HCM 2010.....	56
Tabla 1.6-3 Grupo de carriles típicos para el análisis. Fuente: Adaptado de HCM 2010	61
Tabla 1.6-4 Factores de ajuste a la tasa de flujo de saturación. Fuente: Adaptado de HCM 2010	64
Tabla 1.6-5 Factor de ajuste del ancho del carril. Fuente: Adaptado de HCM 2010	65
Tabla 1.7-1 Modelo de plantilla de aforo. Fuente: Propio.....	71
Tabla 2.2-1 Variables de estudio y operacionalización. Fuente: Propio	75
Tabla 4.3-1 Tipos de vehículos. Fuente: Propio.....	84
Tabla 4.4-1 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa – Hora punta: Mañana. Fuente: Propio.....	88
Tabla 4.4-2 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa – Hora punta: Tarde. Fuente: Propio	88
Tabla 4.4-3 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa – Hora punta: Noche. Fuente: Propio	88
Tabla 4.4-4 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars – Hora punta: Mañana. Fuente: Propio.....	89
Tabla 4.4-5 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars – Hora punta: Tarde. Fuente: Propio	89
Tabla 4.4-6 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars – Hora punta: Noche. Fuente: Propio	89
Tabla 4.4-7 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino – Hora punta: Mañana. Fuente: Propio.....	90
Tabla 4.4-8 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino – Hora punta: Tarde. Fuente: Propio	90

Tabla 4.4-9 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino – Hora punta: Noche. Fuente: Propio	90
Tabla 4.4-10 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar – Hora punta: Mañana. Fuente: Propio	91
Tabla 4.4-11 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar – Hora punta: Tarde. Fuente: Propio	91
Tabla 4.4-12 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar – Hora punta: Noche. Fuente: Propio	91
Tabla 4.4-13 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez – Hora punta: Mañana. Fuente: Propio.....	92
Tabla 4.4-14 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez – Hora punta: Tarde. Fuente: Propio	92
Tabla 4.4-15 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez – Hora punta: Noche. Fuente: Propio	92
Tabla 4.4-16 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos – Hora punta: Mañana. Fuente: Propio.....	93
Tabla 4.4-17 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos – Hora punta: Tarde. Fuente: Propio	93
Tabla 4.4-18 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos – Hora punta: Tarde. Fuente: Propio	93
Tabla 4.5-1 Número de parada por acceso y por hora - Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio.....	94
Tabla 4.5-2 Número de parada por acceso y por hora - Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	94
Tabla 4.5-3 Número de parada por acceso y por hora - Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio.....	94
Tabla 4.5-4 Número de parada por acceso y por hora - Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio	94
Tabla 4.5-5 Número de parada por acceso y por hora - Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio	95

Tabla 4.5-6 Número de parada por acceso y por hora - Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio	95
Tabla 4.6-1 Velocidad promedio - Turno Mañana – Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este. Fuente: Propio	98
Tabla 4.6-2 Velocidad promedio - Turno Tarde – Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este. Fuente: Propio	98
Tabla 4.6-3 Velocidad promedio - Turno Noche– Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este. Fuente: Propio	99
Tabla 4.6-4 Velocidad promedio - Turno Mañana – Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste. Fuente: Propio	99
Tabla 4.6-6 Velocidad promedio - Turno Noche – Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste. Fuente: Propio	99
Tabla 4.8-1 Ocupación vehicular. Fuente: Equipo de estudio JICA / Propio	110
Tabla 4.8-2 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Oeste – Este, Turno Mañana. Fuente: Propio.....	111
Tabla 4.8-3 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Oeste – Este, Turno Tarde. Fuente: Propio	111
Tabla 4.8-4 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Oeste – Este, Turno Noche. Fuente: Propio	112
Tabla 4.8-5 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Oeste - Este. Fuente: Propio	112
Tabla 4.8-6 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Este – Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio.....	112
Tabla 4.8-7 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Este – Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio	112
Tabla 4.8-8 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Este – Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio	112
Tabla 4.8-9 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Este - Oeste. Fuente: Propio	112
Tabla 4.8-10 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Petit Thouars, Sentido Oeste - Este, Turno Mañana. Fuente: Propio	113

Tabla 4.8-11 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Petit Thouars, Sentido Oeste - Este, Turno Tarde. Fuente: Propio.....	113
Tabla 4.8-12 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Petit Thouars, Sentido Oeste - Este, Turno Noche. Fuente: Propio.....	113
Tabla 4.8-13 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars, Sentido Oeste - Este. Fuente: Propio	113
Tabla 4.8-14 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Petit Thouars, Sentido Este - Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio	113
Tabla 4.8-15 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Petit Thouars, Sentido Este - Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio.....	114
Tabla 4.8-16 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Petit Thouars, Sentido Este - Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio.....	114
Tabla 4.8-17 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars, Sentido Este - Oeste. Fuente: Propio	114
Tabla 4.8-18 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Ignacio Merino, Sentido Oeste - Este, Turno Mañana. Fuente: Propio.....	114
Tabla 4.8-19 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Ignacio Merino, Sentido Oeste - Este, Turno Tarde. Fuente: Propio	114
Tabla 4.8-20 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Ignacio Merino, Sentido Oeste - Este, Turno Noche. Fuente: Propio	115
Tabla 4.8-21 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino, Sentido Oeste - Este. Fuente: Propio	115
Tabla 4.8-22 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Ignacio Merino, Sentido Este - Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio.....	115
Tabla 4.8-23 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Ignacio Merino, Sentido Este - Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio	115
Tabla 4.8-24 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Ignacio Merino, Sentido Este - Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio	115
Tabla 4.8-25 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino, Sentido Este - Oeste. Fuente: Propio	116

Tabla 4.8-26 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Militar, Sentido Oeste - Este, Turno Mañana. Fuente: Propio	116
Tabla 4.8-27 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Militar, Sentido Oeste - Este, Turno Tarde. Fuente: Propio	116
Tabla 4.8-28 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Militar, Sentido Oeste - Este, Turno Noche. Fuente: Propio.....	116
Tabla 4.8-29 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar, Sentido Oeste - Este. Fuente: Propio.....	116
Tabla 4.8-30 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Militar, Sentido Este - Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio	117
Tabla 4.8-31 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Militar, Sentido Este - Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio	117
Tabla 4.8-32 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Militar, Sentido Este - Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio.....	117
Tabla 4.8-33 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar, Sentido Este - Oeste. Fuente: Propio.....	117
Tabla 4.8-34 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Oeste - Este, Turno Mañana. Fuente: Propio	117
Tabla 4.8-35 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Oeste - Este, Turno Tarde. Fuente: Propio.....	118
Tabla 4.8-36 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Oeste - Este, Turno Noche. Fuente: Propio.....	118
Tabla 4.8-37 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez, Sentido Oeste - Este. Fuente: Propio.....	118
Tabla 4.8-38 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Este - Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio	118
Tabla 4.8-39 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Este - Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio.....	118
Tabla 4.8-40 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Este - Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio.....	119

Tabla 4.8-41 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez, Sentido Este - Oeste. Fuente: Propio.....	119
Tabla 4.8-42 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Oeste - Este, Turno Mañana. Fuente: Propio	119
Tabla 4.8-43 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Oeste - Este, Turno Tarde. Fuente: Propio.....	119
Tabla 4.8-44 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Oeste - Este, Turno Noche. Fuente: Propio.....	119
Tabla 4.8-45 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos, Sentido Oeste - Este. Fuente: Propio.....	120
Tabla 4.8-46 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Este - Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio	120
Tabla 4.8-47 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Este - Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio	120
Tabla 4.8-48 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Este - Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio.....	120
Tabla 4.8-49 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos, Sentido Este - Oeste. Fuente: Propio	120
Tabla 4.9-1 Rutas de Transporte Público. Fuente: Gerencia de Transporte Urbano (GTU)	121
Tabla 5.3-1 Tasa de crecimiento vehicular. Fuente: Propio	122
Tabla 5.3-2 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Turno Mañana. Fuente: Propio.....	123
Tabla 5.3-3 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Turno Tarde. Fuente: Propio	123
Tabla 5.3-4 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Turno Noche. Fuente: Propio	123
Tabla 5.3-5 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars, Turno Mañana. Fuente: Propio	123
Tabla 5.3-6 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars, Turno Tarde. Fuente: Propio	124

Tabla 5.3-7 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars, Turno Noche. Fuente: Propio	124
Tabla 5.3-8 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino, Turno Mañana. Fuente: Propio	124
Tabla 5.3-9 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino, Turno Tarde. Fuente: Propio	124
Tabla 5.3-10 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino, Turno Noche. Fuente: Propio	125
Tabla 5.3-11 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar, Turno Mañana. Fuente: Propio.....	125
Tabla 5.3-12 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar, Turno Tarde. Fuente: Propio	125
Tabla 5.3-13 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar, Turno Noche. Fuente: Propio	125
Tabla 5.3-14 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez, Turno Mañana. Fuente: Propio	126
Tabla 5.3-15 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez, Turno Tarde. Fuente: Propio	126
Tabla 5.3-16 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez, Turno Noche. Fuente: Propio	126
Tabla 5.3-17 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos, Turno Mañana. Fuente: Propio.....	126
Tabla 5.3-18 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos, Turno Tarde. Fuente: Propio	127
Tabla 5.3-19 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos, Turno Noche. Fuente: Propio	127
Tabla 7.2-1 Niveles de Servicio ICU. Fuente: Synchro 9.0	143
Tabla 7.2-2 Comparación de los niveles de servicio del HCM con el ICU	145
Tabla 12.2-1 Privado. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Mañana. Fuente: Propio	181

Tabla 12.2-2 Privado. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Tarde. Fuente: Propio	182
Tabla 12.2-3 Privado. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Noche. Fuente: Propio	183
Tabla 12.2-4 Bus. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Mañana. Fuente: Propio.	184
Tabla 12.2-5 Bus. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Tarde. Fuente: Propio	185
Tabla 12.2-6 Bus. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Noche. Fuente: Propio ...	186
Tabla 12.2-7 Microbús. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Mañana. Fuente: Propio	187
Tabla 12.2-8 Microbús. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Tarde. Fuente: Propio	187
Tabla 12.2-9 Microbús. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Noche. Fuente: Propio	188
Tabla 12.2-10 Microbús. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio	188
Tabla 12.2-11 Microbús. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio	189
Tabla 12.2-12 Microbús. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio	189
Tabla 12.2-13 Privado. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio	190
Tabla 12.2-14 Privado. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio	191
Tabla 12.2-15 Privado. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio	192
Tabla 12.2-16 Bus. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio	193
Tabla 12.2-17 Bus. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio ..	194
Tabla 12.2-18 Bus. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio .	195

TABLA DE FIGURAS

Fig. 1.1-1 Comparación entre demanda vehicular y oferta vial en una zona urbano. Fuente: Adaptado de Cal y Mayor (2007).....	30
Fig. 1.2-1 Ejemplos de señales reguladoras o reglamentarias. Fuente: Propio	33
Fig. 1.2-2 Ejemplos de señales de prevención. Fuente: Propio	34
Fig. 1.2-3 Ejemplos de señales de información. Fuente: Propio	34
Fig. 1.2-4 Ejemplo de señales horizontales. Fuente: MTC (2016).....	36
Fig. 1.4-1 Velocidad media espacial vs. Velocidad media temporal. Fuente: Adaptado de Cal y Mayor (2007).....	42
Fig. 1.5-1 Ejemplo de soporte de semáforo tipo poste. Fuente: MTC (2016).....	44
Fig. 1.5-2 Ejemplo de soporte de semáforo tipo ménsula. Fuente: MTC (2016).....	44
Fig. 1.5-3 Elementos de la cabeza de un semáforo. Fuente: MTC (2016)	45
Fig. 1.5-4 Se ilustra los 3 lentes de un semáforo con su respectiva función y semáforos peatonales. Fuente: MTC (2016)	45
Fig. 1.5-5 Sistema de control de tránsito. Fuente: Municipalidad de Lima Metropolitana..	48
Fig. 1.5-6 Intervalo de cambio de fase. Fuente: Cal y Mayor (2007)	49
Fig. 1.5-7 Modelo básico del flujo de saturación. Fuente: Akcelik R. Traffic Signals: Capacity and Timing Analysis. Research Report ARR No. 123.1989	51
Fig. 1.6-1 Niveles de servicio. Fuente: Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbanas.....	54
Fig. 1.6-2 Esquema metodológico para el análisis de intersecciones con semáforo. Fuente: Adaptado de HCM 2010.....	59
Fig. 1.6-3 Elementos de tiempo que influyen en la duración de la fase actuada. Fuente: HCM 2010	67
Fig. 3.1-1 Área de estudio. Fuente: Propio.....	76
Fig. 3.2-1 Plano de zonificación del distrito de Lince. Fuente: Municipalidad de Lince.....	76
Fig. 3.2-2 Comercio en la av. Pardo de Zela. Fuente: Propio	77
Fig. 3.2-3 Área de recreación en la av. Pardo de Zela. Fuente: Google Earth	77
Fig. 3.4-1 Sentidos de circulación. Fuente: Propio	78
Fig. 3.5-1 Conflicto en la Av. Juan Pardo de Zela – Paraderos Prohibidos no respetados ..	79

Fig. 3.5-2 Conflicto en la Av. Juan Pardo de Zela – Mala ubicación de señalización vertical	80
Fig. 3.5-3 Conflicto en la Av. Juan Pardo de Zela – No se respeta los giros prohibidos	80
Fig. 4.1-1 Intersecciones en estudio. Fuente: Propio.....	81
Fig. 4.1-2 Clasificación Vial. Fuente: Sistema vial metropolitano – Ordenanza N° 341 – MML.....	82
Fig. 4.3-1 Formato de aforo vehicular. Fuente: Propio	85
Fig. 4.5-1 Tiempos de ciclo – Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio	95
Fig. 4.5-2 Tiempos de ciclo – Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	96
Fig. 4.5-3 Tiempos de ciclo – Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio	96
Fig. 4.5-4 Tiempos de ciclo – Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio.....	96
Fig. 4.5-5 Tiempos de ciclo – Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio.	97
Fig. 4.5-6 Tiempos de ciclo – Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación. Iquitos. Fuente: Propio	97
Fig. 4.6-1 Puntos de medición. Fuente: Propio	98
Fig. 4.7-1 Puntos de conteo de peatones. Fuente: Propio.....	100
Fig. 4.7-2 Flujograma de hora peatonal, Turno Mañana. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio.....	100
Fig. 4.7-3 Flujograma de hora peatonal, Turno Tarde. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio.....	101
Fig. 4.7-4 Flujograma de hora peatonal, Turno Noche. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio.....	101
Fig. 4.7-5 Flujograma de hora peatonal, Turno Mañana. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	102
Fig. 4.7-6 Flujograma de hora peatonal, Turno Tarde. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	102
Fig. 4.7-7 Flujograma de hora peatonal, Turno Noche. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	103

Fig. 4.7-8 Flujograma de hora peatonal, Turno Mañana. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio.....	103
Fig. 4.7-9 Flujograma de hora peatonal, Turno Tarde. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio.....	104
Fig. 4.7-10 Flujograma de hora peatonal, Turno Noche. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio.....	104
Fig. 4.7-11 Flujograma de hora peatonal, Turno Mañana. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio	105
Fig. 4.7-12 Flujograma de hora peatonal, Turno Tarde. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio	105
Fig. 4.7-13 Flujograma de hora peatonal, Turno Noche. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio	106
Fig. 4.7-14 Flujograma de hora peatonal, Turno Mañana. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio	106
Fig. 4.7-15 Flujograma de hora peatonal, Turno Tarde. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio	107
Fig. 4.7-16 Flujograma de hora peatonal, Turno Noche. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio	107
Fig. 4.7-17 Flujograma de hora peatonal, Turno Mañana. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio	108
Fig. 4.7-18 Flujograma de hora peatonal, Turno Tarde. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio	108
Fig. 4.7-19 Flujograma de hora peatonal, Turno Noche. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio	109
Fig. 4.8-1 Puntos de conteo. Fuente: Propio	111
Fig. 6.1-1 Presencia de buses en paraderos. Fuente: Propio.....	128
Fig. 6.2-1 Giros en situación actual. Fuente: Propio	129
Fig. 6.2-2 Giros en situación optimizada. Fuente: Propio	129
Fig. 6.3-1 Optimización de los niveles de servicio por intersección. Fuente: Propio	130
Fig. 6.3-2 Demoras optimizadas por intersección. Fuente: Propio	130
Fig. 7.1-1 Señalización existente: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio	131

Fig. 7.1-2 Señalización existente: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	131
Fig. 7.1-3 Señalización existente: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio	132
Fig. 7.1-4 Señalización existente: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio	132
Fig. 7.1-5 Señalización existente: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio	133
Fig. 7.1-6 Señalización existente: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio	133
Fig. 7.1-7 Niveles de servicio – Turno mañana. Fuente: Propio	134
Fig. 7.1-8 Niveles de servicio – Turno tarde. Fuente: Propio	134
Fig. 7.1-9 Niveles de servicio – Turno noche. Fuente: Propio	134
Fig. 7.2-1 Señalización propuesta: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio	135
Fig. 7.2-2 Señalización propuesta: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	136
Fig. 7.2-3 Señalización propuesta: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio	136
Fig. 7.2-4 Señalización propuesta: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio.....	137
Fig. 7.2-5 Señalización propuesta: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio	137
Fig. 7.2-6 Señalización propuesta: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio	138
Fig. 7.2-7 Ruta Alternativa 1. Fuente: Propio	139
Fig. 7.2-8 Ruta Alternativa 2. Fuente: Propio	139
Fig. 7.2-9 Ruta Alternativa 3. Fuente: Propio	140
Fig. 7.2-10 Ficha de encuesta. Fuente: Propio	141
Fig. 7.2-11 Resultado de la encuesta – Ruta 1. Fuente: Propio.....	141
Fig. 7.2-12 Resultado de la encuesta – Ruta 2. Fuente: Propio.....	142
Fig. 7.2-13 Resultado de la encuesta – Ruta 3. Fuente: Propio.....	142
Fig. 7.2-14 Niveles de servicio. Fuente: Synchro 9.0.....	142
Fig. 7.2-15 Tiempo de demora. Fuente: Synchro 9.0.....	143
Fig. 7.2-16 Valor de ICU en las intersecciones de la Av. Juan Pardo de Zela con la Av. Arequipa y Av. Petit Thouars. Fuente: Synchro 9.0.....	144

Fig. 7.2-17 Valor de ICU en las intersecciones de la Av. Juan Pardo de Zela con la Av. Ignacio Merino y Av. Militar. Fuente: Synchro 9.0	144
Fig. 7.2-18 Valor de ICU en las intersecciones de la Av. Juan Pardo de Zela con la Av. José Gálvez y Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Synchro 9.0	145
Fig. 8.1-1 Demoras por acceso e intersección. Fuente: Propio	146
Fig. 8.1-2 Situación Actual. Fuente: propia	147
Fig. 8.1-3 Situación Optimizada. Fuente: propia.....	147
Fig. 8.1-4. Niveles de servicio situación optimizada. Fuente: propio	148
Fig. 8.1-5 Cuadro comparativo consumo de combustible en situación actual y mejorada. Fuente: Propio	148
Fig. 12.1-1 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio.....	154
Fig. 12.1-2 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio.....	154
Fig. 12.1-3 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio.....	155
Fig. 12.1-4 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	155
Fig. 12.1-5 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	156
Fig. 12.1-6 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	156
Fig. 12.1-7 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio.....	157
Fig. 12.1-8 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio.....	157
Fig. 12.1-9 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio.....	158
Fig. 12.1-10 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio	158

Fig. 12.1-11 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio	159
Fig. 12.1-12 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio	159
Fig. 12.1-13 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio	160
Fig. 12.1-14 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio	160
Fig. 12.1-15 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio	161
Fig. 12.1-16 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio	161
Fig. 12.1-17 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio	162
Fig. 12.1-18 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio	162
Fig. 12.1-19 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio.....	163
Fig. 12.1-20 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio.....	163
Fig. 12.1-21 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio.....	164
Fig. 12.1-22 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	164
Fig. 12.1-23 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	165
Fig. 12.1-24 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	165
Fig. 12.1-25 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio.....	166

Fig. 12.1-26 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio.....	166
Fig. 12.1-27 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio.....	167
Fig. 12.1-28 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio	167
Fig. 12.1-29 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio	168
Fig. 12.1-30 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio	168
Fig. 12.1-31 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio	169
Fig. 12.1-32 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio	169
Fig. 12.1-33 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio	170
Fig. 12.1-34 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio	170
Fig. 12.1-35 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio	171
Fig. 12.1-36 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio	171
Fig. 12.1-37 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio.....	172
Fig. 12.1-38 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio.....	172
Fig. 12.1-39 grama de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio.....	173
Fig. 12.1-40 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	173

Fig. 12.1-41 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	174
Fig. 12.1-42 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio	174
Fig. 12.1-43 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio.....	175
Fig. 12.1-44 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio.....	175
Fig. 12.1-45 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio.....	176
Fig. 12.1-46 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio	176
Fig. 12.1-47 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio	177
Fig. 12.1-48 Flujograma de hora punta – Turno Noche- Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio	177
Fig. 12.1-49 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio	178
Fig. 12.1-50 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio	178
Fig. 12.1-51 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio	179
Fig. 12.1-52 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio	179
Fig. 12.1-53 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio	180
Fig. 12.1-54 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio	180

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

Hoy en día, la congestión vehicular es una problemática por resolver en muchas ciudades del mundo la cual conlleva a fuertes impactos como niveles de servicio “F” que son las demoras superiores a 80 segundos por vehículo, generando que los flujos de llegada excedan la capacidad de los accesos de la intersección, lo que ocasiona congestionamiento y operación saturada, además del incremento de accidentes, alta contaminación ambiental y mayores costos de operación por demoras y colas.

Según el estudio de la Agencia de Cooperación Internacional (JICA) al 2005 indicaba que el tiempo “promedio” que puede requerir una persona para desplazarse cada mañana desde su domicilio hasta su puesto de trabajo era de aproximadamente 1.75 horas y en el 2013 se estima que son 2 horas. Esto significa que, si el fenómeno se repite al caer el día y se hace el trayecto contrario (es decir, ir del puesto de trabajo hacia la casa) entonces, cada una de estas personas pasa diariamente 4 horas en esta dinámica absolutamente improductiva para la mayoría. En términos de vida o, dicho de otra manera, en vida perdida, esto representa para una persona que tenga por delante de si unos 30 años de vida laboral, y suponiendo que la “perversión” del fenómeno se mantiene inalterado a lo largo de este tiempo un tiempo aproximado de 40.83 meses, es decir, 3 años y 4 meses perdidos en 30 años de vida laboral. Esto sumado a los enormes y crecientes costos de tiempo y operación vehicular que ellas implican expresan el desafío de plantear soluciones y medidas que contribuyan a su moderación y control.

Para satisfacer la demanda del parque vehicular en las intersecciones de manera segura y eficiente es común utilizar el semáforo como un sistema de control, dando el paso alternativo a los distintos grupos de vehículos y/o peatones, de tal manera que garanticen el mejor aprovechamiento de las vías por los usuarios. Es entonces que para el manejo del tránsito vehicular es de relevante importancia el concepto del efecto de “Ola verde”, con lo que se asegura que un grupo de vehículos viajando por un carril o una calzada a una velocidad determinada, pueda hacerlo minimizando el número de paradas y por consiguiente los tiempos de espera.

En el presente trabajo, se analizará el flujo vehicular de seis (06) intersecciones aplicando la metodología del efecto de “Ola verde”, las cuales serán aforadas a través del método de aforo manual con la finalidad de conocer aspectos importantes de la demanda de tráfico en dichas intersecciones.

Finalmente, se analizará el comportamiento del flujo vehicular de las seis (06) intersecciones de acuerdo con los resultados obtenidos en campo, para posteriormente evaluar los resultados y proponer una alternativa de mejora en los niveles de servicio.

REALIDAD PROBLEMÁTICA

El sistema de semaforización en Lima tiene muchas deficiencias que presenta la vialidad urbana actual y que requieren atención, como es el caso de las señalizaciones apropiadas en las vías, el mejoramiento del diseño de las intersecciones y el ajuste del diseño de los semáforos acorde con los volúmenes de demanda de tránsito.

Por otro lado, las investigaciones realizadas por “Lima como vamos” [2015] han demostrado que el inadecuado diseño y ubicación de los semáforos producen efectos contrarios en la operación del tránsito. Así mismo, según el INEI en comparación con el año 2014, el 51.8% de limeños manifestó que su trayecto demora el mismo tiempo que en el 2015. Un 37.6% señaló que le toma más tiempo y sólo un 9.8% redujo su tiempo de viaje

Por todo lo mencionado anteriormente, se puede concluir que este es el sector en el que se debe priorizar la inversión en transporte en la ciudad limeña, el presente estudio se centrará específicamente en el mejoramiento de los niveles de servicio a través de la implementación del efecto de ola verde en cada una de las intersecciones en análisis.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Se puede mejorar los niveles de servicio en el eje de la Av. Pardo de Zela a través de la implementación del efecto de ola verde en intersecciones sincronizadas?

HIPÓTESIS

La implementación del efecto de ola verde en el eje de la av. Pardo de Zela permitirá una mayor coordinación de los semáforos de las intersecciones en análisis, teniendo como principales resultados la agilización del flujo vehicular y la disminución del tiempo de viaje de los usuarios.

OBJETIVO GENERAL

Mejorar los niveles de servicio de seis (06) intersecciones que están ubicadas en el eje de la av. Juan Pardo de Zela, en el distrito de Lince, en relación con el tiempo de viaje de los usuarios y la disminución de la carga vehicular a través de la implementación del efecto de ola verde en semáforos sincronizados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener información de campo realizando las siguientes actividades:
 - Conteo y clasificación de los diferentes vehículos que circulan en las diferentes intersecciones del área en estudio.
 - Estudiar los flujos de saturación de las intersecciones en estudio
 - Levantamiento de información de operaciones.
 - Identificar los grupos y fases de las intersecciones semaforizadas.
 - Estudio de velocidades.
 - Estudio de transporte no motorizado.
 - Tasa de ocupación vehicular promedio en pasajeros/vehículo percibida por simple inspección
 - Inventario de transporte público
- Realizar una modelación de la situación actual y con la propuesta, con el fin de comparar los cambios que genere el mejoramiento de las vías evaluadas.

Indicadores de logro

La finalidad de cada objetivo mencionado anteriormente se muestra en la tabla siguiente acompañado de las actividades para lograrlos:

Tabla 0-1– Indicadores de logro

OBJETIVO	ACTIVIDADES	LOGROS
Contar y clasificar los diferentes tipos vehículos que circulan en cada una de las intersecciones	Aforo manual vehicular y medición de las características geométricas de las intersecciones	Flujograma vehicular de cada intersección y determinación de horas pico para mañana, tarde y noche
Estudiar los flujos de saturación de las intersecciones en estudio	Determinar flujo de saturación usando el HCM 2010 y validar parámetros del mismo con la realidad. Uso de artificios	Determinar el máximo volumen de tránsito bajo las condiciones existentes en cada una de las intersecciones en estudio
Levantamiento de información de operaciones	Conteo manual en campo de paradas de vehículos de transporte público	Determinar el número de paradas de los vehículos de transporte público en cada intersección
Identificar los grupos y fases de las intersecciones semaforizadas	Trabajo en campo para determinar las fases actuales de cada semáforo	Tiempo de fase actual de cada semáforo en estudio
Estudio de velocidades	Calcular tamaño de la muestra, determinar velocidades de los vehículos	Velocidad promedio para cada tipo de transporte
Estudio de transporte no motorizado	Aforo manual peatonal	Flujograma peatonal de cada intersección
Tasa de ocupación vehicular promedio en pasajeros/vehículo percibida por simple inspección	Conteo manual de nivel de ocupación por cada tipo de vehículo (omnibus y microbus)	Número de pasajeros por vehículo de transporte público de las rutas que circulan por el eje de la Av. Juan Pardo de Zela
Inventario de transporte público	Identificar las rutas de transporte público que transitan por el eje de la Av. Juan Pardo de Zela	Identificar el sentido, tipo de vehículo y flota requerida
Realizar una modelación de la situación actual y con la propuesta, con el fin de comparar los cambios que genere el mejoramiento de las vías evaluadas	Modelar en Synchro 9.0 situación actual, escenarios propuestos	Modelación Final

1 CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 TRÁFICO VEHICULAR

1.1.1 Efecto “Ola Verde”

El efecto consiste en ver un desfase progresivo de luces verdes, permitiendo el flujo continuo del tráfico sobre varias intersecciones en una misma dirección. Los datos de entrada son: características del tráfico, diseño geométrico de las vías y características del controlador del tráfico.

1.1.1.1 Características que debe presentar la vía

- Intersecciones semaforizadas sincronizadas
- Intersecciones centralizadas
- Distancia entre intersecciones menores a 400 m.
- Tiempos fijos en los semáforos

1.1.2 Relación entre demanda vehicular y oferta vehicular

Según el libro de Cal y Mayor (2007), la demanda es la cantidad de vehículos que requieren desplazarse por un determinado sistema vial u oferta vial. La demanda es generada por los vehículos que circulan y los que acceden a los lotes adyacentes a las calles según su densidad de edificación.

La oferta vial es caracterizada por su capacidad con base en el número de carriles y las velocidades de desplazamiento.

Fig. 1.1-1 Comparación entre demanda vehicular y oferta vial en una zona urbano. Fuente:
Adaptado de Cal y Mayor (2007).

En la Fig. 1.1-1 se describen tres casos:

- Si la Demanda vehicular $<$ Oferta vial, el flujo será no saturado y los niveles de operación variaran de excelentes a aceptables. Es lo deseable.
- Si la Demanda vehicular = Oferta vial, se llega a la capacidad del sistema. El tránsito se torna inestable y se puede llegar a la congestión.
- Si la Demanda vehicular $>$ Oferta vial, se presentará los problemas de tránsito, congestión.

1.1.3 Factores que intervienen en el congestionamiento vehicular

Son diversos los factores que condicionan el tránsito vehicular continuo de la vía. Cal y Mayor (2007) destaca cinco factores que contribuyen al desarrollo de la congestión, los cuales son:

1. Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad
 - Automóviles diversos, camiones pesados, autobuses, motocicletas, bicicletas, entre otros.
 - Diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración.
2. Superposición de tránsito motorizado en vialidades inadecuadas
 - Aceras insuficientes.

- Calles angostas, torcidas y pendientes pronunciadas
 - Carreteras que no han evolucionado.
3. Falta de planificación del tránsito
- Intersecciones proyectadas con una mala concepción, desarrolladas e implementadas sin base técnica.
 - Inadecuada política de estacionamiento, carencia de una estrategia que permita prever espacios para estacionamiento, coherente con los lineamientos preestablecidos.
 - Incoherencia en la localización de zonas residenciales en relación con el funcionamiento de las zonas industriales o comerciales.
4. El automóvil no considerado como una necesidad pública
- Aumento en los ingresos tiene el efecto de elevar significativamente la adquisición de automóviles (Bull, 2003).
 - Falto de percepción y criterio objetivo en la apreciación de las autoridades sobre la necesidad del vehículo dentro de la economía del transporte.

Tabla 1.1-1 Principales indicadores del sector transporte 1999-2012– Fuente: Adaptado del MTC (2012)

Año	Red		Aeropuertos	Puertos	Parque					
	Vial	Ferroviaria	(unidades)	(unidades)	Automotor a/			Ferroviario - locomotora	Aéreo	Naviero
	(km)	(km)	1/		(unidades)	Hab/ Veh.	Placas Asignadas	(unidades)	(unidades)	(unidades)
1999	78,127	2,119	222	17	1,114,191	23	86,571	88	125	62
2000	78,216	2,121	202	17	1,162,859	22	59,432	82	135	59
2001	78,253	2,121	179	17	1,209,006	22	69,234	75	143	70
2002	78,320	2,121	155	17	1,342,173	20	63,613	93	138	35
2003	78,396	2,122	161	17	1,461,878	19	119,705	93	157	63
2004	78,396	2,177	159	17	1,507,263	18	45,386	93	179	68
2005	78,506	2,178	150	15	1,613,694	17	106,431	84	179	76
2006	78,506	2,054	145	15	1,675,694	17	62,000	84	209	79
2007	80,325	1,989	143	15	1,766,178	16	90,484	89	225	82
2008	81,787	1,989	120	15	1,904,719	15	138,541	98	236	58
2009	124,826	1,943	117	15	2,030,320	14	125,601	87	257	72
2010	125,044	1,943	111	30	2,183,278	13	152,958	92	281	89
2011	129,162	1,965	116	30	2,616,637	11	433,359	91	283	122
2012	140,672	1,953	135	30	2,999,223	10	382,586	92	323	109

En la Tabla N° 1.1-1, la columna correspondiente al parque automotor del Perú muestra que desde 1999 al 2012 la cantidad de habitantes por vehículo paso de 23 a 10, es decir, aumento en un 43%.

5. Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario

- Legislación y reglamentos del tránsito anacrónicos que tienden más a forzar al usuario a asimilar el uso de estos, que adaptarse a las necesidades del usuario.
- Falta de educación vial del conductor.

1.2 SEÑALIZACIONES

La ubicación de los dispositivos deberá estar dentro del cono visual del usuario, de tal manera que atraiga su atención y facilite su lectura e interpretación tomando en consideración la velocidad máxima o diseño que permite la vía. Adicionalmente, los dispositivos deberán ubicarse apropiadamente en función a la ubicación, objeto, o situación de otros dispositivos complementarios (MTC, 2016).

1.2.1 Señales Verticales

Las señales verticales son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos establecidos (MTC, 2016).

Según el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016), las señales verticales se clasifican de la siguiente manera:

1.2.1.1 Señales reguladoras o reglamentarias

Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, en el uso de las vías. Su incumplimiento constituye una falta que puede acarrear un delito.

En la Fig. 1.2-1, se muestran algunos ejemplos de señales reguladoras o reglamentarias. Se clasifican en señales de:

- **Prioridad:** Son aquellas que regulan el derecho de preferencia de paso.
- **Prohibición:** Se usan para prohibir o limitar el tránsito de ciertos tipos de vehículos o determinadas maniobras.
- **Señales de restricción:** Se usan para restringir o limitar el tránsito vehicular debido a características particulares de la vía.
- **Señales de obligación:** Se usan para indicar las obligaciones que deben cumplir todos los conductores.
- **Señales de autorización:** Se caracterizan por estar compuestas por un círculo de fondo blanco y orla verde en el que se inscribe el símbolo que representa la autorización.

SEÑAL DE PARE	SEÑAL DE PROHIBIDO VOLTEAR EN "U"	SEÑAL DE PROHIBIDO CAMBIAR DE CARRIL	SEÑAL PROHIBIDO MOTOTAXI	SEÑAL PROHIBIDO ESTACIONAR ZONA DE REMOLQUE

SEÑAL PARADERO PROHIBIDO	SEÑAL NO BLOQUEAR CRUCE	SEÑAL PARADERO	SEÑAL PERMITIDO GIRAR CON LUZ ROJA	SEÑAL VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA 40 km/h

Fig. 1.2-1 Ejemplos de señales reguladoras o reglamentarias. Fuente: Propio

1.2.1.2 Señales de prevención

Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Estas señales ayudan a los conductores a tomar las precauciones del caso, por ejemplo, reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su propia seguridad, la de otros vehículos y de los peatones. En la Fig. 1.2-2, se muestran algunos ejemplos de señales de prevención.

SEÑAL CURVA A LA DERECHA	SEÑAL FUERTE PENDIENTE EN DESCENSO	SEÑAL PROXIMIDAD DE PARE	SEÑAL SALIDA DE VEHÍCULOS DE BOMBEROS

SEÑAL PESO BRUTO MÁXIMO PERMITIDO	SEÑAL ZONA DE PRESENCIA DE PEATONES	SEÑAL INTERSECCIÓN EN "T"	SEÑAL PROXIMIDAD A CRUCE ESCOLAR

Fig. 1.2-2 Ejemplos de señales de prevención. Fuente: Propio

1.2.1.3 Señales de información

Tienen la función de informar a los usuarios, sobre los principales puntos notables, lugares de interés turístico, arqueológicos e históricos existentes en la vía y su área de influencia y orientarlos y/o guiarlos para llegar a sus destinos y a los principales servicios generales, en la forma más directa posible. En la Fig. 1.2-3 se muestran algunos ejemplos de señales de información.

SEÑALES DE DIRECCIÓN	SEÑAL DE SALIDA INMEDIATA	SEÑAL DE IDENTIFICACIÓN	SEÑAL VÍA PARA CICLISTAS

Fig. 1.2-3 Ejemplos de señales de información. Fuente: Propio

1.2.2 Señales horizontales

Está conformada por marcas planas en el pavimento, tales como líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes (MTC, 2016).

Según el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016), las señales horizontales se clasifican de la siguiente manera:

Marcas planas en el pavimento

- **Línea de borde de calzada o superficie de rodadura:** Línea continua que tiene por función demarcar el borde de la calzada o superficie de rodadura del pavimento.
- **Línea de carril:** Tiene por función separar los carriles de circulación de la calzada o superficie de rodadura de vías de dos o más carriles en el mismo sentido.
- **Línea central:** Tiene por función separar los carriles de circulación de la calzada o superficie de rodadura de vías bidireccionales.
- **Líneas canalizadoras de tránsito:** Tienen por función conformar las islas canalizadoras del tránsito automotor en una intersección a nivel.
- **Líneas demarcadoras de entradas y salidas:** Tienen por función guiar al conductor para facilitar su incorporación al tránsito de una vía principal e ingresar con comodidad, y a la salida reducir la posibilidad de accidentes, y se complementará con demarcadores elevados o postes delineadores y la señalización vertical correspondiente; de ser necesario se instalarán dispositivos de seguridad para amortiguamiento.
- **Líneas de transición por reducción de carriles:** Tienen por función guiar al conductor, cuando se reduce el ancho de la calzada de la vía por donde circula, disminuyendo el número de carriles disponibles.
- **Línea de pare:** Es una línea transversal a la calzada o superficie de rodadura que tiene por función indicar al Conductor que debe detener completamente el vehículo, el cual no debe sobrepasar el inicio de la indicada línea.
- **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.
- **Demarcación de espacios para estacionamiento:** Son líneas continuas de color blanco de 0.10 m a 0.15 m. de ancho que tienen por función indicar los lugares destinados al estacionamiento vehicular.
- **Demarcación de no bloquear cruce en intersecciones:** Son un conjunto de líneas paralelas que forman una malla octogonal de color amarillo, que abarca el área de

intersección de dos vías y tienen por finalidad prohibir al Conductor detener el vehículo en dicha área de intersección.

- **Demarcación para intersecciones tipo Rotonda o Glorieta:** Son un conjunto de marcas, símbolos, letras y leyendas en el pavimento que deben diseñarse de manera integral, para que corresponda al diseño geométrico y el uso previsto de una rotonda o glorieta.
- **Palabras, símbolos y leyendas:** Las palabras, símbolos y leyendas utilizadas en la demarcación plana del pavimento, tienen por finalidad guiar, advertir y regular el tránsito vehicular y peatonal.

Marcas elevadas en el pavimento

Son delineadores que se colocan en forma longitudinal y transversal en el pavimento, y tienen por función principal complementar las marcas planas en el pavimento. En la Fig. 1.2-4 se muestran algunos ejemplos de señales horizontales.

Fig. 1.2-4 Ejemplo de señales horizontales. Fuente: MTC (2016)

1.3 VOLÚMENES

1.3.1 Definiciones

- **Volumen:** Es el número de vehículos o personas que pasan por un punto durante un periodo de tiempo específico.

- **Tasa de flujo:** Es la frecuencia a la cual pasan los vehículos o personas durante un periodo de tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente.
- **Demanda:** Es el número de vehículos o personas que desean viajar y pasan por un punto durante un tiempo específico.
- **Capacidad:** Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo específico. Representa a la oferta.

Según Cal y Mayor (2008), el volumen de tránsito se define como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo de tiempo determinado, y se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T} \quad \text{Ec. 1.3-1}$$

Donde, en la Ec. 1.3-1, Q son los vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/periodo), N es el número total de vehículos que pasan (vehículos) y T es el periodo determinado (unidades de tiempo).

1.3.2 Volúmenes de tránsito absolutos o totales

Es el número de vehículos que pasan durante un lapso determinado. Dependiendo de la duración del lapso, se tienen los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales:

- **Tránsito anual (TA):** Es el número de vehículos que pasan durante un año.
- **Tránsito mensual (TM):** Es el número de vehículos que pasan durante un mes.
- **Tránsito semanal (TS):** Es el número de vehículos que pasan durante una semana.
- **Tránsito diario (TD):** Es el número de vehículos que pasan durante un día.
- **Tránsito horario (TH):** Es el número de vehículos que pasan durante una hora.
- **Tránsito en un periodo inferior a una hora (Qi):** Es el número total de vehículos que pasan durante un periodo inferior a una hora.

1.3.3. Volúmenes de tránsito promedio diarios (*TPD*)

Es el número total de vehículos que pasan durante un periodo de tiempo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido por el número de días del periodo. Se expresa como:

$$TPD = \frac{N}{1 \text{ día} < T < 1 \text{ año}} \quad \text{Ec. 1.3-2}$$

Donde N representa el número de vehículos que pasan durante T días. De acuerdo con el número de días del periodo, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diario, dados por vehículo por día:

- Tránsito promedio diario anual (*TPDA*):

$$TPDA = \frac{TA}{365} \quad \text{Ec. 1.3-3}$$

- Tránsito promedio diario mensual (*TPDM*):

$$TPDM = \frac{TM}{30} \quad \text{Ec. 1.3-4}$$

- Tránsito promedio diario semanal (*TPDS*):

$$TPDS = \frac{TD}{7} \quad \text{Ec. 1.3-5}$$

1.3.4 Volúmenes de tránsito horarios

- **Volumen horario máximo anual (*VHMA*):** Es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado.
- **Volumen horario de máxima demanda (*VHMD*):** Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos.
- **Volumen horario – décimo, vigésimo, trigésimo (*10VH, 20VH, 30VH*):** Es el volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado, que es excedido por 9,19,29 volúmenes horarios, respectivamente.

- **Volumen horario de proyecto (VHP):** Es el volumen de tránsito horario que servirá de base para determinar las características geométricas de la vialidad.

1.3.5 Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda

Se expresa de la siguiente manera:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{m\acute{a}x})} \quad \text{Ec. 1.3-6}$$

Donde:

- $FHMD$ = factor de la hora de máxima demanda.
- $VHMD$ = volumen horario de máxima demanda.
- $Q_{m\acute{a}x}$ = Volumen máximo entre todos los periodos de la hora máxima demanda.
- N = número de periodos durante la hora de máxima demanda.

1.4 VELOCIDADES

1.4.1 Definiciones

Principal indicador utilizado para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte.

1.4.1.1 Velocidad en general

Se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, usualmente expresada en kilómetros por hora (km/h). Para el caso de una velocidad constante, ésta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresada por la fórmula:

$$v = \frac{d}{t} \quad \text{Ec. 1.4-1}$$

Donde:

- v = velocidad constante (km/h)
- d = distancia recorrido (km)

- t = tiempo recorrido (horas)

1.4.1.2 Velocidad media espacial

Es la media aritmética de las velocidades instantáneas de todos los vehículos que en un instante dado se encuentran en un tramo de carretera o calle. Se dice entonces, que se tiene una distribución espacial de velocidades instantáneas. Para datos de velocidades instantáneas no agrupados, la ecuación de la velocidad media espacial se define como:

$$\bar{V}_e = \frac{\sum_{j=1}^m V_j}{m} \quad \text{Ec. 1.4-2}$$

Donde:

- (V_e) = velocidad media espacial
- V_j = velocidad instantánea del vehículo i
- m = número total de vehículos observados en el tramo o tamaño de la muestra

Para un espacio o distancia dados, la velocidad media espacial también se puede calcular dividiendo la distancia por el promedio de los tiempos empleados por los vehículos en recorrerla. Esto es:

$$\bar{V}_e = \frac{d}{\bar{t}} \quad \text{Ec. 1.4-3}$$

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad \text{Ec. 1.4-4}$$

Donde:

- d = distancia dada o recorrida
- $\bar{t}$ = tiempo promedio de recorrido de los vehículos
- t_i = tiempo empleado por el vehículo i en recorrer la distancia d

Esto es:

$$\bar{V}_e = \frac{d}{\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{t_i}{d}\right)} \quad \text{Ec. 1.4-5}$$

El tiempo empleado por el vehículo i en recorrer la distancia d es:

$$t_i = \frac{d}{V_i} \quad \text{Ec. 1.4-6}$$

De donde:

$$d = V_i t_i \quad \text{Ec. 1.4-7}$$

Por lo tanto:

$$\bar{V}_e = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{t_i}{V_i t_i} \right)} \quad \text{Ec. 1.4-8}$$

$$\bar{V}_e = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{V_i} \right)} \quad \text{Ec. 1.4-9}$$

Según la estadística descriptiva, a ésta última expresión se le denomina media armónica, que para un evento dado es la media estadística que mejor lo describe. Por lo tanto, la velocidad media espacial es el indicado más apropiado a ser utilizado en el análisis de flujos vehiculares. Observando la Ec. 1.4-9, que define la velocidad media espacial, las velocidades individuales V_i deben ser obtenidas en el tiempo, esto es, son velocidades de punto.

La expresión que relaciona la velocidad media temporal y la velocidad media espacial, indicada por la siguiente ecuación:

$$\bar{V}_t = \bar{V}_e + \frac{S_e^2}{\bar{V}_e} \quad \text{Ec. 1.4-10}$$

Donde:

- S_e^2 = varianza de la distribución de velocidades en el espacio

La varianza de la muestra de velocidades en el espacio es:

$$S_e^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (V_j - \bar{V}_e)^2}{m} \quad \text{Ec. 1.4-11}$$

En la práctica de la ingeniería de tránsito muy a menudo se requiere convertir velocidades medias temporales a velocidades medias espaciales, por lo que se cumple aproximadamente que:

$$\bar{V}_e \approx \bar{V}_t - \frac{S_t^2}{\bar{V}_t} \quad \text{Ec. 1.4-12}$$

Donde:

- S_t^2 = varianza de la distribución de velocidades en el tiempo

Cuyo valor, para datos agrupados, es igual a:

$$S_t^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (V_i - \bar{V}_t)^2}{n} \quad \text{Ec. 1.4-13}$$

La Ec. 1.4-12 se ilustra en la Fig. 1.4-1.

Fig. 1.4-1 Velocidad media espacial vs. Velocidad media temporal. Fuente: Adaptado de Cal y Mayor (2007)

Según la Fig. 1.4-1, la velocidad media espacial es igual a la velocidad media temporal solamente cuando la varianza de la velocidad media espacial sea igual a cero, lo cual se consigue en el evento de que todos los vehículos viajen exactamente a la misma velocidad. Caso en el cual:

$$\bar{V}_e = V_j \quad \text{Ec. 1.4-14}$$

O lo que es lo mismo:

$$V_j - \bar{V}_e = 0 \quad \text{Ec. 1.4-15}$$

En otras situaciones, la velocidad media espacial siempre es menor que la velocidad media temporal.

1.5 SEMÁFOROS

Los semáforos son dispositivos eléctricos que tienen como función ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones en calles y carreteras por medio de luces generalmente de color rojo, amarillo y verde, operados por una unidad de control (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

1.5.1 Elementos que componen un semáforo

1.5.1.1 Soporte

Es la estructura que sujeta la cabeza del semáforo de forma que le permita algunos ajustes angulares, verticales y horizontales. Por su ubicación en la intersección, al lado o dentro de la vía el soporte está compuesto por postes, ménsulas cortas, ménsulas largas sujetas a postes laterales, pórticos, cables de suspensión y postes y pedestales (MTC, 2016). En la Fig. 1.5-1 y 1.5-2, se muestran ejemplos de soportes de semáforo tipos poste y ménsula.

Fig. 1.5-1 Ejemplo de soporte de semáforo tipo poste. Fuente: MTC (2016)

Fig. 1.5-2 Ejemplo de soporte de semáforo tipo ménsula. Fuente: MTC (2016)

1.5.1.2 Cabeza

Es la armadura que contiene las partes visibles del semáforo. Cada cabeza contiene un número determinado de caras orientadas en diferentes direcciones ((MTC), 2016). En la Fig. 1.5-3, se muestra los elementos de la cabeza de un semáforo.

Fig. 1.5-3 Elementos de la cabeza de un semáforo. Fuente: MTC (2016)

Elementos de la cabeza de un semáforo según el manual de dispositivos del MTC (2016):

- ♦ **Cara:** La cara es el conjunto de módulos luminosos, viseras y placas de contraste (opcional) que están orientados en la misma dirección. Para el control vehicular, las caras tienen de uno hasta un máximo cinco módulos luminosos, para regular los movimientos de circulación. Para el control peatonal, pueden tener dos módulos luminosos. En la Fig. 1.5-4 se muestra las señales luminosas de la cara de un semáforo con su respectiva función:

Fig. 1.5-4 Se ilustra los 3 lentes de un semáforo con su respectiva función y semáforos peatonales. Fuente: MTC (2016)

- **Módulo luminoso o carcasa:** Es la parte de la cara que emite luces de diferente color, debiendo cada módulo luminoso ser iluminado independientemente.
- **Señal luminosa o lente:** Es el componente translucido del módulo luminoso, que por refracción dirige la luz proveniente de la bombilla y de su reflector en la dirección deseada.
- **Visera:** Es el componente que va encima o alrededor de cada uno de los módulos luminosos, y tiene por finalidad evitar que los rayos del sol incidan sobre estos y den la impresión de estar iluminados, y además evitar que la señal emitida sea vista desde lugares distintos a los que está enfocada.

1.5.2 Unidad de control

Es un mecanismo electrónico o electromecánico, que tiene por finalidad controlar los cambios de emisión de señales luminosas, a partir de una programación preestablecida, que se clasifica de la siguiente manera (MTC, 2016):

- **Tiempo fijo:** Controlador por el cual ninguna fase del ciclo es activa por el tránsito.
- **Semi-accionado:** Controlador por el cual algunas de las fases de la intersección se activan por el tránsito.
- **Totalmente accionado:** Controlador por el cual todas las fases de la intersección se activan por el tránsito.

Adicionalmente, puede realizar las siguientes funciones:

- Procesar la información generada por los detectores para ajustar los tiempos a las necesidades de la intersección.
- Recibir y enviar información a una base de control o control maestro con el fin de optimizar el control del tráfico y su operación.
- Conjugar la implementación de programas o planes predefinidos.
- Proveer los elementos que garanticen la seguridad de los usuarios evitando señalizaciones conflictivas y reportar a la base de control el tipo de falla que puede presentar.

1.5.3 Estación central o control maestro

Es el centro de maniobras que distribuye automáticamente las señales de control generadas sobre los circuitos de las unidades de control adyacentes o sucesivas interconectadas de un sistema coordinado de semáforos, y tiene por finalidad optimizar los movimientos del tránsito vehicular y contribuir a la solución de los problemas de congestionamiento (MTC,2016).

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

- **Sistema coordinado simultáneo:** Todos los semáforos al mismo tiempo muestran la misma indicación a lo largo de una vía. En todas las intersecciones los tiempos son esencialmente los mismos y las indicaciones cambian simultáneamente, de manera que todos los semáforos indican luz verde en la vía principal y luz roja en las vías secundarias, cambiando alternadamente.
- **Sistema coordinado alternado:** Los semáforos adyacentes o grupos de semáforos adyacentes muestran indicaciones alternas a lo largo de una vía. Existe un sistema alterno simple y un sistema alterno doble y triple, en el primero el desfase es de medio ciclo, mientras que para el segundo el desfase es cero para los semáforos simultáneos, y medio ciclo para los demás.
- **Sistema coordinado progresivo:** Puede ser limitado o flexible, en el primer caso se fija una duración común a los ciclos y a las indicaciones de la luz verde, que son independientes de acuerdo con las exigencias de cada intersección y de conformidad con un programa de tiempos para permitir la circulación continua o casi continúa de grupos de vehículos. El segundo caso abarca todas las características del primero y algunas adicionales que dependen del tipo de Control Maestro y otros dispositivos.

En la Fig. 1.5-5, se muestra un sistema de semáforos inteligentes controlado por una estación de control de tránsito.

Fig. 1.5-5 Sistema de control de tránsito. Fuente: Municipalidad de Lima Metropolitana

1.5.4 Cálculo de los tiempos del semáforo

1.5.4.1 Intervalo de cambio de fase

La función principal del intervalo de cambio de fase es la de alertar a los usuarios de un cambio en la asignación del derecho al uso de la intersección. El intervalo de cambio de fase considera para su cálculo el tiempo de percepción-reacción del conductor, los requerimientos de desaceleración y el tiempo necesario de despeje de la intersección. De acuerdo con la Fig. 1.5-6 se puede utilizar la siguiente expresión:

$$\text{Intervalo de cambio de fase} = \text{Amarillo} + \text{Todo rojo}$$

$$y = \left(t + \frac{v}{2a} \right) + \left(\frac{W + l}{v} \right) \quad \text{Ec. 1.5-1}$$

Donde:

- y = Intervalo de cambio de fase, amarillo más todo rojo (s)
- t = tiempo de percepción – reacción del conductor (usualmente 1.00 s)

- v = velocidad de aproximación de los vehículos (m/s)
- a = tasa de desaceleración (valor usual 3.05 m/s²)
- W = ancho de la intersección (m)
- l = longitud del vehículo (valor típico 6.10 m)

Fig. 1.5-6 Intervalo de cambio de fase. Fuente: Cal y Mayor (2007)

En la Ec. 1.5-1 y en la Fig. 1.5-6, el término $v/2a$ representa el tiempo necesario para recorrer la distancia de parada con desaceleración a y velocidad v , y el término $(W+l)/v$ es el tiempo para cruzar la intersección. Los dos primeros términos, $t + v/2a$ identifican el intervalo de cambio amarillo y el tercer término, $(W+l)/v$, se asocia al intervalo de despeje todo rojo. Con respecto a la velocidad de aproximación v , se utiliza la velocidad límite prevaleciente o el percentil 85 de la velocidad ($P85$).

1.5.4.2 Longitud del ciclo

Según F.V Webster citado en Cal y Mayor (2007) con base en observaciones de campo y simulación de un amplio rango de condiciones de tránsito, demostró que la demora mínima de todos los vehículos en una intersección con semáforos se puede obtener para una longitud de ciclo óptimo de:

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\phi} Y_i} \quad \text{Ec. 1.5-2}$$

Donde:

- C_o = tiempo óptimo de ciclo (s), redondear al múltiplo de 5 superior más próximo.
- L = tiempo total perdido por ciclo (s).
- Y_i = máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase i .
- Φ = número de fases.

El intervalo de valores aceptables para la longitud de un ciclo determinado estará entre el 75% y el 150% del ciclo óptimo, para el cual las demoras nunca serán mayores en más del 10% al 20% de la demora mínima.

1.5.4.3 Vehículo equivalente

El factor de ajuste por efecto de vehículos pesados se calcula con la siguiente expresión:

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1) + P_B(E_B - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad \text{Ec. 1.5-3}$$

Donde:

- f_{HV} = factor de ajuste por efecto de vehículos pesados
- P_T = porcentaje de camiones en la corriente vehicular
- P_B = porcentaje de autobuses en la corriente vehicular
- P_R = porcentaje de vehículos recreativos en la corriente vehicular
- E_T = automóviles equivalentes a un camión
- E_B = automóviles equivalentes a un autobús
- E_R = automóviles equivalentes a un vehículo recreativo

Los vehículos pesados o comerciales (camiones y autobuses), por su mayor longitud y menor poder de aceleración que los automóviles, necesitan más tiempo para despejar la intersección.

Flujo de automóviles directos equivalentes por hora

Los volúmenes horarios de máxima demanda ($VHMD$), deben ser convertidos a tasas de flujo (q), a través del factor de la hora de máxima demanda ($FHMD$), para el cual, en casos de proyecto y diseño de planes de tiempo del semáforo, se sugiere un valor de 0.95. De esta manera, los volúmenes horarios mixtos ($VHMD$) se convierten a flujos de automóviles directos equivalentes por hora (q_{ADE}) mediante la siguiente expresión:

$$q_{ADE} = \frac{VHMD}{FHMD} \times \left(\frac{1}{f_{HV}} \right) \times (E_{v(I, \phi D)}) \quad \text{Ec. 1.5-4}$$

1.5.4.4 Flujo de saturación y tiempo perdido

Fig. 1.5-7 Modelo básico del flujo de saturación. Fuente: Akcelik R. Traffic Signals: Capacity and Timing Analysis. Research Report ARR No. 123.1989

De la Fig. 1.5-7, la línea punteada indica el modelo básico o curva de flujo efectivo, que reemplaza la curva de flujo actual de vehículos que cruzan la línea por un rectángulo de igual área, cuya altura es el flujo de saturación s_i y cuyo ancho es el tiempo de verde efectivo g . En otras palabras, el área bajo la curva sg representa el máximo número de vehículos que cruzan la línea en un ciclo promedio.

El tiempo entre los comienzos de los periodos de verde G y verde efectivo g , esto es ee' , se considera como una pérdida inicial. Igualmente, el tiempo entre los finales de los periodos de verde y verde efectivo, ff' , se considera como una ganancia final. Por lo tanto, el verde efectivo para la fase i es:

$$g_i = G_i + ff' - ee' \quad \text{Ec. 1.5-5}$$

La demora inicial a , se define como la suma del tiempo entre verde o intervalo de cambio de fase y_i y la pérdida inicial ee' :

$$a = y_i + ee' \quad \text{Ec. 1.5-6}$$

La demora final b , se define simplemente como la ganancia final ff' :

$$b = ff' \quad \text{Ec. 1.5-7}$$

Entonces, el tiempo perdido por fase I_i es la diferencia entre la demora inicial y la ganancia final:

$$I_i = a - b \quad \text{Ec. 1.5-8}$$

$$I_i = y_i + ee' - ff' \quad \text{Ec. 1.5-9}$$

De la ecuación (Ec. 1.5-5):

$$ee' - ff' = G_i - g_i \quad \text{Ec. 1.5-10}$$

Reemplazando en la ecuación (Ec. 1.5-10):

$$I_i = y_i + G_i - g_i \quad \text{Ec. 1.5-11}$$

El intervalo de cambio de fase y_i de una fase i es igual al intervalo amarillo A_i más el intervalo todo rojo TR_i :

$$y_i = A_i + TR_i \quad \text{Ec. 1.5-12}$$

Por lo tanto, la ecuación (Ec. 1.5-11):se transforma en:

$$I_i = A_i + TR_i + G_i - g_i \quad \text{Ec. 1.5-13}$$

Si se supone que la pérdida inicial ee' es igual a la ganancia final ff'' , entonces:

$$g_i = G_i \quad \text{Ec. 1.5-14}$$

$$I_i = y_i = A_i + TR_i \quad \text{Ec. 1.5-15}$$

El tiempo total perdido por ciclo L es:

$$L = \sum_{i=1}^{\varphi} (A_i + TR_i) \quad \text{Ec. 1.5-16}$$

1.5.4.5 Asignación de tiempo de verde

El tiempo de verde efectivo total gT , disponible por ciclo para todos los accesos de la intersección, está dado por:

$$g_T = C - L = C - \left[\sum_{i=1}^{\varphi} (A_i + TR_i) \right] \quad \text{Ec. 1.5-17}$$

Donde:

- gT = tiempo de verde efectivo total por ciclo disponible para todos los accesos
- C = longitud actual del ciclo (redondeando C_0 a los 5 segundos más cercanos)

Para obtener una demora total mínima en la intersección, el tiempo de verde efectivo total gT debe distribuirse entre las diferentes fases en proporción a sus valores de Y_i , así:

$$g_i = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^{\varphi} Y_i} (g_T) = \frac{Y_i}{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{\varphi}} \quad \text{Ec. 1.5-18}$$

Recuérdese que Y_i es el valor máximo de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación, para el acceso o movimiento o carril crítico de cada fase i . De la ecuación (Ec. 1.5-13), el tiempo verde real G_i para cada fase i se obtiene como:

$$G_i = g_i + I_i - A_i + TR_i \quad \text{Ec. 1.5-19}$$

O lo que es mayor para φ fases:

$$\begin{aligned} G_1 &= g_1 + I_1 - A_1 + TR_1 \\ G_2 &= g_2 + I_2 - A_2 + TR_2 \\ G_{\varphi} &= g_{\varphi} + I_{\varphi} - A_{\varphi} + TR_{\varphi} \end{aligned}$$

1.6 NIVELES DE SERVICIO

Según Cal y Mayor (2007), el nivel de servicio se expresa en términos de la demora media por vehículo debida a las detenciones para un periodo de análisis de 15 minutos, considerado como periodo de máxima demanda. En la Tabla 1.6-1, se especifican los seis (06) niveles de servicio y en la Fig. 1.6-1 se ilustra los niveles de servicio, los cuales son:

Tabla 1.6-1 Niveles de servicio en intersecciones con semáforos. Fuente: Adaptado del

HCM 2010

Demora por control (veh/s)	LOS por relación volumen - capacidad	
	≤ 1.0	≥ 1.0
≤ 10	A	
> 10 - 20	B	F
> 20 - 35	C	F
> 35 - 55	D	F
> 55 - 80	E	F
> 80	F	F

Nota: Para las evaluaciones basadas en aproximaciones y en toda intersección, LOS se define únicamente por la demora por control

Fig. 1.6-1 Niveles de servicio. Fuente: Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

Donde:

- **Nivel de servicio A:** Demoras muy bajas, menores a 10 segundos por vehículos. La mayoría de los vehículos llegan durante la fase de verde y no se detienen del todo. Longitudes de ciclo corto que pueden contribuir a demoras mínimas.

- **Nivel de servicio B:** Demoras entre 10 y 20 segundos por vehículo. Algunos vehículos comienzan a detenerse.
- **Nivel de servicio C:** Demoras entre 20 y 35 segundos por vehículo. La progresión del tránsito es regular y algunos ciclos comienzan a malograrse.
- **Nivel de servicio D:** Demoras entre 35 y 55 segundos por vehículos. Longitudes de ciclo amplias o relaciones de v/c altas. Muchos se detienen y hace más notable los ciclos malogrados.
- **Nivel de servicio E:** Demoras entre 55 y 80 segundos por vehículo. Se considera como el límite aceptable de demoras. Las demoras son causadas por progresiones pobres, ciclos muy largos y relaciones v/c muy altas.
- **Nivel de servicio F:** Demoras superiores a los 80 segundos por vehículo, Los flujos de llegada exceden la capacidad de los accesos de la intersección, lo que ocasiona congestionamiento y operación saturada.

1.6.1 Parámetros de entrada

En la Tabla 1.6-2, se presenta un resumen de la información requerida para conducir un análisis operacional.

Tabla 1.6-2 Datos necesarios para el análisis operacional de cada grupo de carriles. Fuente:

Adaptado del HCM 2010

CATEGORÍA DE DATOS	ELEMENTOS DE ENTRADA	BASE
Características del tráfico	Flujo de la demanda	Movimiento
	Flujo de giro a la derecha en rojo	Acceso
	Porcentaje de vehículos pesados	Grupo de movimiento
	Factor de hora pico de intersección	Intersección
	Relación de grupo	Grupo de movimiento
	Factor de ajuste del filtro ascendente	Grupo de movimiento
	Cola inicial	Grupo de movimiento
	Flujo de saturación base	Grupo de movimiento
	Factor de ajuste de la utilización del carril	Grupo de movimiento
	Flujo de peatones	Acceso
	Flujo de bicicletas	Acceso
	Velocidad de maniobra de estacionamiento en la calle	Grupo de movimiento
	Proporción de parada del autobús local	Acceso
Diseño geométrico	Número de carriles	Grupo de movimiento
	Ancho medio del carril	Grupo de movimiento
	Número de carriles de recepción	Acceso
	Longitud del compartimiento de giro	Grupo de movimiento
	Presencia de aparcamiento en la calle	Grupo de movimiento
	Grado de enfoque	Acceso
Control de la señal	Tipo de control de señal	Intersección
	Secuencia de fase	Intersección
	Modo operativo de giro a la izquierda	Acceso
	Ajuste por giro a la izquierda	Acceso
	Tiempo de paso (si es accionado)	Fase
	Máximo verde (o duración verde si está pretimulado)	Fase
	Verde mínimo	Fase
	Cambio amarillo	Fase
	Despacho rojo	Fase
	Caminar	Fase
	Recuperación de fase	Fase
	Entrada doble (si es actuado)	Fase
	Separación simultánea (si es actuado)	Acceso
Otros	Duración del período de análisis	Intersección
	Límite de velocidad	Acceso
	Longitud del detector de línea de parada y modo de detección	Grupo de movimiento
	Tipo de área	Intersección
Notas:	<p>Movimiento = un valor para cada movimiento de giro a la izquierda, giro a la derecha y giro a la derecha.</p> <p>Grupo de movimiento = un valor para cada movimiento de giro con carriles de giro exclusivos y un valor para el movimiento de giro (incluyendo cualquier movimiento de giro en un carril compartido).</p> <p>Acceso = un valor o condición para el acceso de intersección.</p> <p>Intersección = un valor o condición para la intersección.</p> <p>Fase = un valor o condición para cada fase de señal.</p>	

1. Condiciones geométricas

La geometría de una intersección generalmente se presenta en diagramas, que se refieren a la configuración física de la intersección en términos de número de carriles, ancho de carriles, movimientos por carril, ubicación de estacionamientos, longitudes de bahías para vueltas y pendientes de acceso.

2. Condiciones del tránsito

Se debe disponer de volúmenes de tránsito para cada movimiento en cada acceso y su composición en términos de automóviles, autobuses y camiones. Se debe considerar el número de autobuses urbanos que realizan paradas, antes y después de la intersección, para cargar y/o descargar pasajeros. Los autobuses que no paran se consideran como vehículos pesados. Igualmente se deben aforar los flujos peatonales y de bicicletas que entran en conflicto con las vueltas permitidas a la derecha. Los flujos peatonales y de bicicleta utilizados para analizar un acceso dado, son los flujos en el cruce peatonal que interfieren con los vehículos que dan vuelta a la derecha.

La calidad de la progresión del flujo vehicular entre intersecciones se describe a través de seis tipos de llegadas a los accesos de las intersecciones, para cada grupo de carriles, de esta manera:

- **Tipo 1:** grupos densos que llegan al inicio del rojo. Calidad de progresión muy deficiente, como resultado de la optimización de toda la malla.
- **Tipo 2:** grupos moderados que llegan a la mitad del rojo. Progresión desfavorable en calles de doble sentido.
- **Tipo 3:** llegadas aleatorias, Representa la operación en intersecciones aisladas o no interconectadas, o donde los beneficios de la progresión son mínimos.
- **Tipo 4:** grupos moderados que llegan a la mitad del verde. Progresión favorable en calles de doble sentido.
- **Tipo 5:** grupos densos que llegan al inicio del verde. Calidad de progresión altamente favorable.

- **Tipo 6:** progresión excepcional. Grupos densos que progresan a través de varias intersecciones cortamente espaciadas.

3. Condiciones de los semáforos

Se refiere a la información del diagrama de fases que ilustre el plan de fases, longitud de ciclo, tiempos de verde e intervalos de cambio y despeje, para cada uno de los movimientos dados. Si existe requerimientos de tiempo para los peatones, el tiempo mínimo de verde para una fase es:

$$G_p = 3.2 + \frac{L}{S_p} + \left(0.81 \times \frac{N_{ped}}{W_E} \right) ; \text{para } W_E > 3.0 \text{ m} \quad \text{Ec. 1.6-1}$$

$$G_p = 3.2 + \frac{L}{S_p} + (0.81 \times N_{ped}) ; \text{para } W_E \leq 3.0 \text{ m} \quad \text{Ec. 1.6-2}$$

Donde:

- G_p = tiempo mínimo de verde (s)
- L = longitud de cruce peatonal (m)
- S_p = velocidad media del peatón (1.2 m/s)
- W_E = ancho del cruce peatonal (m)
- N_{PED} = número de peatones que cruzan durante un intervalo (peatones)

1.6.2 Metodología de análisis operacional

Mediante el análisis operacional se determina la capacidad y nivel de servicio de cada grupo de carriles o acceso, lo mismo que el nivel de servicio de la intersección como un todo o globalmente, a partir de información detallada de las condiciones prevalecientes geométricas, del tránsito y del control del semáforo. En la Fig. 1.6-2 ilustra el marco de cálculo de la metodología del automóvil según el HCM 2010. Identifica la secuencia de cálculos necesarios para estimar medidas de rendimiento seleccionadas. El proceso de cálculo se muestra para fluir de arriba a abajo en la exposición. Estos cálculos se describen con mayor detalle en el resto de esta subsección.

Fig. 1.6-2 Esquema metodológico para el análisis de intersecciones con semáforo. Fuente:
Adaptado de HCM 2010

1.6.2.1 Paso 1: Determinar grupos de movimientos y grupos de carriles

La metodología para intersecciones señalizadas utiliza el concepto de grupos de movimiento y grupos de carriles para describir y evaluar la operación de intersección. Estas dos denominaciones de grupo tienen un significado muy similar. De hecho, sus diferencias surgen sólo cuando un carril compartido está presente en un enfoque con dos o más carriles. Cada designación se define en los siguientes párrafos. La designación del grupo de movimiento es una construcción útil para especificar los datos de entrada. Por el contrario, la designación de grupos de pistas es una construcción útil para describir los cálculos asociados con la metodología.

Las siguientes reglas se usan para determinar grupos de movimiento para un enfoque de intersección:

Un movimiento de giro que es servido por uno o más carriles exclusivos y sin carriles compartidos debe ser designado como un grupo de movimiento.

- Cualquier carril no asignado a un grupo por la regla anterior debe ser combinado en un grupo de movimiento.

Estas reglas resultan en la designación de uno a tres grupos de movimiento para cada enfoque.

El concepto de grupos de carriles es útil cuando un carril compartido está presente en un enfoque que tiene dos o más carriles. Varios procedimientos en la metodología requieren alguna indicación de si el carril compartido sirve una mezcla de vehículos o funciones como un carril de giro exclusivo. Este problema no puede resolverse hasta que se haya calculado la proporción de vueltas en el carril compartido. Si la proporción calculada de vueltas en el carril compartido es igual a 1,0 (es decir, 100%), se considera que el carril compartido funciona como un carril de giro exclusivo.

Las siguientes reglas se usan para determinar los grupos de carriles para un enfoque de intersección:

- Un carril o carriles exclusivos de giro a la izquierda debe ser designado como un grupo de carriles separado. Lo mismo ocurre con un carril exclusivo de giro a la derecha.
- Cualquier carril compartido debe ser designado como un grupo de carriles separado.
- Los carriles que no sean carriles exclusivos o carriles compartidos deben combinarse en un grupo de carriles.

Estas reglas resultan en la designación de una o más de las siguientes posibilidades de grupo de carril para un enfoque de intersección:

- Carril (o carriles) de giro a la izquierda exclusivo,
- Exclusivo por carril (o carriles),

- Carril (o carriles) exclusivos de giro a la derecha,
- Giro a la izquierda compartido y por carril,
- Carril compartido de giro a la izquierda y de giro a la derecha,
- Giro a la derecha compartido y por carril.
- Carril compartido de giro a la izquierda, de giro a la izquierda y de giro a la derecha.

La metodología puede aplicarse a cualquier combinación lógica de estos grupos de carriles.

La Tabla 1.6-3, muestra algunos grupos de movimientos comunes y grupos de carriles.

Tabla 1.6-3 Grupo de carriles típicos para el análisis. Fuente: Adaptado de HCM 2010

Número de carriles	Movimientos por carriles	Movimientos por grupos (MG)	Grupo de carriles (LG)
1	Izquierda, defrente y derecha	MG 1:	LG 1:
2	Izquierda exclusiva:	MG 1:	LG 1:
	De frente y derecha:	MG 2:	LG 2:
2	Izquierda y defrente:	MG 1:	LG 1:
	De frente y derecha:		LG 2:
3	Exclusiva izquierda: Exclusiva izquierda:	MG 1:	LG 1:
	De frente: De frente:	MG 2:	LG 2:
	Defrente y derecha:		LG 3:

1.6.2.2 Paso 2: Determinar el flujo del grupo de movimiento

El flujo para cada grupo de movimiento se determina en esta etapa. Si un movimiento de giro es servido por uno o más carriles exclusivos y sin carriles compartidos, entonces el flujo de ese movimiento se asigna a un grupo de movimiento. Cualquiera de los flujos de aproximación que aún deben asignarse a un grupo de movimiento (después de la aplicación de la guía en la oración anterior) se asigna a un grupo de movimiento.

1.6.2.3 Paso 3: Determinar el flujo del grupo de carril

El flujo del grupo de carriles se determina en este paso. Si no hay carriles compartidos en el acercamiento de la intersección o el acercamiento tiene solamente un carril, hay una correspondencia uno a uno entre los grupos del carril y los grupos del movimiento. En esta situación, el flujo del grupo de carriles es igual al flujo del grupo de movimiento. Si hay uno o más carriles compartidos en el enfoque y dos o más carriles, entonces el flujo del grupo de carriles se calcula mediante el siguiente procedimiento:

Este procedimiento se basa en un supuesto deseo de los conductores de elegir el carril que minimice su tiempo de servicio en la intersección, donde se utiliza la relación del flujo volumen-saturación del carril para estimar las diferencias relativas en este tiempo entre carriles. Esta suposición puede no ser siempre válida para situaciones en las que los conductores eligen un carril en el enfoque del sujeto de modo que estén pre posicionados para un giro en una intersección corriente abajo. En esta situación, se debe proporcionar como entrada la tasa de flujo de demanda para cada carril en el enfoque y agregarlos según sea apropiado para definir el flujo del grupo de carril.

1.6.2.4 Paso 4: Determinar el flujo de saturación ajustado

El flujo de saturación ajustado para cada carril de cada grupo de carriles se calcula en este paso. El flujo de saturación de base proporcionado como una variable de entrada se utiliza en este cálculo.

El flujo de saturación calculado se denomina flujo de saturación "ajustado" porque refleja la aplicación de diversos factores que ajustan el flujo de saturación de base a las condiciones específicas presentes en el enfoque de intersección del sujeto.

El procedimiento descrito en este paso se aplica a los grupos de carriles que consisten en un carril exclusivo (o carriles) que funcionan en un modo protegido y sin interacción de peatones o bicicletas.

La ecuación 1.6-3 se utiliza para calcular el flujo de saturación ajustado por carril para el grupo de carriles en cuestión:

$$S = S_o(f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT})(f_{Lpb})(f_{Rpb}) \quad \text{Ec. 1.6-3}$$

Donde:

- S = tasa de flujo de saturación del grupo de carriles i (vehículos / hora / verde)
- S_o = tasa de flujo de saturación base por carril (autos / hora verde / carril)
- f_w = facto de ajuste por ancho de carriles
- f_{HV} = factor de ajuste por vehículos pesados
- f_g = factor de ajuste por pendiente del acceso|
- f_p = factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles
- f_{bb} = factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de intersección
- f_a = factor de ajuste por tipo de área
- f_{LU} = factor de ajuste por utilización de carriles
- f_{LT} = factor de ajuste por vueltas a la izquierda
- f_{RT} = factor de ajuste por vueltas a la derecha
- f_{Lpb} = factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda
- f_{Rpb} = factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha

Los factores de ajuste en la lista anterior se describen a continuación en la tabla 1.6-4:

Tabla 1.6-4 Factores de ajuste a la tasa de flujo de saturación. Fuente: Adaptado de HCM 2010

Factor	Fórmula	Definición Variable	Notas
Ancho de carril	<div> <div>Ancho medio de carril (ft)</div> <div> $< 10 \longrightarrow 0.96$ $\geq 10 - 12.9 \longrightarrow 1.00$ $> 12.9 \longrightarrow 1.04$ </div> <div>Factor de ajuste (fw)</div> </div>	W = ancho de carril (m)	Los factores se aplican a anchos de carril promedio de 8,0 ft o más.
Vehículos pesados	$f_{HV} = \frac{100}{100 + \% P_{HV}(E_T - 1)}$	P _{HV} = porcentaje de vehículos pesados en el grupo de movimiento correspondiente (%). E _T = número equivalente de coches pasantes para cada vehículo pesado = 2.0.	
Pendiente	$f_g = 1 - \frac{P_g}{200}$	P _g = porcentaje de pendiente de acceso	-6 ≤ %G ≤ +10 Negativa en descensos
Estacionamiento	$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N}$	N = número de carriles del grupo N _m = número de maniobras de estacionamiento / h	0 ≤ N _m ≤ 180 f _p ≥ 0.050 f _p = 1.000 para sin estacionamiento
Bloqueo de buses	$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N}$	N = número de carriles del grupo N _b = número de buses que paran por hora	0 ≤ N _b ≤ 250 f _{bb} ≥ 0.050
Tipo de área	$f_a = 0.900$ en CBD $f_a = 1.000$ en otras áreas	CBD = Distrito Central de Negocios (centro de la ciudad)	
Utilización de carriles	$f_{LU} = \frac{V_g}{N_e V_{g1}}$	V _g = Caudal de demanda para el grupo de movimiento (veh/h) V _{g1} = Caudal de demanda en el carril exclusivo con el caudal más alto N _e = número de carriles exclusivos en	f _{LU} = 1, cuando el tráfico está distribuido uniformemente. f _{LU} < 1, cuando el tráfico no está distribuido uniformemente
Vueltas a la izquierda	$f_{LT} = \frac{1}{E_L}$	E _L = el número equivalente de coches pasantes para un vehículo protegido de giro a la izquierda (= 1,05).	
Vueltas a la derecha	$f_{RT} = \frac{1}{E_R}$	E _R = el número equivalente de coches pasantes para un vehículo protegido de giro a la derecha (= 1,18).	
Bloqueo por peatones y bicicletas	<div>Ajuste:LT $f_{Lpb} = A_{pbT}$</div> <div>Ajuste:RT $f_{Rpb} = A_{pbT}$</div>	<div>f_{Lpb} = el factor de ajuste peatonal-bicicleta para grupos de giro a la izquierda.</div> <div>A_{pbT} = es el tiempo desocupado.</div> <div>f_{Rpb} = el factor de ajuste peatonal-bicicleta para grupos de giro a la derecha.</div> <div>A_{pbT} = es el tiempo desocupado.</div>	

- **Flujo de saturación base**

Los cálculos comienzan con la selección de un flujo de saturación base. Esta tasa básica representa el flujo medio esperado para un carril de tráfico que tiene condiciones geométricas y de tráfico que corresponden a un valor de 1,0 para cada factor de ajuste. Típicamente, se

selecciona una tasa base para representar todas las intersecciones señalizadas en la jurisdicción (o área) dentro de la cual se encuentra la intersección del sujeto.

- **Ajuste por ancho de carril**

El factor de ajuste de anchura de carril f_w explica el impacto negativo de carriles estrechos sobre el caudal de saturación y permite un mayor flujo en carriles anchos. Los valores de este factor se muestran en la Tabla 1.6-5:

Tabla 1.6-5 Factor de ajuste del ancho del carril. Fuente: Adaptado de HCM 2010

Anchura media de carril (ft)	Factor de ajuste (f_w)
< 10	0.96
$\geq 10.0 - 12.9$	1
> 12.9	1.04
Nota: Los factores se aplican a un ancho promedio de carril de 8.0 ft o más	

Los carriles estándar miden 12 pies de ancho. El factor de ajuste del ancho de carril puede usarse con precaución para anchos de carril mayores de 16 pies, o puede realizarse un análisis con dos carriles estrechos. El uso de dos carriles estrechos siempre dará como resultado un mayor caudal de saturación que un solo carril ancho, pero en ambos casos, el análisis debe reflejar la forma en que el ancho se usa realmente o se espera que se use. En ningún caso se debe usar este factor para estimar el caudal de saturación de un grupo de carriles con un ancho de carril medio menor de 8,0 pies.

1.6.2.4 Paso 5: Determinar la proporción que llega durante el verde

El retardo de control y el tamaño de la cola en una intersección señalada dependen en gran medida de la proporción de vehículos que llegan durante las indicaciones de señal verde y roja. El retardo y el tamaño de la cola son menores cuando una mayor proporción de vehículos llega durante la indicación verde. La Ec. 1.6-4 se utiliza para calcular esta proporción para cada grupo de carriles.

$$P = R_p \left(\frac{g}{C} \right) \quad \text{Ec. 1.6-4}$$

Todas las variables son como se definieron previamente. Esta ecuación requiere el conocimiento del tiempo verde efectivo g y de la longitud del ciclo C . Estos valores son conocidos para el funcionamiento pre estimulado. Si la intersección no es pre-estimada, entonces el tiempo de fase promedio y la longitud del ciclo se deben calcular mediante los procedimientos descritos en el paso siguiente.

1.6.2.5 Paso 6: Determinar duración de la fase de señal

La duración de una fase de señal depende del tipo de control utilizado en la intersección señalada. Si la intersección tiene control pre-temporizado, entonces la duración de la fase es una entrada y este paso se omite. En este punto es útil definir los diversos términos que definen la duración de la fase. Algunos términos son específicos para el funcionamiento accionado.

La duración de una fase accionada está compuesta por cinco periodos de tiempo. El primer período representa el tiempo perdido mientras la cola reacciona a la indicación de señal cambiando a verde. El segundo intervalo representa el tiempo requerido para borrar la cola de los vehículos. El tercer período representa el tiempo que la indicación verde se extiende por vehículos que llegan aleatoriamente. Finaliza cuando hay una brecha en el tráfico (es decir, la separación hacia fuera) o el verde se extiende hasta el límite máximo (es decir, máximo hacia fuera). El cuarto período representa el intervalo de cambio amarillo, y el quinto período representa el intervalo de separación rojo. La duración de una fase accionada se define mediante la Ec. 1.6-5:

$$D_p = l_1 + g_s + g_e + Y + R_c \quad \text{Ec. 1.6-5}$$

Donde:

- D_p = duración (es) de fase,
- l_1 = tiempo perdido de arranque = 2,0 (s),
- g_s = tiempo (s) de servicio de cola,
- g_e = tiempo (s) de extensión verde,

- Y = intervalo (s) de cambio amarillo,
- R_c = intervalo (s) de separación en rojo.

La relación entre las variables de la Ec. 1.6-5 se muestra en la Fig. 1.6-3 mediante el uso de un polígono de acumulación de colas.

Fig. 1.6-3 Elementos de tiempo que influyen en la duración de la fase actuada. Fuente: HCM 2010

La Fig. 1.6-3, muestra la relación entre la duración de la fase y el tamaño de la cola para el ciclo de señal promedio. Durante el intervalo rojo, los vehículos llegan a una velocidad de qr y forman una cola. La cola alcanza su tamaño máximo l_1 segundos después de que finaliza el intervalo rojo. En este momento, la cola comienza a descargarse a una velocidad igual al flujo de saturación s menos la velocidad de llegada durante el qg verde. La cola se borra gs segundos después de que comience a descargarse. Posteriormente, se detectan las llegadas al azar de vehículos y hacen que se amplíe el intervalo verde.

Finalmente, se produce una brecha en el tráfico (o se alcanza el límite máximo verde) y el intervalo verde finaliza. El final del intervalo verde coincide con el fin del tiempo de extensión ge .

El tiempo verde efectivo para la fase se calcula con la siguiente ecuación:

$$g = D_p - l_1 - l_2 = g_s + g_e + e \quad \text{Ec. 1.6-6}$$

Donde:

- l_2 = tiempo perdido de aclaramiento = $Y + Rc - e$ (s),
- e = extensión del verde efectivo = 2,0 (s), y

Todas las demás variables son las definidas previamente.

1.6.2.7 Paso 7: Determinar la capacidad y relación volumen – capacidad

La capacidad de un grupo de carriles dado que sirve un movimiento de tráfico, y para el cual no hay movimientos de giro a la izquierda permitidos, está definida por la Ec. 1.6-7:

$$c = N s \frac{g}{C} \quad \text{Ec. 1.6-7}$$

Donde c es la capacidad (veh/h) y otras variables son las definidas previamente. Esta ecuación no puede usarse para calcular la capacidad de un grupo de carril compartido o de un grupo de carriles con operación de giro a la izquierda permitido porque estos grupos de carril tienen otros factores que afectan su capacidad.

La relación volumen-capacidad para un grupo de carriles se define como la relación entre el volumen del grupo de carriles y su capacidad. Se calcula utilizando la Ec. 1.6-8:

$$X = \frac{v}{c} = \frac{q}{Q} \quad \text{Ec. 1.6-8}$$

Donde:

- x = relación volumen-capacidad,
- v = flujo de demanda (veh / h), y
- c = capacidad (veh / h).

1.6.2.8 Paso 8: Determinar la demora

El retardo calculado en este paso representa el retardo medio de control experimentado por todos los vehículos que llegan durante el período de análisis. Incluye cualquier retraso en que

incurran estos vehículos que todavía están en cola después de finalizado el período de análisis. El retardo de control para un grupo de carriles dado se calcula usando la Ec. 1.6-9:

$$d = d1 + d2 + d3 \quad \text{Ec. 1.6-9}$$

Donde:

- d = retardo de control (s / veh),
- $d1$ = retraso uniforme (s / veh),
- $d2$ = retardo incremental (s / veh),
- $d3$ = retraso inicial de la cola (s / veh).

1.6.2.9 Paso 9: Determinar LOS

LOS es una indicación de la aceptabilidad de los niveles de retardo a los automovilistas en la intersección. También puede indicar una operación sobresaturada inaceptable para grupos de carriles individuales.

1.6.2.10 Paso 10: Determinar la relación de almacenamiento en cola

En el HCM 2010, se describe un procedimiento para estimar el tamaño de la cola y la relación de almacenamiento de la cola. La parte posterior de la cola es la posición del vehículo detenido más alejado de la línea de parada durante el ciclo como consecuencia de la visualización de una indicación de señal roja. El tamaño de la cola depende del patrón de llegada de los vehículos y del número de vehículos que no despejan la intersección durante el ciclo anterior.

La relación de almacenamiento de cola representa la proporción de la distancia de almacenamiento de cola disponible que está ocupada en el punto en el ciclo cuando se alcanza la posición de cola. Si esta proporción excede de 1,0, entonces el espacio de almacenamiento se desbordará y los vehículos en cola pueden bloquear el movimiento de otros vehículos.

1.7 AFOROS

El conteo de flujo vehicular consiste en el conteo y clasificación de todas las unidades de transporte público que pasaran por el punto de aforo durante todos los períodos de análisis.

De este modo, se registra el volumen de vehículos de transporte público que pasan por los respectivos puntos de control (PROTRANSPORTE, 2005).

1.7.1 Métodos de muestreo

- **Aforos Manuales**

Son aquellos que registran a vehículos haciendo trazos en un papel o con contadores manuales. Mediante éstos es posible conseguir datos que no pueden ser obtenidos por otros procedimientos, como clasificar a los vehículos por tipo, número de ellos que giran u ocupantes de estos. Los recuentos pueden dividirse en 30 minutos e incluso 15 cuando el tránsito es muy denso. Para hacer los recuentos se deben preparar hojas de campo.

- Se usan por lo general para contabilizar volúmenes de giro y volúmenes clasificados.
- La duración del aforo varía con el propósito del aforo. Algunos aforos clasificados pueden durar hasta 24 horas.
- El equipo usado es variado; desde hojas de papel marcando cada vehículo hasta contadores electrónicos con teclados. Ambos métodos son manuales.
- Durante periodos de tránsito alto, es necesario más de una persona para efectuar los aforos. La exactitud y confiabilidad de los aforos depende del tipo y cantidad del personal, instrucciones, supervisión y la cantidad de información a ser obtenida por cada persona.

- **Contadores Mecánico**

Son aquellos que emplean instrumentos para realizar el registro de vehículos, sin que se requiera de personal permanente. Estos instrumentos se basan en principios como el de la célula fotoeléctrica, presiones en planchas especiales o por medio de detectores magnéticos o hidráulicos.

Ejemplo de plantilla de aforo

Tabla 1.7-1 Modelo de plantilla de aforo. Fuente: Propio

CONTEOS DE VOLUMENES VEHICULARES - SENTIDO N-S - HOJA RESUMEN

INTERSECCION: AV. PARDO DE ZELA- AV. MILITAR

DIA :

FECHA:

HORAS DE CONTROL	AUTOS				BUS				MICROS				C. RURAL				CAMION				MOTOTAXIS				MOTO			
	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14
6:30-6:45																												
6:45-7:00																												
7:00-7:15																												
7:15-7:30																												
7:30-7:45																												
7:45-8:00																												
8:00-8:15																												
8:15-8:30																												
8:30-8:45																												
8:45-9:00																												
9:00-9:15																												
9:15-9:30																												
12:00-12:15																												
12:15-12:30																												
12:30-12:45																												
12:45-13:00																												
13:00-13:15																												
13:15-13:30																												
13:30-13:45																												
13:45-14:00																												

1.8 TRÁNSITO FUTURO

1.8.1 Cálculo del tráfico proyectado

En la Ec. 1.8-1 se muestra el tráfico proyectado o futuro (TP) que se deriva a partir del tránsito actual (TA) y del incremento del tránsito (IT) esperado al final del periodo de diseño de la vía.

$$TP = TA + IT \quad \text{Ec. 1.8-1}$$

El Crecimiento Normal del Tránsito, es el incremento del volumen de tránsito debido al aumento en el uso de los vehículos automotores, el cual se cuantifica a través de una tasa de crecimiento vehicular, para un periodo de diseño de “n” años. Para el cálculo del tráfico futuro se utilizará la Ec. 1.8-2:

$$VV_p = VV_i \times (1 + t)e^n \quad \text{Ec. 1.8-2}$$

Donde:

- VVp = Volumen vehicular proyectado
- VVi = Volumen vehicular inicial o actual
- t = tasa de crecimiento vehicular
- n = periodo de diseño

1.9 SYNCHRO TRAFFIC 9.0

Synchro es un software desarrollado por Trafficware que permite el análisis y optimización de sistemas de tráfico a un nivel macroscópico. Los principales análisis que se pueden realizar a cabo son en intersecciones semaforizadas y en intersecciones no semaforizadas. La versión 9 de Synchro es compatible con las metodologías del Manual de Capacidad de Carreteras – HCM 2010. A continuación, se describen brevemente las principales consideraciones empleadas por Synchro Traffic 9.0:

1.9.1 Ventajas del SYNCHRO

- Optimización de longitudes de ciclo y repartos de tiempos de verde por fase, eliminando la necesidad de realizar múltiples ensayos de planes y de tiempos en búsqueda de la solución óptima.
- Generación de planes de tiempos óptimos en menos tiempo que cualquier otro programa existente hoy en día
- Interacción, de tal manera, que cuando se efectúan cambios en los datos de entrada, los resultados se actualizan automáticamente, y los planes de operación son mostrados en diagramas de tiempo-espacio de fácil interpretación
- Aplicación en redes de hasta 300 intersecciones con bastante éxito, pudiéndose desagregar redes mayores para luego unir las
- Simulación y evaluación del comportamiento mezclado de intersecciones sin semáforo y con semáforos, ofreciendo el análisis y resultados de ambas en una misma plataforma de estudio y bajo el mismo formato

- Simulación de las condiciones del tráfico existentes en una red vial contando con una variedad de parámetros ligados a un reporte gráfico que permite valorar de manera directa qué tan aproximados son los resultados de los datos de campo. Para asegurar que las condiciones de campo están siendo representadas, existen dos parámetros que tienen que ser previamente inspeccionados, ellos son el grado de saturación y la longitud de cola. Estas dos medidas son fácilmente perceptibles en campo, se definen el grado de exactitud de las corridas y forman parte elemental del proceso de calibración
- Importación de la cartografía a escala de la zona de estudio, que puede ser utilizada como mapa de fondo, de tal manera que la determinación de distancias y configuración de redes y subredes es totalmente amigable y fácil de construir
- La exigencia de simular la situación actual tiene como objetivo validar los criterios de modelación y los parámetros empleados para representar la circulación en la intersección analizada. Esto es importante porque la programación de los semáforos descansa en el supuesto que el modelo construido es capaz de representar adecuadamente la operación del cruce ante cambios en su programación. El contraste de los resultados del modelo con la realidad, y los eventuales cambios que se implementen en él, son fundamentales entonces para lograr suficiente confianza en la calidad de las programaciones que se obtengan.

2 CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 MATERIAL

2.1.1 Población

Es el conjunto de vehículos (públicos y privados) que se verán involucrados con el presente estudio, serán aquellas que circulen por el eje de la Av. Pardo de Zela ya sea por motivo de trabajo, estudio, recreación o por residencia ya que, alrededor de la Av. Pardo de Zela hay muchas empresas locales (ópticas, restaurantes, cabinas de internet, tiendas de abarrotes), instituciones (Municipalidad de Lince, clínica), parques y viviendas.

2.1.2 Muestra

Es el conjunto de vehículos (particulares y privados) que circulen por la Av. Pardo de Zela en hora pico u hora punta de la mañana, tarde y noche respectivamente.

2.2 MÉTODO

2.2.1 Nivel de investigación

El informe está basado en un nivel de investigación descriptiva, puesto que se tiene como objetivo conocer la situación existente del área en estudio a través de actividades para posteriormente analizar minuciosamente los resultados a fin de proponer una solución para la disminución del congestionamiento en horas punta en la Av. Juan Pardo de Zela.

2.2.2 Diseño de investigación

La estrategia para responder el problema de la congestión vehicular se realizará a través de datos obtenidos en campo como es el caso de:

- Características geométricas de la Av. Juan Pardo de Zela.
- Aforos vehiculares (realizados en 3 días).
- Aforo para obtener velocidades.

2.2.3 Variables de estudio y operacionalización

Tabla 2.2-1 Variables de estudio y operacionalización. Fuente: Propio

Variables	Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Instrumento de investigación
Señalizaciones	Lugar	Lugar incorrecto, no se visualizan	Presencia de giros prohibidos	Observación directa
Paraderos	Prohibido	Paraderos prohibidos	Transporte público	Observación directa
Congestión vehicular	Tiempo	Tiempo en cruzar las intersecciones dentro de la av. Pardo de Zela	Demoras por unidad de vehículo	Observación directa

2.2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Antes de empezar a tomar los datos se miden y anotan las características geométricas del acceso a las diferentes intersecciones semaforizadas en estudio, se determina un punto donde pueda observarse una cara del semáforo y la cola de vehículos. Se escribe la información general en una hoja de campo y se procede a hacer las observaciones en cada ciclo del semáforo.

La metodología empleada para el cálculo de los volúmenes vehiculares es mediante conteos manuales, apuntando los subtotales cada 15 minutos, clasificándolos por tipos de vehículos y movimientos. La metodología empleada para el cálculo de las fases y los tiempos de ciclo semafórico se realizará mediante el siguiente procedimiento:

- Identificación de fases: se identifica las fases de cada intersección
- Tiempo de fase: utilizando un cronómetro se identifica el tiempo de verde, ámbar y rojo

Para la determinación de velocidades vehiculares se realizará la siguiente actividad:

- Registro de tiempo de paso de vehículos a través de relojes digitales (cronómetros) y formato en el cual indique la ubicación y tiempo (hora, minuto, segundo).

2.2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Una vez obtenido los datos de campo, se realizará la recolección de datos a través de hojas Excel, cuando se tenga los resultados obtenidos de los flujos vehiculares, flujos de saturación, ciclos semafóricos y velocidades se introducirá la información en el software SYNCHRO TRAFFIC 9.0 para obtener propuestas de solución al problema de la congestión.

En las zonas aledañas al proyecto encontramos los siguientes usos de suelo:

- Vivienda Taller
- Zona de Recreación
- Comercio Zonal
- Comercio Metropolitano
- Otros usos

En las siguientes imágenes (Fig. 3.2-2 y 3.2-3), observamos algunas de las actividades antes mencionadas, que se desarrollan en el lugar de proyecto:

Fig. 3.2-2 Comercio en la av. Pardo de Zela. Fuente: Propio

Fig. 3.2-3 Área de recreación en la av. Pardo de Zela. Fuente: Google Earth

3.3 CLASIFICACIÓN VIAL

A continuación, se describirá la clasificación vial de la av. Pardo de Zela:

- **Av. Juan Pardo de Zela**

Es una vía colectora, de acuerdo con el Sistema Vial Metropolitano (Ord. N° 341 – MML), que define la estructura vial del Área Metropolitana de Lima; dicha vía presenta las siguientes características físicas:

- Sección Vial normativa: 18 m.
- Sentido de circulación: Oeste – Este y viceversa
- N° de Carriles: Dos (02) carriles por sentido.

3.4 SENTIDOS DE CIRCULACIÓN

En la Fig. 3.4-1 se mostrará a detalle los sentidos de circulación de acuerdo con cada acceso:

Fig. 3.4-1 Sentidos de circulación. Fuente: Propio

3.5 CONFLICTOS

Se han identificado los siguientes conflictos en la av. Juan Pardo de Zela que serán representados en la Fig. 3.5-1, 3.5-2 y 3.5-3:

- Falta de paraderos autorizados para transporte público en la Av. Juan Pardo de Zela generan conflictos, dado que los ciclos de los semáforos existentes no consideran el tiempo que tardan los buses en esperar a que los pasajeros suban y bajen del mismo.
- Paradas de vehículos de transporte público en lugares no autorizados generan conflictos en la vía, debido a la inexistencia de infraestructura para paraderos de buses para el embarque y desembarque de pasajeros.
- Falta de señalización para vehículos y cruce de peatones ocasionan conflictos vehículo – peatón, poniendo en riesgo la integridad de los usuarios de la vía, especialmente el peatón.
- Mala ubicación de señalizaciones verticales que generan que los vehículos realicen giros prohibidos.

Fig. 3.5-1 Conflicto en la Av. Juan Pardo de Zela – Paraderos Prohibidos no respetados

Fig. 3.5-2 Conflicto en la Av. Juan Pardo de Zela – Mala ubicación de señalización vertical

Fig. 3.5-3 Conflicto en la Av. Juan Pardo de Zela – No se respeta los giros prohibidos

4 CAPITULO IV: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

4.1 DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de influencia del estudio está conformada por las siguientes intersecciones, en la Fig. 4.1-1 se presenta un mapa indicando las 06 intersecciones en análisis:

1. Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa
2. Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars
3. Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino
4. Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar
5. Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez
6. Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos

Fig. 4.1-1 Intersecciones en estudio. Fuente: Propio

Cabe señalar que la Av. Francisco Lazo que se encuentra entre la Av. Militar y la Av. José Gálvez no se está considerando ya que según los datos de aforo el volumen es muy bajo (despreciable).

De acuerdo con la Ordenanza N° 341, la Av. Juan Pardo de Zela pertenece a la clasificación de vías colectoras. En la Fig. 4.1-2 se muestra la clasificación de la vía.

Fig. 4.1-2 Clasificación Vial. Fuente: Sistema vial metropolitano – Ordenanza N° 341 – MML

4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS INTERSECCIONES

Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa

- La Av. Juan Pardo de Zela, cuenta en el lado Este con una sección de calzada de 13.40 m. de ancho y en el lado Oeste con una sección de calzada de 13.60 m. de ancho, cuenta con dos (02) carriles de circulación por sentido.
- La Av. Arequipa, cuenta en el lado norte con una sección de calzada de 13.80m. de ancho y en el lado sur con una sección de calzada de 13.90. de ancho, cuenta con dos (02) carriles de circulación por sentido.

Av. Juan Pardo de Zela - Petit Thouars

- La Av. Juan Pardo de Zela, cuenta en el lado Este con una sección de calzada de 13.40 m. de ancho y en el lado Oeste con una sección de calzada de 13.20 m. de ancho, cuenta con dos (02) carriles de circulación por sentido.

- La Av. Petit Thouars, cuenta en el lado sur con una sección de calzada de 13.20 m. de ancho, cuenta con cuatro (04) carriles de circulación.

Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino

- La Av. Juan Pardo de Zela, cuenta en el lado Este con una sección de calzada de 13.20 m. de ancho y en el lado Oeste con una sección de calzada de 13.20 m. de ancho, cuenta con dos (02) carriles de circulación por sentido.
- La Av. Ignacio Merino, cuenta en el lado norte con una sección vial de 6.70 m. de ancho, con dos (02) carriles de circulación.

Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar

- La Av. Juan Pardo de Zela, cuenta en el lado Este con una sección vial de 13.20 m. de ancho y en el lado Oeste con una sección vial de 13.40 m. de ancho, cuenta con dos (02) carriles de circulación por sentido.
- La Av. Militar, cuenta en el lado sur con una sección vial de 6.20 m. de ancho, con dos (02) carriles de circulación.

Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez

- La Av. Juan Pardo de Zela, cuenta en el lado Este con una sección vial de 13.20 m. de ancho y en el lado Oeste con una sección vial de 13.20 m. de ancho, cuenta con dos (02) carriles de circulación por sentido.
- La Av. José Gálvez, cuenta en el lado norte con una sección vial de 8.40 m. de ancho, con dos (02) carriles de circulación.

Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos

- La Av. Juan Pardo de Zela, cuenta en el lado este con una sección vial de 13.20 m. de ancho y en el lado Oeste con una sección vial de 14.80 m. de ancho. cuenta con dos (02) carriles de circulación por sentido.
- La Av. Prolongación Iquitos (Sentido: Norte - Sur) presenta una sección de calzada de 12.80 m. con cuatro (04) carriles de circulación. Por otro lado, la Av. Prolongación

Iquitos (Sentido: Sur - Norte) presenta una sección de calzada de 10.20 m. con tres (03) carriles de circulación.

4.3 ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR

4.3.1 Metodología de trabajo

La metodología empleada para el cálculo de los volúmenes vehiculares es mediante conteos manuales, anotando los subtotales cada 15 minutos, clasificándolos por tipos de vehículos y movimientos. Durante las horas de conteo, se obtiene la hora de mayor demanda, estos volúmenes se clasifican por categoría vehicular (autos particulares, microbuses, buses, entre otros). La finalidad de los conteos de tráfico es el de medir el volumen vehicular (flujo), en las intersecciones estudiadas, con sus giros correspondientes.

4.3.2 Programación de los conteos

La toma de flujos vehiculares se realizó durante tres (03) días en cada punto de aforo (dos días típicos y un día atípico), durante un periodo total de dieciséis (16) horas cada día. La toma de datos inició a las 06:00 y culminó a las 22:00 horas. Los conteos vehiculares se realizaron el martes 15, jueves 17 y sábado 19 de agosto del presente año.

4.3.3 De los tipos de vehículos

De acuerdo con la inspección de campo realizada por el equipo consultor en toda el área de análisis, se ha programado realizar los conteos de tránsito del transporte privado, público, pesado y menor, considerando los siguientes tipos que se muestran en la Tabla 4.3-1:

Tabla 4.3-1 Tipos de vehículos. Fuente: Propio

Moto lineal	Transporte Menor
Mototaxi	
Automóvil	Transporte Privado
Camioneta rural	Transporte Público
Microbús	
Bus	
Camión	Transporte Pesado

4.3.4 Formato de campo

El formato de aforo vehicular se muestra en las Fig. 4.3-1:

CONTEO DE VOLÚMENES VEHICULARES SENTIDO NORTE - SUR

INTERSECCIÓN:
DÍA:
FECHA:

HORAS DE CONTROL	Transporte Menor								Transporte Privado				Transporte Público												Transporte Pesado			
	Moto Lineal				Mototaxi				Autos				C. Rural				Microbus				Bus				Camión			
	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14
06:00 - 06:15																												
06:15 - 06:30																												
06:30 - 06:45																												
06:45 - 07:00																												
07:00 - 07:15																												
07:15 - 07:30																												
07:30 - 07:45																												
07:45 - 08:00																												
08:00 - 08:15																												
08:15 - 08:30																												
08:30 - 08:45																												
08:45 - 09:00																												
09:00 - 09:15																												
09:15 - 09:30																												
09:30 - 09:45																												
09:45 - 10:00																												
10:00 - 10:15																												
10:15 - 10:30																												
10:30 - 10:45																												

Fig. 4.3-1 Formato de aforo vehicular. Fuente: Propio

4.3.5 Flujograma de periodo crítico

De los resultados encontrados del estudio de tránsito, se han identificado la hora punta mañana, tarde y noche.

El flujograma de los periodos críticos de la hora punta mañana, tarde y noche respectivamente de las intersecciones aforadas se muestran en el Anexo 1. Cabe señalar que están expresados en vehículos mixtos.

4.4 ESTUDIOS DE FLUJOS DE SATURACIÓN

Para la determinación del flujo de saturación en cada una de las intersecciones se utilizó la Ec. 1.6-3. Adicionalmente, se crearon 2 artificios que se denominan “Factor de ajuste por demoras buses: $fMbus$ ” y “Factor de ajuste por demoras microbuses: $fmbus$ ”. A continuación, se mostrará cómo se determina ambos artificios:

ARTIFICIOS

A través del uso del programa Synchro versión 9.0 se han representado las intersecciones, encontrándose que el programa no contempla la implementación ni el efecto de los paraderos de transporte público. En vista de la necesidad de hacer la modelación lo más cercano a la realidad, para este estudio, se han empleado artificios que toman en cuenta los vehículos que dejan de pasar debido al tiempo de parada que toman los vehículos de transporte público, diferenciando entre buses y microbuses.

Factor de ajuste por demoras de buses:

$$fMbus = 1 * (1 - M * B) \quad \text{Ec. 4.4-1}$$

Donde:

- $fMbus$ = Factor de ajuste por demora de buses.
- M = Porcentaje del total de la cantidad de vehículos que se detienen afectados por el tiempo de parada del bus por acceso. ($M = 3.5$)
- B = Porcentaje de vehículos de buses (entre microbuses y buses) por acceso.

Factor de ajuste por demoras de microbuses

$$fmbus = 1 * (1 - m * B) \quad \text{Ec. 4.4-2}$$

Donde:

- $fmbus$ = Factor de ajuste por demora de microbuses.
- m = Porcentaje de la cantidad de vehículos que se detienen afectados por el tiempo de parada del microbús por acceso. ($m = 3.8$).

- B = Porcentaje de vehículos de microbuses (entre microbuses y buses) por acceso.

En las siguientes tablas se detallarán los flujos de saturación por hora pico mañana, tarde y noche, mostrando el resultado de cada factor de ajuste que intervienen la Ec. 1.6-3; asimismo, se incluirá el resultado de los 2 artificios mencionados anteriormente.

Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa

Tabla 4.4-1 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa – Hora punta:

Mañana. Fuente: Propio

ACCESOS	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	R+T+L	R+T+L	R+T+L
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehiculo pesados: fhv	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.83	0.82	0.78	0.80
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: fLPb	0.97	0.98	0.96	0.91
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRPb	0.94	0.92	0.75	0.88
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	0.52	0.52	0.67	0.66
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	1.00	1.00	0.84	0.85
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	549.36	534.60	435.35	495.88

Tabla 4.4-2 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa – Hora punta:

Tarde. Fuente: Propio

ACCESOS	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	R+T+L	R+T+L	R+T+L
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehiculo pesados: fhv	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.84	0.79	0.78	0.71
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: fLPb	0.98	0.99	0.97	0.96
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRPb	0.96	0.95	0.88	0.92
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	0.52	0.52	0.80	0.69
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	1.00	1.00	0.69	0.81
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	571.87	534.64	513.91	487.21

Tabla 4.4-3 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa – Hora punta:

Noche. Fuente: Propio

ACCESOS	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	R+T+L	R+T+L	R+T+L
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehiculo pesados: fhv	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.85	0.81	0.66	0.68
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: fLPb	0.98	0.97	0.97	0.92
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRPb	0.92	0.94	0.78	0.90
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	0.52	0.52	0.80	0.79
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	1.00	1.00	0.70	0.71
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	549.60	531.88	380.10	435.57

Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars

Tabla 4.4-4 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars – Hora punta:

Mañana. Fuente: Propio

ACCESOS	SUR	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	R+T	T+L
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehiculso pesados: fhv	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.80	0.76	0.74
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: flU	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: flT	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: flpb	1.00	1.00	0.93
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRpb	0.93	0.93	1.00
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	0.75	0.78	0.80
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	0.75	0.71	0.70
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	574.11	546.39	530.26

Tabla 4.4-5 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars – Hora punta:

Tarde. Fuente: Propio

ACCESOS	SUR	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	R+T	T+L
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehiculso pesados: fhv	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.81	0.78	0.75
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: flU	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: flT	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: flpb	1.00	1.00	0.93
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRpb	0.93	0.93	1.00
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	0.75	0.76	0.79
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	0.75	0.74	0.71
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	588.62	559.86	537.85

Tabla 4.4-6 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars – Hora punta:

Noche. Fuente: Propio

ACCESOS	SUR	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	R+T	T+L
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehiculso pesados: fhv	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.75	0.69	0.70
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: flU	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: flT	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: flpb	1.00	1.00	0.94
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRpb	0.94	0.94	1.00
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	0.52	0.52	0.52
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	1.00	1.00	1.00
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	502.35	466.90	472.28

Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino

Tabla 4.4-7 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino – Hora punta: Mañana. Fuente: Propio

ACCESOS	NORTE	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	T+L	R+T
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehiculso pesados: fHV	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.52	0.82	0.66
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: fLpb	1.00	0.91	1.00
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRpb	0.91	1.00	0.91
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	0.86	0.81	0.77
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	0.63	0.68	0.73
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	357.38	572.84	464.43

Tabla 4.4-8 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino – Hora punta: Tarde. Fuente: Propio

ACCESOS	NORTE	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	T+L	R+T
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehiculso pesados: fHV	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.54	0.87	0.68
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: fLpb	1.00	0.89	1.00
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRpb	0.92	1.00	0.89
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	0.86	0.81	0.78
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	0.63	0.68	0.72
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	371.75	588.62	468.97

Tabla 4.4-9 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino – Hora punta: Noche. Fuente: Propio

ACCESOS	NORTE	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	T+L	R+T
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehiculso pesados: fHV	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.57	0.88	0.66
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: fLpb	1.00	0.85	1.00
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRpb	0.90	1.00	0.85
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	0.88	0.81	0.78
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	0.61	0.68	0.72
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	382.57	571.70	429.19

Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar

Tabla 4.4-10 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar – Hora punta:

Mañana. Fuente: Propio

ACCESOS	SUR	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	R+T	T+L
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehiculso pesados: fHV	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.86	0.79	0.76
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: fLPb	1.00	1.00	0.96
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRPb	0.91	0.96	1.00
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	1.00	0.81	0.84
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	1.00	0.69	0.65
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	1,070.45	582.76	554.14

Tabla 4.4-11 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar – Hora punta:

Tarde. Fuente: Propio

ACCESOS	SUR	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	R+T	T+L
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehiculso pesados: fHV	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.86	0.81	0.80
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: fLPb	1.00	1.00	0.93
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRPb	0.92	0.93	1.00
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	1.00	0.81	0.84
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	1.00	0.69	0.65
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	1,087.75	580.53	565.29

Tabla 4.4-12 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar – Hora punta:

Noche. Fuente: Propio

ACCESOS	SUR	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	R+T	T+L
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehiculso pesados: fHV	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.89	0.84	0.79
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: fLPb	1.00	1.00	0.94
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRPb	0.93	0.94	1.00
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	1.00	0.80	0.82
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	1.00	0.69	0.67
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	1,135.83	600.74	563.77

Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez

Tabla 4.4-13 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez – Hora punta:

Mañana. Fuente: Propio

ACCESOS	NORTE	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	T+L	R+T
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehiculso pesados: fHV	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.73	0.88	0.76
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: fLpb	1.00	0.92	1.00
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRpb	0.95	1.00	0.92
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	0.89	0.80	0.81
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	0.60	0.69	0.68
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	514.09	623.64	539.60

Tabla 4.4-14 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez – Hora punta:

Tarde. Fuente: Propio

ACCESOS	NORTE	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	T+L	R+T
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehiculso pesados: fHV	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.74	0.88	0.75
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: fLpb	1.00	0.89	1.00
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRpb	0.95	1.00	0.89
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	0.88	0.80	0.81
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	0.61	0.70	0.69
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	526.00	605.02	512.08

Tabla 4.4-15 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez – Hora punta:

Noche. Fuente: Propio

ACCESOS	NORTE	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	T+L	R+T
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehiculso pesados: fHV	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.73	0.89	0.73
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: fLpb	1.00	0.83	1.00
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRpb	0.95	1.00	0.83
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	0.89	0.81	0.82
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	0.60	0.69	0.68
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	505.44	568.24	466.42

Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos

Tabla 4.4-16 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos –

Hora punta: Mañana. Fuente: Propio

ACCESOS	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	R+T+L	R+T+L	R+T+L
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehículo pesado: fHV	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.94	0.89	0.86	0.88
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: fLpb	0.98	0.98	0.96	0.91
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRpb	0.95	0.93	0.75	0.88
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	0.80	0.81	0.79	0.81
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	0.69	0.68	0.71	0.68
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	666.67	624.52	475.41	539.78

Tabla 4.4-17 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos –

Hora punta: Tarde. Fuente: Propio

ACCESOS	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	R+T+L	R+T+L	R+T+L
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehículo pesado: fHV	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.93	0.87	0.84	0.85
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: fLpb	0.98	0.99	0.98	0.95
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRpb	0.97	0.95	0.87	0.93
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	0.82	0.81	0.79	0.81
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	0.68	0.69	0.71	0.68
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	674.95	628.98	548.11	574.55

Tabla 4.4-18 Flujo de Saturación Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos –

Hora punta: Tarde. Fuente: Propio

ACCESOS	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Grupo de carriles	R+T+L	R+T+L	R+T+L	R+T+L
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vehículo pesado: fHV	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.92	0.84	0.84	0.88
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda: fLpb	0.98	0.98	0.96	0.91
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha: fRpb	0.94	0.94	0.75	0.88
Factor de ajuste por demoras buses: fMbus	0.78	0.80	0.79	0.79
Factor de ajuste por demoras microbuses: fmbus	0.71	0.70	0.70	0.71
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	655.65	595.85	460.54	544.82

4.5 ESTUDIO OPERACIONAL DE INTERSECCIONES CON SEMÁFORO

4.5.1 Identificación de paraderos de transporte público

Dentro del área de estudio se ha encontrado paraderos prohibidos, pero debido a la presencia importante de vehículos de transporte público se ha considerado pertinente realizar la identificación de paradas de buses.

Tabla 4.5-1 Número de parada por acceso y por hora - Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Hora Punta	Horario	Av. Arequipa (acceso norte)	Av. Arequipa (acceso sur)	Av. Arequipa (acceso este)	Av. Arequipa (acceso oeste)
Mañana	07:30 - 08:30	84	89	109	101
Tarde	17:30 - 18:30	78	104	108	143
Noche	19:15 - 20:15	77	96	170	158

Tabla 4.5-2 Número de parada por acceso y por hora - Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Hora Punta	Horario	Av. Petit Thouars (acceso sur)	Av. Petit Thouars (acceso este)	Av. Petit Thouars (acceso oeste)
Mañana	07:30 - 08:30	204	119	129
Tarde	17:30 - 18:30	189	112	125
Noche	19:15 - 20:15	254	155	151

Tabla 4.5-3 Número de parada por acceso y por hora - Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Hora Punta	Horario	Av. Ignacio Merino (acceso norte)	Av. Ignacio Merino (acceso este)	Av. Ignacio Merino (acceso oeste)
Mañana	07:30 - 08:30	239	89	171
Tarde	17:30 - 18:30	230	67	159
Noche	19:15 - 20:15	214	58	172

Tabla 4.5-4 Número de parada por acceso y por hora - Intersección: Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio

Hora Punta	Horario	Av. Militar (acceso sur)	Av. Militar (acceso este)	Av. Militar (acceso oeste)
Mañana	07:30 - 08:30	72	106	120
Tarde	17:30 - 18:30	70	95	100
Noche	19:15 - 20:15	57	82	105

Tabla 4.5-5 Número de parada por acceso y por hora - Intersección: Av. Juan Pardo de Zela
– Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Hora Punta	Horario	Av. Arequipa (acceso norte)	Av. Arequipa (acceso este)	Av. Arequipa (acceso oeste)
Mañana	07:30 - 08:30	134	61	119
Tarde	17:30 - 18:30	129	59	126
Noche	19:15 - 20:15	137	56	134

Tabla 4.5-6 Número de parada por acceso y por hora - Intersección: Av. Juan Pardo de Zela
– Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio

Hora Punta	Horario	Av. Arequipa (acceso norte)	Av. Arequipa (acceso sur)	Av. Arequipa (acceso este)	Av. Arequipa (acceso oeste)
Mañana	07:30 - 08:30	62	80	69	60
Tarde	17:30 - 18:30	72	97	82	76
Noche	19:15 - 20:15	83	122	82	59

4.5.2 Tiempos de ciclo actual

Dentro del área de estudio se está considerando seis (06) intersecciones semafóricas donde se realizaron los conteos vehiculares, los cuales son los siguientes

Fig. 4.5-1 Tiempos de ciclo – Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Fig. 4.5-2 Tiempos de ciclo – Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Fig. 4.5-3 Tiempos de ciclo – Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Fig. 4.5-4 Tiempos de ciclo – Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio

Fig. 4.5-5 Tiempos de ciclo – Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Fig. 4.5-6 Tiempos de ciclo – Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación. Iquitos. Fuente: Propio

4.6 ESTUDIO DE VELOCIDADES

La toma de datos se realizó durante un día típico, se consideró la hora punta mañana, tarde y noche respectivamente. A continuación, en la Fig. 4.6-1 se señala los puntos de medición para el transporte privado y público:

Fig. 4.6-1 Puntos de medición. Fuente: Propio

De los trabajos de campo realizados, se obtuvieron las velocidades para transporte privado y público (Bus y Microbús) en hora punta que se detallará en el Anexo 2. A continuación, se mostrará los cuadros resúmenes de los promedios de las velocidades obtenidos:

Tabla 4.6-1 Velocidad promedio - Turno Mañana – Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este.

Fuente: Propio

Transporte	Velocidad Promedio (km/h)
Privado	7.51
Buses	6.35
Microbuses	6.48

Tabla 4.6-2 Velocidad promedio - Turno Tarde – Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este.

Fuente: Propio

Transporte	Velocidad Promedio (km/h)
Privado	7.50
Buses	6.39
Microbuses	6.45

Tabla 4.6-3 Velocidad promedio - Turno Noche– Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este.

Fuente: Propio

Transporte	Velocidad Promedio (km/h)
Privado	7.40
Buses	6.34
Microbuses	6.46

Tabla 4.6-4 Velocidad promedio - Turno Mañana – Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste.

Fuente: Propio

Transporte	Velocidad Promedio (km/h)
Privado	9.96
Buses	10.20
Microbuses	9.80

Tabla 4.6-5 Velocidad promedio - Turno Tarde – Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste.

Fuente: Propio

Transporte	Velocidad Promedio (km/h)
Privado	9.90
Buses	9.85
Microbuses	9.94

Tabla 4.6-6 Velocidad promedio - Turno Noche – Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste.

Fuente: Propio

Transporte	Velocidad Promedio (km/h)
Privado	9.85
Buses	9.73
Microbuses	9.56

4.7 ESTUDIO DE TRANSPORTE NO MOTORIZADO

En la Fig. 4.7-1 se mostrará los puntos de conteo de peatones que se realizaron de manera manual:

Fig. 4.7-1 Puntos de conteo de peatones. Fuente: Propio

De acuerdo con los datos obtenidos en campo, se determinó la hora con mayor demanda y se clasificaron por tipo de peatón (niño, adulto y adulto mayor), en las siguientes figuras, se visualizará el flujograma de peatón por intersección y por hora pico mañana, tarde y noche respectivamente:

Fig. 4.7-2 Flujograma de hora peatonal, Turno Mañana. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Fig. 4.7-3 Flujograma de hora peatonal, Turno Tarde. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Fig. 4.7-4 Flujograma de hora peatonal, Turno Noche. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Fig. 4.7-5 Flujograma de hora peatonal, Turno Mañana. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Fig. 4.7-6 Flujograma de hora peatonal, Turno Tarde. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Fig. 4.7-7 Flujograma de hora peatonal, Turno Noche. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Fig. 4.7-8 Flujograma de hora peatonal, Turno Mañana. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Fig. 4.7-9 Flujograma de hora peatonal, Turno Tarde. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Fig. 4.7-10 Flujograma de hora peatonal, Turno Noche. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Fig. 4.7-11 Flujograma de hora peatonal, Turno Mañana. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio

Fig. 4.7-12 Flujograma de hora peatonal, Turno Tarde. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio

Fig. 4.7-13 Flujograma de hora peatonal, Turno Noche. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio

Fig. 4.7-14 Flujograma de hora peatonal, Turno Mañana. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Fig. 4.7-15 Flujograma de hora peatonal, Turno Tarde. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Fig. 4.7-16 Flujograma de hora peatonal, Turno Noche. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Fig. 4.7-17 Flujograma de hora peatonal, Turno Mañana. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio

Fig. 4.7-18 Flujograma de hora peatonal, Turno Tarde. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio

Fig. 4.7-19 Flujograma de hora peatonal, Turno Noche. Intersección Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio

4.8 TASA DE OCUPACIÓN VEHICULAR PROMEDIO

El aforo se realizó en las seis (06) intersecciones por donde circulan transporte público de pasajeros en un día laborable en el turno mañana, tarde y noche que representan las horas pico o punta respectivamente. El criterio de medición fue de acuerdo con:

- Hora de paso
- Identificación de ruta
- Tipo de vehículo
- Nivel de ocupación

Los niveles de ocupación del vehículo tienen las siguientes características:

- Lleno completamente (full): los pasajeros viajan apretados, ya no entran más pasajeros.
- Sentados 100%, de pie 50%: todos los asientos están ocupados y hay personas paradas.
- Sentados 100%: todos los asientos están ocupados.
- Sentados 50%: hay asientos vacíos.
- Casi vacío: el vehículo transporte a pocos pasajeros.
- Vacío: no hay pasajeros.

En la tabla 4.8-1 se detallará las cargas por nivel de ocupación por cada tipo de vehículo, de acuerdo con esos datos se desarrollará el análisis de los datos de campo:

Tabla 4.8-1 Ocupación vehicular. Fuente: Equipo de estudio JICA / Propio

Modo	Full	Sentados 100% + Pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío
Omnibus	80	57	33	17	8	0
Microbus	27	20	17	8	4	0

4.8.1 Puntos de conteo para ocupación visual

- Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa

- Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars
- Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino
- Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar
- Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez
- Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos

Fig. 4.8-1 Puntos de conteo. Fuente: Propio

De acuerdo con los resultados obtenidos en campo, se determinó el número de pasajeros por vehículos de transporte público de las rutas que circulan por el eje de la av. Juan Pardo de Zela, los resultados fueron los siguientes:

Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa

Tabla 4.8-2 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Oeste – Este, Turno Mañana. Fuente: Propio

Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	27	48	30	5	0	0	110
Microbús	21	33	10	1	0	0	65

Tabla 4.8-3 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Oeste – Este, Turno Tarde. Fuente: Propio

TARDE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	17	59	25	6	0	0	107
Microbús	11	39	29	3	0	0	82

Tabla 4.8-4 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Oeste – Este, Turno Noche. Fuente: Propio

NOCHE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	29	51	19	3	0	0	102
Microbús	26	43	15	1	0	0	85

Tabla 4.8-5 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Oeste - Este. Fuente: Propio

Modo	Turno Mañana	Turno Tarde	Turno Noche
Ómnibus	5971	5650	5905
Microbús	2513	2696	3248
Total	8484	8346	9153

Tabla 4.8-6 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Este – Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio

MAÑANA							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	27	51	25	4	0	0	107
Microbús	19	35	19	3	0	0	76

Tabla 4.8-7 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Este – Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio

TARDE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	15	55	28	7	0	0	105
Microbús	7	33	23	5	0	0	68

Tabla 4.8-8 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Este – Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio

NOCHE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	35	45	15	2	0	0	97
Microbús	28	41	9	0	0	0	78

Tabla 4.8-9 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa, Sentido Este - Oeste. Fuente: Propio

Modo	Turno Mañana	Turno Tarde	Turno Noche
Ómnibus	5960	5378	5894
Microbús	2718	2160	3124
Total	8678	7538	9018

Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars

Tabla 4.8-10 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Petit Thouars, Sentido Oeste - Este, Turno Mañana. Fuente: Propio

MAÑANA							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	24	45	24	2	0	0	95
Microbús	15	21	19	1	0	0	56

Tabla 4.8-11 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Petit Thouars, Sentido Oeste - Este, Turno Tarde. Fuente: Propio

TARDE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	12	51	21	8	0	0	92
Microbús	9	43	16	3	0	0	71

Tabla 4.8-12 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Petit Thouars, Sentido Oeste - Este, Turno Noche. Fuente: Propio

NOCHE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	29	31	15	1	0	0	76
Microbús	31	27	7	1	0	0	66

Tabla 4.8-13 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars, Sentido Oeste - Este. Fuente: Propio

Modo	Turno Mañana	Turno Tarde	Turno Noche
Ómnibus	5311	4696	4599
Microbús	1976	2445	2722
Total	7287	7141	7321

Tabla 4.8-14 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Petit Thouars, Sentido Este - Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio

MAÑANA							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	27	41	19	1	0	0	88
Microbús	18	23	13	0	0	0	54

Tabla 4.8-15 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Petit Thouars, Sentido Este - Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio

TARDE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	9	54	20	5	0	0	88
Microbús	11	39	12	2	0	0	64

Tabla 4.8-16 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Petit Thouars, Sentido Este - Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio

NOCHE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	34	49	11	0	0	0	94
Microbús	35	23	4	0	0	0	62

Tabla 4.8-17 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars, Sentido Este - Oeste. Fuente: Propio

Modo	Turno Mañana	Turno Tarde	Turno Noche
Ómnibus	5141	4543	5876
Microbús	2050	2293	2693
Total	7191	6836	8569

Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino

Tabla 4.8-18 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Ignacio Merino, Sentido Oeste - Este, Turno Mañana. Fuente: Propio

MAÑANA							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	28	42	21	6	0	0	97
Microbús	17	24	14	4	0	0	59

Tabla 4.8-19 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Ignacio Merino, Sentido Oeste - Este, Turno Tarde. Fuente: Propio

TARDE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	10	57	19	4	0	0	90
Microbús	11	40	15	1	0	0	67

Tabla 4.8-20 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Ignacio Merino, Sentido Oeste - Este, Turno Noche. Fuente: Propio

NOCHE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	37	37	6	0	0	0	80
Microbús	39	21	1	0	0	0	61

Tabla 4.8-21 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino, Sentido Oeste - Este. Fuente: Propio

Modo	Turno Mañana	Turno Tarde	Turno Noche
Ómnibus	5429	4744	5267
Microbús	2108	2387	2750
Total	7537	7131	8017

Tabla 4.8-22 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Ignacio Merino, Sentido Este - Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio

MAÑANA							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	42	35	17	0	0	0	94
Microbús	29	19	11	0	0	0	59

Tabla 4.8-23 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Ignacio Merino, Sentido Este - Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio

TARDE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	16	51	21	9	0	0	97
Microbús	9	42	19	4	0	0	74

Tabla 4.8-24 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Ignacio Merino, Sentido Este - Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio

NOCHE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	46	39	3	0	0	0	88
Microbús	34	17	1	0	0	0	52

Tabla 4.8-25 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino, Sentido Este - Oeste. Fuente: Propio

Modo	Turno Mañana	Turno Tarde	Turno Noche
Ómnibus	5916	5033	6002
Microbús	2406	2489	2352
Total	8322	7522	8354

Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar

Tabla 4.8-26 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Militar, Sentido Oeste - Este, Turno Mañana. Fuente: Propio

MAÑANA							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	37	43	15	0	0	0	95
Microbús	21	29	7	0	0	0	57

Tabla 4.8-27 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Militar, Sentido Oeste - Este, Turno Tarde. Fuente: Propio

TARDE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	19	45	25	5	0	0	94
Microbús	15	28	14	5	0	0	62

Tabla 4.8-28 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Militar, Sentido Oeste - Este, Turno Noche. Fuente: Propio

NOCHE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	45	40	1	0	0	0	86
Microbús	32	19	1	0	0	0	52

Tabla 4.8-29 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar, Sentido Oeste - Este. Fuente: Propio

Modo	Turno Mañana	Turno Tarde	Turno Noche
Ómnibus	5906	4995	5913
Microbús	2284	2168	2326
Total	8190	7163	8239

Tabla 4.8-30 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Militar, Sentido Este - Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio

MAÑANA							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	39	41	9	0	0	0	89
Microbús	26	26	5	0	0	0	57

Tabla 4.8-31 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Militar, Sentido Este - Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio

TARDE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	15	53	20	4	0	0	92
Microbús	14	31	14	2	0	0	61

Tabla 4.8-32 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. Militar, Sentido Este - Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio

NOCHE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	50	33	2	0	0	0	85
Microbús	37	19	2	0	0	0	58

Tabla 4.8-33 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar, Sentido Este - Oeste. Fuente: Propio

Modo	Turno Mañana	Turno Tarde	Turno Noche
Ómnibus	5754	4949	5947
Microbús	2377	2193	2599
Total	8131	7142	8546

Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez

Tabla 4.8-34 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Oeste - Este, Turno Mañana. Fuente: Propio

MAÑANA							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	42	31	5	0	0	0	78
Microbús	31	17	2	0	0	0	50

Tabla 4.8-35 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Oeste - Este, Turno Tarde. Fuente: Propio

TARDE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	14	51	21	5	0	0	91
Microbús	9	37	13	5	0	0	64

Tabla 4.8-36 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Oeste - Este, Turno Noche. Fuente: Propio

NOCHE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	51	23	2	0	0	0	76
Microbús	33	22	1	0	0	0	56

Tabla 4.8-37 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez, Sentido Oeste - Este. Fuente: Propio

Modo	Turno Mañana	Turno Tarde	Turno Noche
Ómnibus	5292	4805	5457
Microbús	2225	2178	2487
Total	7517	6983	7944

Tabla 4.8-38 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Este - Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio

MAÑANA							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	44	29	1	0	0	0	74
Microbús	34	11	2	0	0	0	47

Tabla 4.8-39 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Este - Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio

TARDE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	15	50	22	8	0	0	95
Microbús	11	38	14	2	0	0	65

Tabla 4.8-40 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Este - Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio

NOCHE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	55	18	1	0	0	0	74
Microbús	33	15	1	0	0	0	49

Tabla 4.8-41 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez, Sentido Este - Oeste. Fuente: Propio

Modo	Turno Mañana	Turno Tarde	Turno Noche
Ómnibus	5206	4912	5459
Microbús	2153	2302	2228
Total	7359	7214	7687

Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos

Tabla 4.8-42 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Oeste - Este, Turno Mañana. Fuente: Propio

MAÑANA							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	48	21	1	0	0	0	70
Microbús	35	13	2	0	0	0	50

Tabla 4.8-43 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Oeste - Este, Turno Tarde. Fuente: Propio

TARDE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	16	47	21	6	0	0	90
Microbús	14	33	14	2	0	0	63

Tabla 4.8-44 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Oeste - Este, Turno Noche. Fuente: Propio

NOCHE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	56	17	2	0	0	0	75
Microbús	35	14	1	0	0	0	50

Tabla 4.8-45 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos, Sentido Oeste - Este. Fuente: Propio

Modo	Turno Mañana	Turno Tarde	Turno Noche
Ómnibus	5070	4754	5515
Microbús	2277	2267	2291
Total	7347	7021	7806

Tabla 4.8-46 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Este - Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio

MAÑANA							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	47	23	3	0	0	0	73
Microbús	33	15	1	0	0	0	49

Tabla 4.8-47 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Este - Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio

TARDE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	18	43	23	8	0	0	92
Microbús	15	31	16	4	0	0	66

Tabla 4.8-48 Cantidad de vehículos según ocupación vehicular, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Av. José Gálvez, Sentido Este - Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio

NOCHE							
Modo	Ocupación vehicular						Total
	Full	Sentados 100% + pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío	
Ómnibus	57	14	1	0	0	0	72
Microbús	39	9	1	0	0	0	49

Tabla 4.8-49 Total de pasajeros según el turno de evaluación, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos, Sentido Este - Oeste. Fuente: Propio

Modo	Turno Mañana	Turno Tarde	Turno Noche
Ómnibus	5170	4786	5391
Microbús	2228	2313	2306
Total	7398	7099	7697

4.9 INVENTARIO DE RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

En breve, en la Tabla 5.9 – 1 se detallará las rutas de transporte público que transitan por la av. Juan Pardo de Zela, identificando el sentido, tipo de vehículo y flota requerida, esta información se encuentra actualizada a agosto de 2017 por la Gerencia de Transporte Urbano (GTU) de la Municipalidad Metropolitana de Lima, asimismo se ha corroborado los datos en campo.

Tabla 4.9-1 Rutas de Transporte Público. Fuente: Gerencia de Transporte Urbano (GTU)

N°	Ruta	Operador	Tipo de Vehículo	Flota Requerida
1	IO13	E.T Magdalena - San Miguel S.A	Microbús	17
2	CR19	Empresa de Transportes Pachacutec S.A.C	Ómnibus	45
3	NO24	Agrup. De Trans. En Camionetas S.A. (A.T.C.R.S.A.)	Microbús	42
4	SO35	E.T Serv. Com. Impor. Y Exp. Machu Picchu S.A.	Microbús	103
5	IM11	Transportes y Servicio Canadá S.A	Microbús	38
6	ECR13	E.T. Y Serv. Jorge Panduro S.A.	Microbús	22
7	IM25	E.T. Virgen de la Asunción S.A.	Microbús	63
8	SM17	E.T. Bronco S.A. (ETBRONSA)	Microbús	49
9	CR54	E.T. Veintidós S.R.L	Microbús	89
10	IM04	Transportes y Servicio Canadá S.A	C. Rural / Microbús	104
11	ICR14	E.T. Y Serv. Múltiples Rey 505 S.A.	C. Rural	48
12	EM62A	Vishenzo Investment Company 505 S.A.C	Microbús	17
13	EM62B	E.T. Digital S.A.	Microbús	16
14	EO128	San Felipe Express S.A.	Ómnibus	23
15	SM17	E.T. Bronco S.A. (ETBRONSA)	Microbús	49
16	ICR14	E.T. Y Serv. Múltiples Rey 505 S.A.	C. Rural	48
17	NM16	E.T. Virgen De La Puerta S.A.	Ómnibus	55
18	OM22	E.T Y Serv. La Mar S.A.C	Ómnibus	63
19	IO06	Consorcio Grupo Orión - E.T. Y Serv. Orión S.A.	Ómnibus	110
20	IO23	E.T. Tablada S.A.	Ómnibus	46
21	EO54	E.T. Castro Fuentes S.A. Kejvidsa	Microbús	88
22	SM40	E.T. Y Mult. Imp. Y Exp. San Francisco de Asís de Los Olivos S.A.	Ómnibus	80
23	IM57	E.T. Virgen De La Asunción S.A.	Microbús	61

5 CAPITULO V: CÁLCULO DE TRÁFICO

5.1 CÁLCULO DE TRÁFICO ACTUAL

Para el cálculo del tráfico actual se ha utilizado los flujos horarios en las respectivas horas punta o pico (mañana, tarde y noche). El aforo fue realizado el martes 15, jueves 17 y sábado 19 del presente año, los valores del aforo se encuentran en el anexo 1.

5.2 CÁLCULO DE TRÁFICO GENERADO

Se estima que el tráfico generado es el mismo valor del tráfico actual, debido a que la vía ya es existente.

5.3 CÁLCULO DE TRÁFICO PROYECTADO

Para el análisis del tráfico proyectado (TP), se usó la Ec. 1.8-1, en el cual se ve representado los valores del tránsito actual (TA) y del incremento del tránsito (IT). Asimismo, para la determinación del cálculo del tráfico futuro se usó la Ec. 1.8-2.

Tasa de Crecimiento

Varían de acuerdo con el tipo de vehículo, y para el presente caso se ha considerado la tasa de crecimiento del tráfico ligero, en la Tabla 5.3 – 1 se muestra la tasa de crecimiento vehicular que se usó para el desarrollo del tráfico futuro:

Tabla 5.3-1 Tasa de crecimiento vehicular. Fuente: Propio

Tasa de crecimiento vehicular	Formula de Proyección
	$V_p = V_i * (1 + t)^{\exp(n)}$
Parque automotor Nacional	8.31%

En las siguientes tablas se mostrará el tránsito futuro por cada intersección en la hora punta o pico mañana, tarde y noche:

Tabla 5.3-2 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa,
Turno Mañana. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - MAÑANA								
Año base	Altura Av. Arequipa			Auto	Camión	Micro	Bus	Camión
2017		79	0	424	31	0	49	0
		99	0	621	31	0	69	1
	TOTAL AÑO 0	178	0	1045	62	0	118	1
Año de proyección	Altura Av. Arequipa			Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	265	0	1558	92	0	175	1

Tabla 5.3-3 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa,
Turno Tarde. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - TARDE								
Año base	Altura Av. Arequipa	Mto Lineal		Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
2017		67	0	336	33	0	55	0
		120	0	721	50	0	60	0
	TOTAL AÑO 0	187	0	1057	83	0	115	0
Año de proyección	Altura Av. Arequipa	Mto Lineal		Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	279	0	1575	124	0	171	0

Tabla 5.3-4 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Arequipa,
Turno Noche. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - NOCHE								
Año base	Altura Av. Arequipa	Mto Lineal	Mto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
2017		56	0	513	22	0	51	0
		89	0	819	37	0	55	0
	TOTAL AÑO 0	146	0	1333	59	0	106	0
Año de proyección	Altura Av. Arequipa	Mto Lineal	Mto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	217	0	1986	88	0	158	0

Tabla 5.3-5 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars,
Turno Mañana. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - MAÑANA								
Año base	Altura Av. Petit Thouars		Mto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
2017		0	0	0	0	0	0	0
		242	0	1678	71	92	37	2
	TOTAL AÑO 0	242	0	1678	71	92	37	2
Año de proyección	Altura Av. Petit Thouars		Mto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	361	0	2501	106	137	55	3

Tabla 5.3-6 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars,
Turno Tarde. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - TARDE								
Año base				Auto	Rural		Bus	
2017		0	0	0	0	0	0	0
		166	0	1727	53	96	34	2
	TOTAL AÑO 0	166	0	1727	53	96	34	2
Año de proyección				Auto	Rural		Bus	
5								
	TOTAL AÑO 5	247	0	2574	79	143	50	2

Tabla 5.3-7 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Petit Thouars,
Turno Noche. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - NOCHE								
Año base			Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
2017		0	0	0	0	0	0	0
		69	98	37	5	0	2267	2342
	TOTAL AÑO 0	69	98	37	5	0	2267	2342
Año de proyección			Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	102	146	55	7	0	3380	3491

Tabla 5.3-8 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino, Turno Mañana. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - MAÑANA								
Año base	Altura Av. Ignacio Merino		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
2017		102	0	1766	56	96	42	11
		0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL AÑO 0	102	0	1766	56	96	42	11
Año de proyección	Altura Av. Ignacio Merino		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	152	0	2633	83	143	63	16

Tabla 5.3-9 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino, Turno Tarde. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - TARDE								
Año base	Altura Av. Ignacio Merino		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
2017		99	0	1869	56	87	40	10
		0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL AÑO 0	99	0	1869	56	87	40	10
Año de proyección	Altura Av. Ignacio Merino		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	147	0	2785	83	130	59	15

Tabla 5.3-10 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino, Turno Noche. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - NOCHE								
Año base	Altura Av. Ignacio Merino		Moto taxi		Rural			Camión
2017		77	0	1851	52	88	33	12
		0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL AÑO 0	77	0	1851	52	88	33	12
Año de proyección	Altura Av. Ignacio Merino		Moto taxi	Auto	Rural		Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	115	0	2759	77	131	49	18

Tabla 5.3-11 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar, Turno Mañana. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - MAÑANA								
Año base	Altura Av. Militar		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
2017		0	0	0	0	0	0	0
		92	0	2052	60	0	0	0
	TOTAL AÑO 0	92	0	2052	60	0	0	0
Año de proyección	Altura Av. Militar		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	138	0	3059	89	0	0	0

Tabla 5.3-12 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar, Turno Tarde. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - TARDE								
Año base	Altura Av. Militar	Moto Lineal	Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
2017		0	0	0	0	0	0	0
		88	0	2076	51	0	0	0
	TOTAL AÑO 0	88	0	2076	51	0	0	0
Año de proyección	Altura Av. Militar	Moto Lineal	Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	132	0	3095	76	0	0	0

Tabla 5.3-13 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Militar, Turno Noche. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - NOCHE								
Año base	Altura Av. Militar	Moto Lineal	Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
2017		0	0	0	0	0	0	0
		60	0	2117	49	0	0	0
	TOTAL AÑO 0	60	0	2117	49	0	0	0
Año de proyección	Altura Av. Militar	Moto Lineal	Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	89	0	3155	73	0	0	0

Tabla 5.3-14 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez,
Turno Mañana. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - MAÑANA								
Año base	Altura Av. José Gálvez		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	
2017		79	0	1838	43	57	20	8
		0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL AÑO 0	79	0	1838	43	57	20	8
Año de proyección	Altura Av. José Gálvez		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	118	0	2739	64	85	30	12

Tabla 5.3-15 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez,
Turno Tarde. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - TARDE								
Año base	Altura Av. José Gálvez		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
2017		68	0	1820	44	53	18	8
		0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL AÑO 0	68	0	1820	44	53	18	8
Año de proyección	Altura Av. José Gálvez		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	101	0	2713	66	79	27	12

Tabla 5.3-16 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. José Gálvez,
Turno Noche. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - NOCHE								
Año base	Altura Av. José Gálvez	Moto Lineal	Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
2017		76	0	1828	39	58	21	8
		0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL AÑO 0	76	0	1828	39	58	21	8
Año de proyección	Altura Av. José Gálvez		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	113	0	2725	59	86	31	11

Tabla 5.3-17 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación
Iquitos, Turno Mañana. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - MAÑANA								
Año base	Altura Av. Prolongación Iquitos		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
2017		51	0	688	53	0	0	12
		76	0	1011	61	0	0	12
	TOTAL AÑO 0	127	0	1699	114	0	0	23
Año de proyección	Altura Av. Prolongación Iquitos		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	189	0	2532	170	0	0	35

Tabla 5.3-18 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos, Turno Tarde. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - TARDE								
Año base	Altura Av. Prolongación Iquitos		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
2017		60	0	726	47	0	0	11
		87	0	1016	70	0	0	11
	TOTAL AÑO 0	147	0	1742	117	0	0	23
Año de proyección	Altura Av. Prolongación Iquitos		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	220	0	2597	175	0	0	34

Tabla 5.3-19 Proyección vehicular para 5 años, Av. Juan Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos, Turno Noche. Fuente: Propio

TRÁNSITO FUTURO - NOCHE								
Año base	Altura Av. Prolongación Iquitos		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
		65	0	679	62	0	0	11
		103	0	1201	79	0	0	11
	TOTAL AÑO 0	168	0	1880	141	0	0	22
Año de proyección	Altura Av. Prolongación Iquitos		Moto taxi	Auto	Rural	Micro	Bus	Camión
5								
	TOTAL AÑO 5	250	0	2802	210	0	0	32

6 CAPITULO VI: MODELACIÓN DE ESCENARIOS

6.1 ESCENARIO 1: GESTIÓN DE PARADEROS

Para la simulación de paraderos en las diferentes intersecciones en estudio se ha considerado lo siguiente:

- El paradero debe estar pegado a la derecha para evitar conflictos al momento de que un vehículo desee adelantar al vehículo parado.
- Para poder simular los paraderos en el Synchro se ha aumentado el porcentaje de buses en el carril correspondiente al paradero para simular la existencia de este en cada una de las intersecciones.

En la Fig. 6.1-1, se muestra el carril derecho de una intersección con un porcentaje de buses que se detienen para recoger peatones.

Fig. 6.1-1 Presencia de buses en paraderos. Fuente: Propio

6.2 ESCENARIO 2: RESTRICCIÓN DE GIROS

En busca de optimizar el sistema de tránsito se ha restringido ciertos giros siempre y cuando estos no se interfiera con las rutas de transporte público establecido por la Gerencia de Transporte Urbano (GTU).

Para el presente estudio, se ha restringido los giros a la izquierda en la intersección de la Av. Juan Pardo de Zela con Av. Ignacio Merino y con la Av. José Gálvez. En la Fig. 6.2-1, se observa los giros permitidos en las intersecciones:

Fig. 6.2-1 Giros en situación actual. Fuente: Propio

Fig. 6.2-2 Giros en situación optimizada. Fuente: Propio

6.3 ESCENARIO FINAL

Para el escenario final, se va a considerar la combinación de ambas opciones mencionadas anteriormente en el punto 6.1 y 6.2. Se está considerando la presencia de paraderos de buses, debido a que en la situación actual hay paraderos prohibidos a lo largo del eje de la Av. Juan

Pardo de Zela aun sabiendo que el porcentaje de buses y microbuses es muy alto, y hacen caso omiso a las señales que prohíben la detención de buses para recoger pasajeros.

Además, se propone las restricciones de giros a la izquierda en la intersección de la Av. Juan Pardo de Zela con la Av. Ignacio Merino y con la Av. José Gálvez.

La velocidad propuesta para la optimización de los niveles de servicio y ciclos semafóricos con la finalidad de reducir los tiempos de viaje es de 40 km/h.

Para el efecto de Ola Verde se ha considerado un desfase de 10 s en cada semáforo a lo largo de la Av. Juan Pardo de Zela desde la Av. Prolongación Iquitos hacia la Av. Arequipa y viceversa.

Fig. 6.3-1 Optimización de los niveles de servicio por intersección. Fuente: Propio

Fig. 6.3-2 Demoras optimizadas por intersección. Fuente: Propio

7 CAPITULO VII: SIMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL TRÁNSITO

7.1 SITUACIÓN ACTUAL

De acuerdo con las características geométricas de las 06 intersecciones se realizó un bosquejo para cada intersección en el cual indique las señales verticales y horizontales presentes actualmente.

Fig. 7.1-1 Señalización existente: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Fig. 7.1-2 Señalización existente: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Fig. 7.1-3 Señalización existente: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Fig. 7.1-4 Señalización existente: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio

Fig. 7.1-5 Señalización existente: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Fig. 7.1-6 Señalización existente: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio

En la Fig. 7.1-7, 7.1-8 y 7.1-9 se muestra los niveles de servicio para cada una de las intersecciones en estudios, las cuales resultan en promedio “E”.

Fig. 7.1-7 Niveles de servicio – Turno mañana. Fuente: Propio

Fig. 7.1-8 Niveles de servicio – Turno tarde. Fuente: Propio

Fig. 7.1-9 Niveles de servicio – Turno noche. Fuente: Propio

7.2 PROPUESTA DE MEJORA

Según los escenarios propuestos en el capítulo 6, se determinó que para la propuesta de mejora se implementará el efecto de Ola Verde a lo largo de la Av. Juan Pardo de Zela y complementariamente se restringirá los giros a la izquierda, así mismo se permitirá la presencia de paraderos para buses ya que hay mucha presencia de buses y microbuses a lo largo de la vía en estudio, la presencia de paraderos permitidos serán las intersecciones con las avenidas Arequipa, Militar y Prolongación Iquitos.

En las siguientes figuras, se podrá visualizar la presencia de señales verticales (paraderos prohibido, paradero, no girar a la izquierda, presencia de ciclovía, prohibido estacionar) y horizontales (demarcación de cruce peatonal, demarcación de línea de pare) no bloquear intersecciones por cada intersección. Así mismo, también se mostrará las rutas alternas que pueden tomar los carros debido a la restricción de giros a la izquierda.

7.2.1 Señalización Propuesta

Fig. 7.2-1 Señalización propuesta: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Fig. 7.2-2 Señalización propuesta: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Fig. 7.2-3 Señalización propuesta: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Fig. 7.2-4 Señalización propuesta: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio

Fig. 7.2-5 Señalización propuesta: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Fig. 7.2-6 Señalización propuesta: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio

7.2.2 Rutas Alternas

A continuación, se mostrará las 3 rutas alternas que pueden tomar los vehículos que tengan la necesidad de girar a la izquierda:

Fig. 7.2-7 Ruta Alterna 1. Fuente: Propio

Fig. 7.2-8 Ruta Alterna 2. Fuente: Propio

Fig. 7.2-9 Ruta Alterna 3. Fuente: Propio

Es necesario evaluar el impacto que tienen estas rutas alternas. Es por ello por lo que se ha realizado una inspección visual del nivel de tráfico de las rutas alternas, esto basado en el concepto de nivel de servicio descrito en el HCM 2010. Teniendo como resultado lo siguiente:

Ruta alterna 1:

Ruta: Av. Ignacio Merino – Av. José Bernardo Alcedo – Av. Prolongación Iquitos – Av. Juan Pardo de Zela.

Nivel de Servicio: C

Ruta alterna 2:

Ruta: Av. José Gálvez – Av. Bartolomé Herrera – Av. Prolongación Iquitos – Av. Juan Pardo de Zela

Nivel de Servicio: B

Ruta alterna 3:

Ruta: Av. José Gálvez – Av. Bartolomé Herrera – Av. Prolongación Iquitos – Av. Juan Pardo de Zela

Asimismo, se ha realizado encuestas para validar la viabilidad de esta propuesta las cuales nos dan a conocer dos cosas importantes. Primero, que los conductores están de acuerdo con las alternas propuestas lo que valida dicha propuesta. Segundo, en qué porcentaje los vehículos son desviados por estas rutas alternas lo que nos permite realizar un cálculo más confiable al momento de realizar la modelación en el software.

FORMATO DE FICHA QUE SE LE ENTREGA AL CONDUCTOR O PASAJERO:

"Acontinuación, indique que tan dispuesto está en tomar las rutas alternas propuestas."

Dichas encuestas dieron como resultado los siguientes datos:

<u>Ruta Alternativa 1</u>			
Recorrido:			
Nivel de Servicio Estimado:			
Total de vehículos:			
<u># Encuestados</u>	<u>Aprobaron</u>	<u>% aprobación</u>	<u># de vehículos</u>
200	166	83%	60

141

<u>Ruta Alternativa 2</u>			
Recorrido:			
Nivel de Servicio Estimado: "B"			
Total de vehículos: 51			
# Encuestados	Aprobaron	% aprobación	# de vehículos
200	166	83%	42

Fig. 7.2-12 Resultado de la encuesta – Ruta 2. Fuente: Propio

<u>Ruta Alternativa 3</u>			
Recorrido:			
Nivel de Servicio Estimado: "C"			
Total de vehículos: 35			
# Encuestados	Aprobaron	% aprobación	# de vehículos
200	166	83%	29

Fig. 7.2-13 Resultado de la encuesta – Ruta 3. Fuente: Propio

Se concluye entonces que las rutas alternas propuestas serán aprovechadas por los conductores que circulen por ellas.

En la Fig. 7.2-14, se muestra los niveles de servicio para cada una de las intersecciones en estudios, las cuales resultan en promedio "C", lo que indica una disminución del tiempo de viaje como se muestra en la Fig. 7.2-15.

Fig. 7.2-14 Niveles de servicio. Fuente: Synchro 9.0

Fig. 7.2-15 Tiempo de demora. Fuente: Synchro 9.0

7.2.3 Comparación de los niveles de servicio del HCM con ICU

El Synchro 9.0 cuenta con su propia metodología para estimar la capacidad de intersección. Se realizó una comparación entre los niveles de servicio obtenidos a través de los cálculos de la metodología del HCM con el método de utilización de la capacidad de intersección (UCI).

Tabla 7.2-1 Niveles de Servicio ICU. Fuente: Synchro 9.0

Antiguo ICU	Nuevo ICU	Nivel de servicio	Descripción
0 a 60%	0 a 55%	A	La intersección no tiene congestión
> 60% a 70%	> 55% a 64%	B	La intersección tiene muy poca congestión
> 70% a 80%	> 64% a 73%	C	La intersección no tiene congestión importante
> 80% a 90%	> 73% a 82%	D	La intersección normalmente no tiene congestión
> 90% a 100%	> 92% a 91%	E	La intersección está justo al borde de condiciones congestionadas
> 100% a 110%	> 91% a 100%	F	La intersección está por encima de su capacidad y es probable que experimente períodos de congestión de 15 a 60 minutos por día
> 110% a 120%	> 100% a 109%	G	La intersección es de 10% a 20% por encima de la capacidad y es probable que experimente períodos de congestión de 60 a 120 minutos por día
> 120%	> 109%	H	La intersección tiene un 20% de capacidad y podría experimentar períodos de congestión de más de 120 minutos por día

Fig. 7.2-16 Valor de ICU en las intersecciones de la Av. Juan Pardo de Zela con la Av. Arequipa y Av. Petit Thouars. Fuente: Synchro 9.0

Fig. 7.2-17 Valor de ICU en las intersecciones de la Av. Juan Pardo de Zela con la Av. Ignacio Merino y Av. Militar. Fuente: Synchro 9.0

Fig. 7.2-18 Valor de ICU en las intersecciones de la Av. Juan Pardo de Zela con la Av. José Gálvez y Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Synchro 9.0

Tabla 7.2-2 Comparación de los niveles de servicio del HCM con el ICU. Fuente: Propio

	Av. Arequipa	Av. Petit Thouars	Av. Ignacio Merino	Av. Militar	Av. José Galvez	Av. Prolong . Iquitos
HCM 2010	C	B	B	C	C	C
ICU	D	A	C	C	B	E

Para el HCM el nivel de servicio de la intersección de la Av. Juan Pardo de Zela con la Av. Prolongación Iquitos es “C” el cual indica que una progresión vehicular favorable, el ciclo semafórico es óptimo, la cantidad de vehículos que se detienen es significativo y que la mayoría de los vehículos cruza la intersección sin detenerse. En cambio, para ICU el nivel de servicio “E” indica que la intersección está justo al borde de condiciones congestionadas.

Según el cuadro comparativo, la intersección más resaltante es el de la Av. Prolongación Iquitos, este se debe a que los niveles de servicio del HCM se basan en demoras mientras que los niveles de servicio ICU informan la cantidad de capacidad de reserva o el déficit de capacidad en la intersección.

8 CAPITULO VIII: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

8.1 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Se observa que las intersecciones más críticas en estudio presentan un nivel de servicio “E” en las horas pico o punta tanto para mañana, tarde y noche de estudio. Se aprecia que con estos niveles de servicio se genera congestión vehicular a lo largo del eje de la Av. Juan Pardo de Zela. Es por tal motivo, que se proponen medidas como la implementación del efecto de ‘Ola Verde’, la restricción de giros y la implementación de paraderos de transporte público en las avenidas Arequipa, Militar e Iquitos.

En primer lugar, la optimización del ciclo semafórico nos da como resultado un menor tiempo de demoras por acceso y, por ende, por intersección. Se obtiene como demora promedio por intersección un valor de 20.57 segundos lo que según el HCM 2010 significa un nivel de servicio C.

Fig. 8.1-1 Demoras por acceso e intersección. Fuente: Propio

Esto quiere decir que el viaje será mucho más rápido al recorrer la avenida en estudio. Siendo específicos, pasará de demorar 21.2 min a 90 segundos que significa un ahorro de 19.7 min de tiempo. Considerando que se hace otro trayecto en sentido contrario (del puesto de trabajo hacia la casa) cada una de estas personas ahorra diariamente 39.4 min. En términos de vida, a lo largo de un año cada persona ahorraría aproximadamente 10 días cada año de mantenerse el fenómeno.

En segundo lugar, la restricción de algunos giros a la izquierda antes mencionados contribuye a descongestionar las intersecciones más críticas (Av. Miliar, Av. José Gálvez) lo que nos permite obtener un mejor nivel de servicio en ellas y a lo largo de las demás intersecciones en estudio.

Fig. 8.1-2 Situación Actual. Fuente: Propio

Fig. 8.1-3 Situación Optimizada. Fuente: Propio

Como uno de los principales resultados de esta investigación se tiene que el consumo de gasolina ha disminuido en un 25% lo que se traduce en un ahorro de S/. 36.00 por cada vehículo al cabo de un año (si el viaje se hace de retorno, del trabajo hacia la casa).

Mediante el uso del programa Synchro 9.0 se han caracterizado las intersecciones, encontrándose que no ha sido posible modelarlo debido a que el programa presenta limitaciones. El software no contempla la implementación ni el efecto de los paraderos de transporte público, los cambios de velocidades por tipo de vehículo ni la real distribución de las colas. Se invita a que alguna empresa pudiera elaborar un sistema que incluya estas características particulares del tránsito peruano.

Se recomienda que dentro de los elementos de la realidad peruana se tome en consideración un factor de corrección por diferencia de velocidades por tipo de vehículo, esto responde a que todos los vehículos no van a la misma velocidad por la vía, lo cual contribuiría a un modelo más cercano a la realidad.

Se recomienda una autoridad técnica unificada para Lima y Callao en materia de transporte cuyas funciones y en ámbito no están bien definidos y muchas veces se superponen.

9 CAPITULO IX: CONCLUSIONES

- Al considerar paraderos en las intersecciones descritas anteriormente para cada sentido (norte, sur, este y oeste) y el empleo de artificios nos permite, además de una modelación más cercana a la realidad, nos permite reducir el uso del consumo del combustible en un 25% lo que se traduce en un mejor trato hacia el medio ambiente.
- Al optimizar los ciclos semafóricos (119 s a 80 s) a través del empleo del efecto de ola verde con desfases de 10 s entre cada intersección semaforizada, se logra una mejora en el nivel de servicio de “E” a “C” en las intersecciones más críticas.
- Al restringir los giros señalados con anterioridad, los cuales son los principales causantes de conflicto en las intersecciones en estudio, se logra obtener un menor tiempo de demoras por acceso (47.8% menos y de aproximadamente 20.57 s por acceso) y, por ende, por intersección, lo cual nos da como resultado un menor tiempo de viaje al pasar por la Av. Juan Pardo de Zela (de 21.2 min a 1.5 min).
- Con las medidas adoptadas se lograron reducir las demoras, los tiempos de viaje, optimizar el ciclo semafórico, mejorar la calidad de viaje del usuario y reducir la contaminación al medio ambiente.

10 CAPITULO X: RECOMENDACIONES

- Los resultados obtenidos en la presente investigación dan señales para suponer que no necesariamente las metodologías del Synchro 9.0 y del HCM 2010 podrían ser aplicadas para el análisis de intersecciones semaforizadas de manera directa en el ámbito local, y en particular, dentro de la ciudad de Lima.
- Se recomienda que dentro de los elementos de la realidad peruana se tome en consideración un factor de corrección por diferencia de velocidades por tipo de vehículo, esto responde a que todos los vehículos no van a la misma velocidad por la vía, lo cual permite un modelo más cercano a la realidad.
- Se recomienda una autoridad técnica unificada para Lima y Callao en materia de transporte cuyas funciones y en ámbito no están bien definidos y muchas veces se superponen.
- En general, los resultados obtenidos con el HCM no serían lo suficientemente propios de la realidad local. Sólo a través del uso del programa Synchro 9.0 y, empleando tasas de flujo de saturación medidas directamente en campo, podrían brindar resultados de colas y demoras mucho más cercanos a los reales. Aun así, sería necesario ingresar algunos factores de reducción que Synchro 9.0 no considera como es el caso del efecto de los paraderos de transporte público.
- La principal deficiencia de la metodología utilizada se relaciona con la estimación de las tasas de flujo de saturación, las mismas que no satisfacen el existente comportamiento de las condiciones del tráfico local. Por lo tanto, antes de aplicar la ecuación para hallar el flujo de saturación del HCM 2010, será necesario evaluar todos los procedimientos y ecuaciones de estimación de los factores de ajuste para incorporar los efectos e interacciones del tránsito local; por el contrario, no se recomendaría el uso del HCM 2010 ni del Synchro 9.0 para tasar el flujo de saturación.

11 CAPITULO XI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Botero, T. (2008). Revisión y rediseño de la planeación semafórica de las intersecciones viales de la ciudad de Manizales, a partir de información existente (Tesis de título inédita). Universidad Nacional de Colombia, Colombia, Manizales.

Bull, A. (2003). Congestión de tránsito, El problema y cómo enfrentarlo. Recuperado de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27813/S0301049_es.pdf

Cal y Mayor, R., Cárdenas, J. (2007). Ingeniería de tránsito – Fundamentos y Aplicaciones. México: Ediciones Alfaomega S.A.

Gonzáles, A. (2008). Ingeniería de tránsito. Madrid: Servicepoint S.A.

Hagen, Lawrence T. and Courage, Kenneth. (1992). “Comparison of Macroscopic Models for Signalized Intersection Analysis.” Transportation Research Record. 1225: 33-44.

Hurdle, V. F. (1982). “Signalized Intersections: A Primer for the Uninitiated.” Transportation Research Record 971:96-105.

Lima como vamos. (2015). Evaluando la Gestión en Lima. Recuperado de <http://www.limacomovamos.org/cm/wpcontent/uploads/2016/11/InformeGestion2015.pdf>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) (2016). Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. Recuperado de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3730.pdf

Mesa, M. (2014). Bifurcaciones en un sistema de tráfico vehicular (Tesis de título inédita). Universidad Nacional de Colombia, Colombia, Manizales.

Ñañez, P., Quijano, N., Robles, D. (2009). Control y simulación de tráfico urbano en Colombia

Reyna, P. (2015). Propuesta de mejora de niveles de servicio en dos intersecciones (Tesis de título inédita). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas UPC, Perú, Lima.

Sotil, A., Chalco K. (septiembre, 2013). Impacto vial del túnel Santa Rosa en la Avenida Próceres de la Independencia, SJL, Lima. Revista infraestructura vial, volumen (16), 25-35.

Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías (SUTRAN) (2009). Reglamento Nacional de Tránsito. Recuperado de http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/D_-NRO_016-2009-MTC_AL_05.05.14.pdf

Synchro Studio 8 (2011), Synchro plus SimTraffic ad 3D Viewer. United State of America: Trafficware, LLC

Synchro Studio 9 (2014), Traffic Signal Optimization and Simulation Modeling Software User Guide. United State of America: Trafficware, LLC

Transportation Research Board (2010). Capítulo 18: Signalized Intersections, Highway Capacity Manual (HCM) volumen 3 (pp. 1-107).

Transportation Research Board (2010). Capítulo 31: Signalized Intersections: Supplemental, Highway Capacity Manual (HCM) volumen 4 (pp. 42-47).

Valdés, A. (2008). Ingeniería de tráfico. Madrid: Bellisco Ediciones.

Webster, F.V. (1958). Traffic Signal Settings. Road Research Technical Paper No. 39. London: Great Britain Road Research Laboratory.

Webster, F.V. and Cobbe, B. M. (1966). Traffic Signals. Road Research Technical Paper No. 56. HMSO London UK.

12 CAPITULO XII: ANEXOS

12.1 ANEXO 1: FLUJOGRAMA DE PERIODO CRÍTICO

Martes 15 de agosto de 2017

Fig. 12.1-1 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Fig. 12.1-2 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Fig. 12.1-3 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Fig. 12.1-4 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Fig. 12.1-5 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Fig. 12.1-6 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Fig. 12.1-7 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Fig. 12.1-8 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Fig. 12.1-9 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Fig. 12.1-10 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio

Fig. 12.1-11 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio

Fig. 12.1-12 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio

Fig. 12.1-13 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Fig. 12.1-14 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Fig. 12.1-15 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Fig. 12.1-16 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio

Fig. 12.1-17 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio

Fig. 12.1-18 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio

Jueves 17 de agosto de 2017

Fig. 12.1-19 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Fig. 12.1-20 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Fig. 12.1-21 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Fig. 12.1-22 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Fig. 12.1-23 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Fig. 12.1-24 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Fig. 12.1-25 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Fig. 12.1-26 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Fig. 12.1-27 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Fig. 12.1-28 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio

Fig. 12.1-31 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Fig. 12.1-32 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Fig. 12.1-33 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Fig. 12.1-34 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio

Fig. 12.1-35 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio

Fig. 12.1-36 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio

Sábado 19 de agosto de 2017

Fig. 12.1-37 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Fig. 12.1-38 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Fig. 12.1-39 grama de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Arequipa. Fuente: Propio

Fig. 12.1-40 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Fig. 12.1-41 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Fig. 12.1-42 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Petit Thouars. Fuente: Propio

Fig. 12.1-43 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Fig. 12.1-44 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Fig. 12.1-45 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Ignacio Merino. Fuente: Propio

Fig. 12.1-46 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio

Fig. 12.1-47 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio

Fig. 12.1-48 Flujograma de hora punta – Turno Noche- Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Militar. Fuente: Propio

Fig. 12.1-49 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Fig. 12.1-50 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Fig. 12.1-51 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. José Gálvez. Fuente: Propio

Fig. 12.1-52 Flujograma de hora punta – Turno Mañana - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio

Fig. 12.1-53 Flujograma de hora punta – Turno Tarde - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio

Fig. 12.1-54 Flujograma de hora punta – Turno Noche - Intersección: Av. Pardo de Zela – Av. Prolongación Iquitos. Fuente: Propio

12.2 ANEXO 2: CÁLCULO DE VELOCIDADES

Tabla 12.2-1 Privado. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Mañana. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	7:01:15	7:06:25	00:05:10	310	813	9.44
2	7:01:30	7:09:00	00:07:30	450	813	6.50
3	7:01:50	7:08:10	00:06:20	380	813	7.70
4	7:03:30	7:09:40	00:06:10	370	813	7.91
5	7:05:10	7:12:40	00:07:30	450	813	6.50
6	7:06:50	7:12:20	00:05:30	330	813	8.87
7	7:08:30	7:15:40	00:07:10	430	813	6.81
8	7:10:10	7:17:30	00:07:20	440	813	6.65
9	7:11:50	7:18:20	00:06:30	390	813	7.50
10	7:13:30	7:21:20	00:07:50	470	813	6.23
11	7:15:10	7:20:50	00:05:40	340	813	8.61
12	7:16:50	7:23:30	00:06:40	400	813	7.32
13	7:18:30	7:23:40	00:05:10	310	813	9.44
14	7:20:10	7:27:40	00:07:30	450	813	6.50
15	7:21:50	7:28:10	00:06:20	380	813	7.70
16	7:23:30	7:29:40	00:06:10	370	813	7.91
17	7:25:10	7:32:40	00:07:30	450	813	6.50
18	7:26:50	7:32:20	00:05:30	330	813	8.87
19	7:28:30	7:35:40	00:07:10	430	813	6.81
20	7:30:10	7:37:30	00:07:20	440	813	6.65
21	7:31:50	7:38:20	00:06:30	390	813	7.50
22	7:33:30	7:41:20	00:07:50	470	813	6.23
23	7:35:10	7:40:50	00:05:40	340	813	8.61
24	7:36:50	7:43:30	00:06:40	400	813	7.32
25	7:38:30	7:43:40	00:05:10	310	813	9.44
26	7:40:10	7:47:40	00:07:30	450	813	6.50
27	7:41:50	7:48:10	00:06:20	380	813	7.70
28	7:43:30	7:49:40	00:06:10	370	813	7.91
29	7:45:10	7:52:40	00:07:30	450	813	6.50
30	7:46:50	7:52:20	00:05:30	330	813	8.87
31	7:48:30	7:55:40	00:07:10	430	813	6.81
32	7:50:10	7:57:30	00:07:20	440	813	6.65
33	7:51:50	7:58:20	00:06:30	390	813	7.50
34	7:53:30	8:01:20	00:07:50	470	813	6.23
35	7:55:10	8:00:50	00:05:40	340	813	8.61
36	7:56:50	8:03:30	00:06:40	400	813	7.32
37	7:58:30	8:03:40	00:05:10	310	813	9.44
38	8:00:10	8:07:40	00:07:30	450	813	6.50
39	8:01:50	8:08:10	00:06:20	380	813	7.70
40	8:03:30	8:09:40	00:06:10	370	813	7.91
41	8:05:10	8:12:40	00:07:30	450	813	6.50
42	8:06:50	8:12:20	00:05:30	330	813	8.87
43	8:08:30	8:15:40	00:07:10	430	813	6.81
44	8:10:10	8:17:30	00:07:20	440	813	6.65
45	8:11:50	8:18:20	00:06:30	390	813	7.50
46	8:13:30	8:21:20	00:07:50	470	813	6.23
47	8:15:10	8:20:50	00:05:40	340	813	8.61
48	8:16:50	8:23:30	00:06:40	400	813	7.32
49	8:18:30	8:23:40	00:05:10	310	813	9.44
50	8:20:10	8:27:40	00:07:30	450	813	6.50
51	8:21:50	8:28:10	00:06:20	380	813	7.70
52	8:23:30	8:29:40	00:06:10	370	813	7.91
53	8:25:10	8:32:40	00:07:30	450	813	6.50
54	8:26:50	8:32:20	00:05:30	330	813	8.87
55	8:28:30	8:35:40	00:07:10	430	813	6.81
56	8:30:10	8:37:30	00:07:20	440	813	6.65
57	8:31:50	8:38:20	00:06:30	390	813	7.50
58	8:33:30	8:41:20	00:07:50	470	813	6.23
59	8:35:10	8:40:50	00:05:40	340	813	8.61
60	8:36:50	8:43:30	00:06:40	400	813	7.32
61	8:38:30	8:43:40	00:05:10	310	813	9.44
62	8:40:10	8:47:40	00:07:30	450	813	6.50
63	8:41:50	8:48:10	00:06:20	380	813	7.70
64	8:43:30	8:49:40	00:06:10	370	813	7.91
65	8:45:10	8:52:40	00:07:30	450	813	6.50
66	8:46:50	8:52:20	00:05:30	330	813	8.87
67	8:48:30	8:55:40	00:07:10	430	813	6.81
68	8:50:10	8:57:30	00:07:20	440	813	6.65
Promedio de Velocidad						7.51

Tabla 12.2-2 Privado. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Tarde. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	17:30:40	17:36:50	00:06:10	370	813	7.91
2	17:32:10	17:39:40	00:07:30	450	813	6.50
3	17:33:40	17:39:10	00:05:30	330	813	8.87
4	17:35:10	17:42:20	00:07:10	430	813	6.81
5	17:36:40	17:44:00	00:07:20	440	813	6.65
6	17:38:10	17:44:40	00:06:30	390	813	7.50
7	17:39:40	17:47:10	00:07:30	450	813	6.50
8	17:41:10	17:46:40	00:05:30	330	813	8.87
9	17:42:40	17:49:10	00:06:30	390	813	7.50
10	17:44:10	17:52:00	00:07:50	470	813	6.23
11	17:45:40	17:51:20	00:05:40	340	813	8.61
12	17:47:10	17:53:20	00:06:10	370	813	7.91
13	17:48:40	17:56:10	00:07:30	450	813	6.50
14	17:50:10	17:55:40	00:05:30	330	813	8.87
15	17:51:40	17:58:50	00:07:10	430	813	6.81
16	17:53:10	18:00:30	00:07:20	440	813	6.65
17	17:54:40	18:01:10	00:06:30	390	813	7.50
18	17:56:10	18:02:20	00:06:10	370	813	7.91
19	17:57:40	18:05:10	00:07:30	450	813	6.50
20	17:59:10	18:04:40	00:05:30	330	813	8.87
21	18:00:40	18:07:10	00:06:30	390	813	7.50
22	18:02:10	18:10:00	00:07:50	470	813	6.23
23	18:03:40	18:09:20	00:05:40	340	813	8.61
24	18:05:10	18:11:50	00:06:40	400	813	7.32
25	18:06:40	18:11:50	00:05:10	310	813	9.44
26	18:08:10	18:15:40	00:07:30	450	813	6.50
27	18:09:40	18:16:00	00:06:20	380	813	7.70
28	18:11:10	18:17:20	00:06:10	370	813	7.91
29	18:12:40	18:20:10	00:07:30	450	813	6.50
30	18:14:10	18:19:40	00:05:30	330	813	8.87
31	18:15:40	18:22:50	00:07:10	430	813	6.81
32	18:17:10	18:24:30	00:07:20	440	813	6.65
33	18:18:40	18:25:10	00:06:30	390	813	7.50
34	18:20:10	18:28:00	00:07:50	470	813	6.23
35	18:21:40	18:27:20	00:05:40	340	813	8.61
36	18:23:10	18:29:50	00:06:40	400	813	7.32
37	18:24:40	18:29:50	00:05:10	310	813	9.44
38	18:26:10	18:33:40	00:07:30	450	813	6.50
39	18:27:40	18:34:00	00:06:20	380	813	7.70
40	18:29:10	18:35:20	00:06:10	370	813	7.91
41	18:30:40	18:38:10	00:07:30	450	813	6.50
42	18:32:10	18:37:40	00:05:30	330	813	8.87
43	18:33:40	18:40:50	00:07:10	430	813	6.81
44	18:35:10	18:42:30	00:07:20	440	813	6.65
45	18:36:40	18:43:10	00:06:30	390	813	7.50
46	18:38:10	18:46:00	00:07:50	470	813	6.23
47	18:39:40	18:45:20	00:05:40	340	813	8.61
48	18:41:10	18:47:50	00:06:40	400	813	7.32
49	18:42:40	18:47:50	00:05:10	310	813	9.44
50	18:44:10	18:51:40	00:07:30	450	813	6.50
51	18:45:40	18:52:00	00:06:20	380	813	7.70
52	18:47:10	18:53:20	00:06:10	370	813	7.91
53	18:48:40	18:56:10	00:07:30	450	813	6.50
54	18:50:10	18:55:40	00:05:30	330	813	8.87
55	18:51:40	18:58:50	00:07:10	430	813	6.81
56	18:53:10	19:00:30	00:07:20	440	813	6.65
57	18:54:40	19:01:10	00:06:30	390	813	7.50
58	18:56:10	19:04:00	00:07:50	470	813	6.23
59	18:57:40	19:03:20	00:05:40	340	813	8.61
60	18:59:10	19:05:50	00:06:40	400	813	7.32
61	19:00:40	19:05:50	00:05:10	310	813	9.44
62	19:02:10	19:09:40	00:07:30	450	813	6.50
63	19:03:40	19:10:00	00:06:20	380	813	7.70
64	19:05:10	19:11:20	00:06:10	370	813	7.91
65	19:06:40	19:14:10	00:07:30	450	813	6.50
66	19:08:10	19:13:40	00:05:30	330	813	8.87
67	19:09:40	19:16:50	00:07:10	430	813	6.81
68	19:11:10	19:18:30	00:07:20	440	813	6.65
Promedio de Velocidad						7.50

Tabla 12.2-3 Privado. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Noche. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	19:15:20	19:22:50	00:07:30	450	813	6.50
2	19:16:50	19:22:20	00:05:30	330	813	8.87
3	19:18:20	19:25:30	00:07:10	430	813	6.81
4	19:19:50	19:27:10	00:07:20	440	813	6.65
5	19:21:20	19:27:50	00:06:30	390	813	7.50
6	19:22:50	19:30:40	00:07:50	470	813	6.23
7	19:24:20	19:30:00	00:05:40	340	813	8.61
8	19:25:50	19:33:10	00:07:20	440	813	6.65
9	19:27:20	19:33:50	00:06:30	390	813	7.50
10	19:28:50	19:36:40	00:07:50	470	813	6.23
11	19:30:20	19:36:00	00:05:40	340	813	8.61
12	19:31:50	19:38:30	00:06:40	400	813	7.32
13	19:33:20	19:38:30	00:05:10	310	813	9.44
14	19:34:50	19:42:20	00:07:30	450	813	6.50
15	19:36:20	19:42:40	00:06:20	380	813	7.70
16	19:37:50	19:44:00	00:06:10	370	813	7.91
17	19:39:20	19:46:50	00:07:30	450	813	6.50
18	19:40:50	19:46:20	00:05:30	330	813	8.87
19	19:42:20	19:49:30	00:07:10	430	813	6.81
20	19:43:50	19:51:10	00:07:20	440	813	6.65
21	19:45:20	19:51:50	00:06:30	390	813	7.50
22	19:46:50	19:54:40	00:07:50	470	813	6.23
23	19:48:20	19:54:00	00:05:40	340	813	8.61
24	19:49:50	19:56:30	00:06:40	400	813	7.32
25	19:51:20	19:56:30	00:05:10	310	813	9.44
26	19:52:50	20:00:20	00:07:30	450	813	6.50
27	19:54:20	20:00:40	00:06:20	380	813	7.70
28	19:55:50	20:02:00	00:06:10	370	813	7.91
29	19:57:20	20:04:50	00:07:30	450	813	6.50
30	19:58:50	20:04:20	00:05:30	330	813	8.87
31	20:00:20	20:07:30	00:07:10	430	813	6.81
32	20:01:50	20:09:10	00:07:20	440	813	6.65
33	20:03:20	20:09:50	00:06:30	390	813	7.50
34	20:04:50	20:12:40	00:07:50	470	813	6.23
35	20:06:20	20:12:00	00:05:40	340	813	8.61
36	20:07:50	20:14:30	00:06:40	400	813	7.32
37	20:09:20	20:14:30	00:05:10	310	813	9.44
38	20:10:50	20:18:20	00:07:30	450	813	6.50
39	20:12:20	20:18:40	00:06:20	380	813	7.70
40	20:13:50	20:20:00	00:06:10	370	813	7.91
41	20:15:20	20:22:50	00:07:30	450	813	6.50
42	20:16:50	20:22:20	00:05:30	330	813	8.87
43	20:18:20	20:25:30	00:07:10	430	813	6.81
44	20:19:50	20:27:10	00:07:20	440	813	6.65
45	20:21:20	20:27:50	00:06:30	390	813	7.50
46	20:22:50	20:30:20	00:07:30	450	813	6.50
47	20:24:20	20:29:50	00:05:30	330	813	8.87
48	20:25:50	20:33:00	00:07:10	430	813	6.81
49	20:27:20	20:34:40	00:07:20	440	813	6.65
50	20:28:50	20:35:20	00:06:30	390	813	7.50
51	20:30:20	20:38:10	00:07:50	470	813	6.23
52	20:31:50	20:37:30	00:05:40	340	813	8.61
53	20:33:20	20:40:50	00:07:30	450	813	6.50
54	20:34:50	20:40:20	00:05:30	330	813	8.87
55	20:36:20	20:43:30	00:07:10	430	813	6.81
56	20:37:50	20:45:10	00:07:20	440	813	6.65
57	20:39:20	20:46:50	00:07:30	450	813	6.50
58	20:40:50	20:46:20	00:05:30	330	813	8.87
59	20:42:20	20:49:30	00:07:10	430	813	6.81
60	20:43:50	20:51:10	00:07:20	440	813	6.65
61	20:45:20	20:51:50	00:06:30	390	813	7.50
62	20:46:50	20:54:40	00:07:50	470	813	6.23
63	20:48:20	20:54:00	00:05:40	340	813	8.61
64	20:49:50	20:56:00	00:06:10	370	813	7.91
65	20:51:20	20:58:50	00:07:30	450	813	6.50
66	20:52:50	20:58:20	00:05:30	330	813	8.87
67	20:54:20	21:01:30	00:07:10	430	813	6.81
68	20:55:50	21:03:10	00:07:20	440	813	6.65
Promedio de Velocidad						7.40

Tabla 12.2-4 Bus. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Mañana. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	7:43:30	7:52:10	00:08:40	520	813	5.63
2	7:45:10	7:51:50	00:06:40	400	813	7.32
3	7:46:50	7:55:10	00:08:20	500	813	5.85
4	7:48:30	7:57:00	00:08:30	510	813	5.74
5	7:50:10	8:00:00	00:09:50	590	813	4.96
6	7:51:50	7:59:20	00:07:30	450	813	6.50
7	7:53:30	8:01:00	00:07:30	450	813	6.50
8	7:55:10	8:03:50	00:08:40	520	813	5.63
9	7:56:50	8:03:30	00:06:40	400	813	7.32
10	7:58:30	8:06:50	00:08:20	500	813	5.85
11	8:00:10	8:08:40	00:08:30	510	813	5.74
12	8:01:50	8:11:40	00:09:50	590	813	4.96
13	8:03:30	8:10:20	00:06:50	410	813	7.14
14	8:05:10	8:13:00	00:07:50	470	813	6.23
15	8:06:50	8:14:40	00:07:50	470	813	6.23
16	8:08:30	8:14:50	00:06:20	380	813	7.70
17	8:10:10	8:20:00	00:09:50	590	813	4.96
18	8:11:50	8:18:40	00:06:50	410	813	7.14
19	8:13:30	8:21:20	00:07:50	470	813	6.23
20	8:15:10	8:21:30	00:06:20	380	813	7.70
21	8:16:50	8:25:30	00:08:40	520	813	5.63
22	8:18:30	8:26:00	00:07:30	450	813	6.50
23	8:20:10	8:27:40	00:07:30	450	813	6.50
24	8:21:50	8:31:40	00:09:50	590	813	4.96
25	8:23:30	8:30:20	00:06:50	410	813	7.14
26	8:25:10	8:33:00	00:07:50	470	813	6.23
27	8:26:50	8:35:20	00:08:30	510	813	5.74
28	8:28:30	8:36:10	00:07:40	460	813	6.36
29	8:30:10	8:39:00	00:08:50	530	813	5.52
30	8:31:50	8:38:40	00:06:50	410	813	7.14
31	8:33:30	8:41:20	00:07:50	470	813	6.23
32	8:35:10	8:41:30	00:06:20	380	813	7.70
33	8:36:50	8:46:40	00:09:50	590	813	4.96
34	8:38:30	8:45:20	00:06:50	410	813	7.14
35	8:40:10	8:48:00	00:07:50	470	813	6.23
36	8:41:50	8:48:10	00:06:20	380	813	7.70
37	8:43:30	8:52:10	00:08:40	520	813	5.63
38	8:45:10	8:52:40	00:07:30	450	813	6.50
39	8:46:50	8:53:40	00:06:50	410	813	7.14
40	8:48:30	8:56:20	00:07:50	470	813	6.23
41	8:50:10	8:56:30	00:06:20	380	813	7.70
Promedio de Velocidad						6.35

Tabla 12.2-5 Bus. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Tarde. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	18:11:10	18:21:00	00:09:50	590	813	4.96
2	18:12:40	18:19:30	00:06:50	410	813	7.14
3	18:14:10	18:22:00	00:07:50	470	813	6.23
4	18:15:40	18:22:00	00:06:20	380	813	7.70
5	18:17:10	18:25:50	00:08:40	520	813	5.63
6	18:18:40	18:26:10	00:07:30	450	813	6.50
7	18:20:10	18:27:40	00:07:30	450	813	6.50
8	18:21:40	18:30:20	00:08:40	520	813	5.63
9	18:23:10	18:29:50	00:06:40	400	813	7.32
10	18:24:40	18:33:00	00:08:20	500	813	5.85
11	18:26:10	18:34:40	00:08:30	510	813	5.74
12	18:27:40	18:35:20	00:07:40	460	813	6.36
13	18:29:10	18:38:00	00:08:50	530	813	5.52
14	18:30:40	18:37:30	00:06:50	410	813	7.14
15	18:32:10	18:40:00	00:07:50	470	813	6.23
16	18:33:40	18:40:00	00:06:20	380	813	7.70
17	18:35:10	18:45:00	00:09:50	590	813	4.96
18	18:36:40	18:43:30	00:06:50	410	813	7.14
19	18:38:10	18:46:00	00:07:50	470	813	6.23
20	18:39:40	18:46:00	00:06:20	380	813	7.70
21	18:41:10	18:49:50	00:08:40	520	813	5.63
22	18:42:40	18:50:10	00:07:30	450	813	6.50
23	18:44:10	18:51:40	00:07:30	450	813	6.50
24	18:45:40	18:54:20	00:08:40	520	813	5.63
25	18:47:10	18:53:50	00:06:40	400	813	7.32
26	18:48:40	18:57:00	00:08:20	500	813	5.85
27	18:50:10	18:58:40	00:08:30	510	813	5.74
28	18:51:40	18:59:20	00:07:40	460	813	6.36
29	18:53:10	19:02:00	00:08:50	530	813	5.52
30	18:54:40	19:01:30	00:06:50	410	813	7.14
31	18:56:10	19:04:00	00:07:50	470	813	6.23
32	18:57:40	19:04:00	00:06:20	380	813	7.70
33	18:59:10	19:09:00	00:09:50	590	813	4.96
34	19:00:40	19:07:30	00:06:50	410	813	7.14
35	19:02:10	19:10:00	00:07:50	470	813	6.23
36	19:03:40	19:10:00	00:06:20	380	813	7.70
37	19:05:10	19:13:50	00:08:40	520	813	5.63
38	19:06:40	19:14:10	00:07:30	450	813	6.50
39	19:08:10	19:15:40	00:07:30	450	813	6.50
40	19:09:40	19:18:20	00:08:40	520	813	5.63
41	19:11:10	19:17:50	00:06:40	400	813	7.32
Promedio de Velocidad						6.39

Tabla 12.2-6 Bus. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Noche. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	19:55:50	20:03:20	00:07:30	450	813	6.50
2	19:57:20	20:06:00	00:08:40	520	813	5.63
3	19:58:50	20:05:30	00:06:40	400	813	7.32
4	20:00:20	20:06:40	00:06:20	380	813	7.70
5	20:01:50	20:10:30	00:08:40	520	813	5.63
6	20:03:20	20:10:50	00:07:30	450	813	6.50
7	20:04:50	20:12:20	00:07:30	450	813	6.50
8	20:06:20	20:15:00	00:08:40	520	813	5.63
9	20:07:50	20:14:30	00:06:40	400	813	7.32
10	20:09:20	20:17:40	00:08:20	500	813	5.85
11	20:10:50	20:19:20	00:08:30	510	813	5.74
12	20:12:20	20:20:00	00:07:40	460	813	6.36
13	20:13:50	20:22:40	00:08:50	530	813	5.52
14	20:15:20	20:22:10	00:06:50	410	813	7.14
15	20:16:50	20:24:40	00:07:50	470	813	6.23
16	20:18:20	20:24:40	00:06:20	380	813	7.70
17	20:19:50	20:29:40	00:09:50	590	813	4.96
18	20:21:20	20:28:50	00:07:30	450	813	6.50
19	20:22:50	20:30:20	00:07:30	450	813	6.50
20	20:24:20	20:33:00	00:08:40	520	813	5.63
21	20:25:50	20:35:40	00:09:50	590	813	4.96
22	20:27:20	20:34:50	00:07:30	450	813	6.50
23	20:28:50	20:36:20	00:07:30	450	813	6.50
24	20:30:20	20:39:00	00:08:40	520	813	5.63
25	20:31:50	20:38:30	00:06:40	400	813	7.32
26	20:33:20	20:41:40	00:08:20	500	813	5.85
27	20:34:50	20:43:20	00:08:30	510	813	5.74
28	20:36:20	20:44:00	00:07:40	460	813	6.36
29	20:37:50	20:46:40	00:08:50	530	813	5.52
30	20:39:20	20:46:10	00:06:50	410	813	7.14
31	20:40:50	20:48:40	00:07:50	470	813	6.23
32	20:42:20	20:48:40	00:06:20	380	813	7.70
33	20:43:50	20:53:40	00:09:50	590	813	4.96
34	20:45:20	20:52:10	00:06:50	410	813	7.14
35	20:46:50	20:54:40	00:07:50	470	813	6.23
36	20:48:20	20:54:40	00:06:20	380	813	7.70
37	20:49:50	20:58:30	00:08:40	520	813	5.63
38	20:51:20	20:58:50	00:07:30	450	813	6.50
39	20:52:50	21:00:20	00:07:30	450	813	6.50
40	20:54:20	21:03:00	00:08:40	520	813	5.63
41	20:55:50	21:02:30	00:06:40	400	813	7.32
Promedio de Velocidad						6.34

Tabla 12.2-7 Microbús. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Mañana. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	7:13:30	7:22:20	00:08:50	530	813	5.52
2	7:15:10	7:21:50	00:06:40	400	813	7.32
3	7:16:50	7:24:30	00:07:40	460	813	6.36
4	7:18:30	7:24:40	00:06:10	370	813	7.91
5	7:20:10	7:28:40	00:08:30	510	813	5.74
6	7:21:50	7:29:10	00:07:20	440	813	6.65
7	7:23:30	7:30:40	00:07:10	430	813	6.81
8	7:25:10	7:33:40	00:08:30	510	813	5.74
9	7:26:50	7:33:20	00:06:30	390	813	7.50
10	7:28:30	7:36:40	00:08:10	490	813	5.97
11	7:30:10	7:38:30	00:08:20	500	813	5.85
12	7:31:50	7:39:20	00:07:30	450	813	6.50
13	7:33:30	7:42:20	00:08:50	530	813	5.52
14	7:35:10	7:41:50	00:06:40	400	813	7.32
15	7:36:50	7:44:30	00:07:40	460	813	6.36
16	7:38:30	7:44:40	00:06:10	370	813	7.91
17	7:40:10	7:48:40	00:08:30	510	813	5.74
18	7:41:50	7:49:10	00:07:20	440	813	6.65
19	7:43:30	7:50:40	00:07:10	430	813	6.81
20	7:45:10	7:53:40	00:08:30	510	813	5.74
21	7:46:50	7:53:20	00:06:30	390	813	7.50
22	7:48:30	7:56:40	00:08:10	490	813	5.97
23	7:50:10	7:58:30	00:08:20	500	813	5.85
24	7:51:50	7:59:20	00:07:30	450	813	6.50
25	7:53:30	8:02:20	00:08:50	530	813	5.52
26	7:55:10	8:01:50	00:06:40	400	813	7.32
27	7:56:50	8:04:30	00:07:40	460	813	6.36
Promedio de Velocidad						6.48

Tabla 12.2-8 Microbús. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Tarde. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	17:44:10	17:52:30	00:08:20	500	813	5.85
2	17:45:40	17:53:10	00:07:30	450	813	6.50
3	17:47:10	17:56:00	00:08:50	530	813	5.52
4	17:48:40	17:55:20	00:06:40	400	813	7.32
5	17:50:10	17:58:40	00:08:30	510	813	5.74
6	17:51:40	17:59:00	00:07:20	440	813	6.65
7	17:53:10	18:00:20	00:07:10	430	813	6.81
8	17:54:40	18:03:10	00:08:30	510	813	5.74
9	17:56:10	18:02:40	00:06:30	390	813	7.50
10	17:57:40	18:05:50	00:08:10	490	813	5.97
11	17:59:10	18:07:30	00:08:20	500	813	5.85
12	18:00:40	18:08:10	00:07:30	450	813	6.50
13	18:02:10	18:11:00	00:08:50	530	813	5.52
14	18:03:40	18:10:20	00:06:40	400	813	7.32
15	18:05:10	18:12:50	00:07:40	460	813	6.36
16	18:06:40	18:12:50	00:06:10	370	813	7.91
17	18:08:10	18:16:40	00:08:30	510	813	5.74
18	18:09:40	18:17:00	00:07:20	440	813	6.65
19	18:11:10	18:18:20	00:07:10	430	813	6.81
20	18:12:40	18:21:10	00:08:30	510	813	5.74
21	18:14:10	18:20:40	00:06:30	390	813	7.50
22	18:15:40	18:24:00	00:08:20	500	813	5.85
23	18:17:10	18:24:40	00:07:30	450	813	6.50
24	18:18:40	18:27:30	00:08:50	530	813	5.52
25	18:20:10	18:26:50	00:06:40	400	813	7.32
26	18:21:40	18:29:00	00:07:20	440	813	6.65
27	18:23:10	18:30:20	00:07:10	430	813	6.81
Promedio de Velocidad						6.45

Tabla 12.2-9 Microbús. Av. Juan Pardo de Zela Oeste – Este, Turno Noche. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	19:28:50	19:35:30	00:06:40	400	813	7.32
2	19:30:20	19:38:00	00:07:40	460	813	6.36
3	19:31:50	19:39:30	00:07:40	460	813	6.36
4	19:33:20	19:39:30	00:06:10	370	813	7.91
5	19:34:50	19:43:20	00:08:30	510	813	5.74
6	19:36:20	19:45:10	00:08:50	530	813	5.52
7	19:37:50	19:44:30	00:06:40	400	813	7.32
8	19:39:20	19:47:00	00:07:40	460	813	6.36
9	19:40:50	19:47:00	00:06:10	370	813	7.91
10	19:42:20	19:50:30	00:08:10	490	813	5.97
11	19:43:50	19:52:10	00:08:20	500	813	5.85
12	19:45:20	19:52:50	00:07:30	450	813	6.50
13	19:46:50	19:55:40	00:08:50	530	813	5.52
14	19:48:20	19:55:00	00:06:40	400	813	7.32
15	19:49:50	19:58:10	00:08:20	500	813	5.85
16	19:51:20	19:58:50	00:07:30	450	813	6.50
17	19:52:50	20:01:20	00:08:30	510	813	5.74
18	19:54:20	20:01:40	00:07:20	440	813	6.65
19	19:55:50	20:03:00	00:07:10	430	813	6.81
20	19:57:20	20:05:50	00:08:30	510	813	5.74
21	19:58:50	20:05:20	00:06:30	390	813	7.50
22	20:00:20	20:08:30	00:08:10	490	813	5.97
23	20:01:50	20:10:10	00:08:20	500	813	5.85
24	20:03:20	20:10:50	00:07:30	450	813	6.50
25	20:04:50	20:13:40	00:08:50	530	813	5.52
26	20:06:20	20:13:00	00:06:40	400	813	7.32
27	20:07:50	20:15:30	00:07:40	460	813	6.36
Promedio de Velocidad						6.46

Tabla 12.2-10 Microbús. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	7:13:30	7:19:50	00:06:20	380	813	7.70
2	7:15:10	7:20:40	00:05:30	330	813	8.87
3	7:16:50	7:23:10	00:06:20	380	813	7.70
4	7:18:30	7:22:10	00:03:40	220	813	13.30
5	7:20:10	7:25:40	00:05:30	330	813	8.87
6	7:21:50	7:29:00	00:07:10	430	813	6.81
7	7:23:30	7:29:50	00:06:20	380	813	7.70
8	7:25:10	7:30:40	00:05:30	330	813	8.87
9	7:26:50	7:30:40	00:03:50	230	813	12.73
10	7:28:30	7:33:10	00:04:40	280	813	10.45
11	7:30:10	7:33:50	00:03:40	220	813	13.30
12	7:31:50	7:36:00	00:04:10	250	813	11.71
13	7:33:30	7:38:00	00:04:30	270	813	10.84
14	7:35:10	7:41:30	00:06:20	380	813	7.70
15	7:36:50	7:42:00	00:05:10	310	813	9.44
16	7:38:30	7:43:00	00:04:30	270	813	10.84
17	7:40:10	7:45:40	00:05:30	330	813	8.87
18	7:41:50	7:46:00	00:04:10	250	813	11.71
19	7:43:30	7:47:20	00:03:50	230	813	12.73
20	7:45:10	7:49:50	00:04:40	280	813	10.45
21	7:46:50	7:50:30	00:03:40	220	813	13.30
22	7:48:30	7:53:00	00:04:30	270	813	10.84
23	7:50:10	7:55:40	00:05:30	330	813	8.87
24	7:51:50	7:59:00	00:07:10	430	813	6.81
25	7:53:30	7:59:50	00:06:20	380	813	7.70
26	7:55:10	8:00:40	00:05:30	330	813	8.87
27	7:56:50	8:03:10	00:06:20	380	813	7.70
Promedio de Velocidad						9.80

Tabla 12.2-11 Microbús. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	17:59:10	18:03:00	00:03:50	230	813	12.73
2	18:00:40	18:05:20	00:04:40	280	813	10.45
3	18:02:10	18:05:50	00:03:40	220	813	13.30
4	18:03:40	18:08:50	00:05:10	310	813	9.44
5	18:05:10	18:09:40	00:04:30	270	813	10.84
6	18:06:40	18:13:50	00:07:10	430	813	6.81
7	18:08:10	18:14:30	00:06:20	380	813	7.70
8	18:09:40	18:15:10	00:05:30	330	813	8.87
9	18:11:10	18:15:00	00:03:50	230	813	12.73
10	18:12:40	18:17:20	00:04:40	280	813	10.45
11	18:14:10	18:17:50	00:03:40	220	813	13.30
12	18:15:40	18:19:50	00:04:10	250	813	11.71
13	18:17:10	18:21:40	00:04:30	270	813	10.84
14	18:18:40	18:25:00	00:06:20	380	813	7.70
15	18:20:10	18:25:20	00:05:10	310	813	9.44
16	18:21:40	18:26:10	00:04:30	270	813	10.84
17	18:23:10	18:28:40	00:05:30	330	813	8.87
18	18:24:40	18:28:50	00:04:10	250	813	11.71
19	18:26:10	18:31:40	00:05:30	330	813	8.87
20	18:27:40	18:34:00	00:06:20	380	813	7.70
21	18:29:10	18:33:20	00:04:10	250	813	11.71
22	18:30:40	18:37:00	00:06:20	380	813	7.70
23	18:32:10	18:37:20	00:05:10	310	813	9.44
24	18:33:40	18:38:10	00:04:30	270	813	10.84
25	18:35:10	18:41:30	00:06:20	380	813	7.70
26	18:36:40	18:42:10	00:05:30	330	813	8.87
27	18:38:10	18:44:30	00:06:20	380	813	7.70
Promedio de Velocidad						9.94

Tabla 12.2-12 Microbús. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	19:43:50	19:49:20	00:05:30	330	813	8.87
2	19:45:20	19:51:40	00:06:20	380	813	7.70
3	19:46:50	19:51:00	00:04:10	250	813	11.71
4	19:48:20	19:52:50	00:04:30	270	813	10.84
5	19:49:50	19:55:20	00:05:30	330	813	8.87
6	19:51:20	19:58:30	00:07:10	430	813	6.81
7	19:52:50	19:59:10	00:06:20	380	813	7.70
8	19:54:20	19:59:50	00:05:30	330	813	8.87
9	19:55:50	19:59:40	00:03:50	230	813	12.73
10	19:57:20	20:02:00	00:04:40	280	813	10.45
11	19:58:50	20:02:30	00:03:40	220	813	13.30
12	20:00:20	20:04:30	00:04:10	250	813	11.71
13	20:01:50	20:06:20	00:04:30	270	813	10.84
14	20:03:20	20:09:40	00:06:20	380	813	7.70
15	20:04:50	20:10:00	00:05:10	310	813	9.44
16	20:06:20	20:10:50	00:04:30	270	813	10.84
17	20:07:50	20:13:20	00:05:30	330	813	8.87
18	20:09:20	20:13:30	00:04:10	250	813	11.71
19	20:10:50	20:16:20	00:05:30	330	813	8.87
20	20:12:20	20:18:40	00:06:20	380	813	7.70
21	20:13:50	20:18:00	00:04:10	250	813	11.71
22	20:15:20	20:19:50	00:04:30	270	813	10.84
23	20:16:50	20:22:20	00:05:30	330	813	8.87
24	20:18:20	20:25:30	00:07:10	430	813	6.81
25	20:19:50	20:26:10	00:06:20	380	813	7.70
26	20:21:20	20:26:50	00:05:30	330	813	8.87
27	20:22:50	20:29:10	00:06:20	380	813	7.70
Promedio de Velocidad						9.56

Tabla 12.2-13 Privado. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	7:01:15	7:05:25	00:04:10	250	813	11.71
2	7:01:30	7:07:00	00:05:30	330	813	8.87
3	7:01:50	7:08:10	00:06:20	380	813	7.70
4	7:03:30	7:07:40	00:04:10	250	813	11.71
5	7:05:10	7:09:40	00:04:30	270	813	10.84
6	7:06:50	7:12:20	00:05:30	330	813	8.87
7	7:08:30	7:15:40	00:07:10	430	813	6.81
8	7:10:10	7:16:30	00:06:20	380	813	7.70
9	7:11:50	7:17:20	00:05:30	330	813	8.87
10	7:13:30	7:17:20	00:03:50	230	813	12.73
11	7:15:10	7:19:50	00:04:40	280	813	10.45
12	7:16:50	7:20:30	00:03:40	220	813	13.30
13	7:18:30	7:22:40	00:04:10	250	813	11.71
14	7:20:10	7:24:40	00:04:30	270	813	10.84
15	7:21:50	7:28:10	00:06:20	380	813	7.70
16	7:23:30	7:28:40	00:05:10	310	813	9.44
17	7:25:10	7:29:40	00:04:30	270	813	10.84
18	7:26:50	7:32:20	00:05:30	330	813	8.87
19	7:28:30	7:32:40	00:04:10	250	813	11.71
20	7:30:10	7:35:40	00:05:30	330	813	8.87
21	7:31:50	7:38:10	00:06:20	380	813	7.70
22	7:33:30	7:37:40	00:04:10	250	813	11.71
23	7:35:10	7:39:40	00:04:30	270	813	10.84
24	7:36:50	7:42:20	00:05:30	330	813	8.87
25	7:38:30	7:45:40	00:07:10	430	813	6.81
26	7:40:10	7:46:30	00:06:20	380	813	7.70
27	7:41:50	7:47:20	00:05:30	330	813	8.87
28	7:43:30	7:47:20	00:03:50	230	813	12.73
29	7:45:10	7:49:50	00:04:40	280	813	10.45
30	7:46:50	7:50:30	00:03:40	220	813	13.30
31	7:48:30	7:52:40	00:04:10	250	813	11.71
32	7:50:10	7:54:40	00:04:30	270	813	10.84
33	7:51:50	7:58:10	00:06:20	380	813	7.70
34	7:53:30	7:58:40	00:05:10	310	813	9.44
35	7:55:10	7:59:40	00:04:30	270	813	10.84
36	7:56:50	8:02:20	00:05:30	330	813	8.87
37	7:58:30	8:02:40	00:04:10	250	813	11.71
38	8:00:10	8:05:40	00:05:30	330	813	8.87
39	8:01:50	8:08:10	00:06:20	380	813	7.70
40	8:03:30	8:07:40	00:04:10	250	813	11.71
41	8:05:10	8:09:40	00:04:30	270	813	10.84
42	8:06:50	8:12:20	00:05:30	330	813	8.87
43	8:08:30	8:15:40	00:07:10	430	813	6.81
44	8:10:10	8:16:30	00:06:20	380	813	7.70
45	8:11:50	8:17:20	00:05:30	330	813	8.87
46	8:13:30	8:19:50	00:06:20	380	813	7.70
47	8:15:10	8:20:40	00:05:30	330	813	8.87
48	8:16:50	8:20:40	00:03:50	230	813	12.73
49	8:18:30	8:23:10	00:04:40	280	813	10.45
50	8:20:10	8:23:50	00:03:40	220	813	13.30
51	8:21:50	8:26:00	00:04:10	250	813	11.71
52	8:23:30	8:28:00	00:04:30	270	813	10.84
53	8:25:10	8:31:30	00:06:20	380	813	7.70
54	8:26:50	8:32:00	00:05:10	310	813	9.44
55	8:28:30	8:33:00	00:04:30	270	813	10.84
56	8:30:10	8:35:40	00:05:30	330	813	8.87
57	8:31:50	8:36:00	00:04:10	250	813	11.71
58	8:33:30	8:39:50	00:06:20	380	813	7.70
59	8:35:10	8:40:40	00:05:30	330	813	8.87
60	8:36:50	8:40:40	00:03:50	230	813	12.73
61	8:38:30	8:43:10	00:04:40	280	813	10.45
62	8:40:10	8:43:50	00:03:40	220	813	13.30
63	8:41:50	8:46:00	00:04:10	250	813	11.71
64	8:43:30	8:48:00	00:04:30	270	813	10.84
65	8:45:10	8:51:30	00:06:20	380	813	7.70
66	8:46:50	8:52:00	00:05:10	310	813	9.44
67	8:48:30	8:53:00	00:04:30	270	813	10.84
68	8:50:10	8:55:40	00:05:30	330	813	8.87
Promedio de Velocidad						9.96

Tabla 12.2-14 Privado. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	17:30:40	17:34:50	00:04:10	250	813	11.71
2	17:32:10	17:37:40	00:05:30	330	813	8.87
3	17:33:40	17:40:00	00:06:20	380	813	7.70
4	17:35:10	17:39:20	00:04:10	250	813	11.71
5	17:36:40	17:41:10	00:04:30	270	813	10.84
6	17:38:10	17:43:40	00:05:30	330	813	8.87
7	17:39:40	17:46:50	00:07:10	430	813	6.81
8	17:41:10	17:47:30	00:06:20	380	813	7.70
9	17:42:40	17:48:10	00:05:30	330	813	8.87
10	17:44:10	17:48:00	00:03:50	230	813	12.73
11	17:45:40	17:50:20	00:04:40	280	813	10.45
12	17:47:10	17:50:50	00:03:40	220	813	13.30
13	17:48:40	17:52:50	00:04:10	250	813	11.71
14	17:50:10	17:54:40	00:04:30	270	813	10.84
15	17:51:40	17:58:00	00:06:20	380	813	7.70
16	17:53:10	17:58:20	00:05:10	310	813	9.44
17	17:54:40	17:59:10	00:04:30	270	813	10.84
18	17:56:10	18:01:40	00:05:30	330	813	8.87
19	17:57:40	18:01:50	00:04:10	250	813	11.71
20	17:59:10	18:04:40	00:05:30	330	813	8.87
21	18:00:40	18:07:00	00:06:20	380	813	7.70
22	18:02:10	18:06:20	00:04:10	250	813	11.71
23	18:03:40	18:08:10	00:04:30	270	813	10.84
24	18:05:10	18:10:40	00:05:30	330	813	8.87
25	18:06:40	18:13:50	00:07:10	430	813	6.81
26	18:08:10	18:14:30	00:06:20	380	813	7.70
27	18:09:40	18:15:10	00:05:30	330	813	8.87
28	18:11:10	18:15:00	00:03:50	230	813	12.73
29	18:12:40	18:17:20	00:04:40	280	813	10.45
30	18:14:10	18:18:00	00:03:50	230	813	12.73
31	18:15:40	18:20:20	00:04:40	280	813	10.45
32	18:17:10	18:21:40	00:04:30	270	813	10.84
33	18:18:40	18:25:00	00:06:20	380	813	7.70
34	18:20:10	18:24:20	00:04:10	250	813	11.71
35	18:21:40	18:27:10	00:05:30	330	813	8.87
36	18:23:10	18:29:30	00:06:20	380	813	7.70
37	18:24:40	18:28:50	00:04:10	250	813	11.71
38	18:26:10	18:31:40	00:05:30	330	813	8.87
39	18:27:40	18:34:00	00:06:20	380	813	7.70
40	18:29:10	18:33:20	00:04:10	250	813	11.71
41	18:30:40	18:35:10	00:04:30	270	813	10.84
42	18:32:10	18:37:40	00:05:30	330	813	8.87
43	18:33:40	18:40:50	00:07:10	430	813	6.81
44	18:35:10	18:41:30	00:06:20	380	813	7.70
45	18:36:40	18:42:10	00:05:30	330	813	8.87
46	18:38:10	18:44:30	00:06:20	380	813	7.70
47	18:39:40	18:45:10	00:05:30	330	813	8.87
48	18:41:10	18:45:00	00:03:50	230	813	12.73
49	18:42:40	18:47:20	00:04:40	280	813	10.45
50	18:44:10	18:47:50	00:03:40	220	813	13.30
51	18:45:40	18:49:50	00:04:10	250	813	11.71
52	18:47:10	18:51:40	00:04:30	270	813	10.84
53	18:48:40	18:55:00	00:06:20	380	813	7.70
54	18:50:10	18:55:20	00:05:10	310	813	9.44
55	18:51:40	18:56:10	00:04:30	270	813	10.84
56	18:53:10	18:58:40	00:05:30	330	813	8.87
57	18:54:40	18:58:50	00:04:10	250	813	11.71
58	18:56:10	19:02:30	00:06:20	380	813	7.70
59	18:57:40	19:03:10	00:05:30	330	813	8.87
60	18:59:10	19:03:00	00:03:50	230	813	12.73
61	19:00:40	19:05:20	00:04:40	280	813	10.45
62	19:02:10	19:05:50	00:03:40	220	813	13.30
63	19:03:40	19:10:00	00:06:20	380	813	7.70
64	19:05:10	19:10:20	00:05:10	310	813	9.44
65	19:06:40	19:11:10	00:04:30	270	813	10.84
66	19:08:10	19:13:40	00:05:30	330	813	8.87
67	19:09:40	19:13:50	00:04:10	250	813	11.71
68	19:11:10	19:16:40	00:05:30	330	813	8.87
Promedio de Velocidad						9.90

Tabla 12.2-15 Privado. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	19:15:20	19:19:30	00:04:10	250	813	11.71
2	19:16:50	19:21:20	00:04:30	270	813	10.84
3	19:18:20	19:23:50	00:05:30	330	813	8.87
4	19:19:50	19:27:00	00:07:10	430	813	6.81
5	19:21:20	19:25:50	00:04:30	270	813	10.84
6	19:22:50	19:28:20	00:05:30	330	813	8.87
7	19:24:20	19:31:30	00:07:10	430	813	6.81
8	19:25:50	19:32:10	00:06:20	380	813	7.70
9	19:27:20	19:32:50	00:05:30	330	813	8.87
10	19:28:50	19:32:40	00:03:50	230	813	12.73
11	19:30:20	19:34:50	00:04:30	270	813	10.84
12	19:31:50	19:38:10	00:06:20	380	813	7.70
13	19:33:20	19:38:30	00:05:10	310	813	9.44
14	19:34:50	19:39:20	00:04:30	270	813	10.84
15	19:36:20	19:42:40	00:06:20	380	813	7.70
16	19:37:50	19:43:00	00:05:10	310	813	9.44
17	19:39:20	19:43:50	00:04:30	270	813	10.84
18	19:40:50	19:46:20	00:05:30	330	813	8.87
19	19:42:20	19:46:30	00:04:10	250	813	11.71
20	19:43:50	19:49:20	00:05:30	330	813	8.87
21	19:45:20	19:51:40	00:06:20	380	813	7.70
22	19:46:50	19:51:00	00:04:10	250	813	11.71
23	19:48:20	19:52:50	00:04:30	270	813	10.84
24	19:49:50	19:56:10	00:06:20	380	813	7.70
25	19:51:20	19:56:30	00:05:10	310	813	9.44
26	19:52:50	19:57:20	00:04:30	270	813	10.84
27	19:54:20	19:59:50	00:05:30	330	813	8.87
28	19:55:50	19:59:40	00:03:50	230	813	12.73
29	19:57:20	20:02:00	00:04:40	280	813	10.45
30	19:58:50	20:02:30	00:03:40	220	813	13.30
31	20:00:20	20:04:30	00:04:10	250	813	11.71
32	20:01:50	20:06:20	00:04:30	270	813	10.84
33	20:03:20	20:09:40	00:06:20	380	813	7.70
34	20:04:50	20:10:00	00:05:10	310	813	9.44
35	20:06:20	20:10:50	00:04:30	270	813	10.84
36	20:07:50	20:13:20	00:05:30	330	813	8.87
37	20:09:20	20:13:30	00:04:10	250	813	11.71
38	20:10:50	20:16:20	00:05:30	330	813	8.87
39	20:12:20	20:18:40	00:06:20	380	813	7.70
40	20:13:50	20:18:00	00:04:10	250	813	11.71
41	20:15:20	20:19:50	00:04:30	270	813	10.84
42	20:16:50	20:22:20	00:05:30	330	813	8.87
43	20:18:20	20:25:30	00:07:10	430	813	6.81
44	20:19:50	20:26:10	00:06:20	380	813	7.70
45	20:21:20	20:26:50	00:05:30	330	813	8.87
46	20:22:50	20:29:10	00:06:20	380	813	7.70
47	20:24:20	20:29:30	00:05:10	310	813	9.44
48	20:25:50	20:30:20	00:04:30	270	813	10.84
49	20:27:20	20:32:00	00:04:40	280	813	10.45
50	20:28:50	20:32:30	00:03:40	220	813	13.30
51	20:30:20	20:34:30	00:04:10	250	813	11.71
52	20:31:50	20:36:20	00:04:30	270	813	10.84
53	20:33:20	20:39:40	00:06:20	380	813	7.70
54	20:34:50	20:40:00	00:05:10	310	813	9.44
55	20:36:20	20:40:50	00:04:30	270	813	10.84
56	20:37:50	20:43:20	00:05:30	330	813	8.87
57	20:39:20	20:43:30	00:04:10	250	813	11.71
58	20:40:50	20:45:00	00:04:10	250	813	11.71
59	20:42:20	20:46:50	00:04:30	270	813	10.84
60	20:43:50	20:49:20	00:05:30	330	813	8.87
61	20:45:20	20:52:30	00:07:10	430	813	6.81
62	20:46:50	20:50:30	00:03:40	220	813	13.30
63	20:48:20	20:52:30	00:04:10	250	813	11.71
64	20:49:50	20:54:20	00:04:30	270	813	10.84
65	20:51:20	20:57:40	00:06:20	380	813	7.70
66	20:52:50	20:58:00	00:05:10	310	813	9.44
67	20:54:20	20:58:50	00:04:30	270	813	10.84
68	20:55:50	21:01:20	00:05:30	330	813	8.87
Promedio de Velocidad						9.85

Tabla 12.2-16 Bus. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Mañana. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	7:43:30	7:49:00	00:05:30	330	813	8.87
2	7:45:10	7:49:00	00:03:50	230	813	12.73
3	7:46:50	7:51:00	00:04:10	250	813	11.71
4	7:48:30	7:53:00	00:04:30	270	813	10.84
5	7:50:10	7:55:40	00:05:30	330	813	8.87
6	7:51:50	7:59:00	00:07:10	430	813	6.81
7	7:53:30	7:59:50	00:06:20	380	813	7.70
8	7:55:10	8:00:40	00:05:30	330	813	8.87
9	7:56:50	8:00:40	00:03:50	230	813	12.73
10	7:58:30	8:03:10	00:04:40	280	813	10.45
11	8:00:10	8:03:50	00:03:40	220	813	13.30
12	8:01:50	8:06:00	00:04:10	250	813	11.71
13	8:03:30	8:08:00	00:04:30	270	813	10.84
14	8:05:10	8:11:30	00:06:20	380	813	7.70
15	8:06:50	8:12:00	00:05:10	310	813	9.44
16	8:08:30	8:13:00	00:04:30	270	813	10.84
17	8:10:10	8:15:40	00:05:30	330	813	8.87
18	8:11:50	8:16:00	00:04:10	250	813	11.71
19	8:13:30	8:20:40	00:07:10	430	813	6.81
20	8:15:10	8:21:30	00:06:20	380	813	7.70
21	8:16:50	8:22:20	00:05:30	330	813	8.87
22	8:18:30	8:24:00	00:05:30	330	813	8.87
23	8:20:10	8:24:00	00:03:50	230	813	12.73
24	8:21:50	8:25:30	00:03:40	220	813	13.30
25	8:23:30	8:29:50	00:06:20	380	813	7.70
26	8:25:10	8:30:40	00:05:30	330	813	8.87
27	8:26:50	8:33:10	00:06:20	380	813	7.70
28	8:28:30	8:34:00	00:05:30	330	813	8.87
29	8:30:10	8:34:00	00:03:50	230	813	12.73
30	8:31:50	8:36:30	00:04:40	280	813	10.45
31	8:33:30	8:37:10	00:03:40	220	813	13.30
32	8:35:10	8:39:20	00:04:10	250	813	11.71
33	8:36:50	8:41:20	00:04:30	270	813	10.84
34	8:38:30	8:44:50	00:06:20	380	813	7.70
35	8:40:10	8:45:20	00:05:10	310	813	9.44
36	8:41:50	8:46:20	00:04:30	270	813	10.84
37	8:43:30	8:47:20	00:03:50	230	813	12.73
38	8:45:10	8:50:40	00:05:30	330	813	8.87
39	8:46:50	8:50:40	00:03:50	230	813	12.73
40	8:48:30	8:54:00	00:05:30	330	813	8.87
41	8:50:10	8:54:00	00:03:50	230	813	12.73
Promedio de Velocidad						10.20

Tabla 12.2-17 Bus. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Tarde. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	18:11:10	18:16:40	00:05:30	330	813	8.87
2	18:12:40	18:19:00	00:06:20	380	813	7.70
3	18:14:10	18:18:20	00:04:10	250	813	11.71
4	18:15:40	18:20:10	00:04:30	270	813	10.84
5	18:17:10	18:22:40	00:05:30	330	813	8.87
6	18:18:40	18:25:50	00:07:10	430	813	6.81
7	18:20:10	18:26:30	00:06:20	380	813	7.70
8	18:21:40	18:27:10	00:05:30	330	813	8.87
9	18:23:10	18:27:00	00:03:50	230	813	12.73
10	18:24:40	18:29:20	00:04:40	280	813	10.45
11	18:26:10	18:29:50	00:03:40	220	813	13.30
12	18:27:40	18:31:50	00:04:10	250	813	11.71
13	18:29:10	18:33:40	00:04:30	270	813	10.84
14	18:30:40	18:37:00	00:06:20	380	813	7.70
15	18:32:10	18:37:20	00:05:10	310	813	9.44
16	18:33:40	18:38:10	00:04:30	270	813	10.84
17	18:35:10	18:40:40	00:05:30	330	813	8.87
18	18:36:40	18:40:50	00:04:10	250	813	11.71
19	18:38:10	18:43:40	00:05:30	330	813	8.87
20	18:39:40	18:46:00	00:06:20	380	813	7.70
21	18:41:10	18:45:20	00:04:10	250	813	11.71
22	18:42:40	18:47:10	00:04:30	270	813	10.84
23	18:44:10	18:49:40	00:05:30	330	813	8.87
24	18:45:40	18:52:50	00:07:10	430	813	6.81
25	18:47:10	18:53:30	00:06:20	380	813	7.70
26	18:48:40	18:54:10	00:05:30	330	813	8.87
27	18:50:10	18:56:30	00:06:20	380	813	7.70
28	18:51:40	18:57:10	00:05:30	330	813	8.87
29	18:53:10	18:57:00	00:03:50	230	813	12.73
30	18:54:40	18:59:20	00:04:40	280	813	10.45
31	18:56:10	18:59:50	00:03:40	220	813	13.30
32	18:57:40	19:01:50	00:04:10	250	813	11.71
33	18:59:10	19:03:40	00:04:30	270	813	10.84
34	19:00:40	19:07:00	00:06:20	380	813	7.70
35	19:02:10	19:07:20	00:05:10	310	813	9.44
36	19:03:40	19:08:10	00:04:30	270	813	10.84
37	19:05:10	19:10:40	00:05:30	330	813	8.87
38	19:06:40	19:10:50	00:04:10	250	813	11.71
39	19:08:10	19:14:30	00:06:20	380	813	7.70
40	19:09:40	19:15:10	00:05:30	330	813	8.87
41	19:11:10	19:15:00	00:03:50	230	814	12.74
Promedio de Velocidad						9.85

Tabla 12.2-18 Bus. Av. Juan Pardo de Zela Este – Oeste, Turno Noche. Fuente: Propio

N° de Recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo Total (seg)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)
1	19:55:50	20:00:00	00:04:10	250	813	11.71
2	19:57:20	20:03:40	00:06:20	380	813	7.70
3	19:58:50	20:03:00	00:04:10	250	813	11.71
4	20:00:20	20:04:50	00:04:30	270	813	10.84
5	20:01:50	20:07:20	00:05:30	330	813	8.87
6	20:03:20	20:10:30	00:07:10	430	813	6.81
7	20:04:50	20:11:10	00:06:20	380	813	7.70
8	20:06:20	20:11:50	00:05:30	330	813	8.87
9	20:07:50	20:11:40	00:03:50	230	813	12.73
10	20:09:20	20:14:00	00:04:40	280	813	10.45
11	20:10:50	20:14:30	00:03:40	220	813	13.30
12	20:12:20	20:16:30	00:04:10	250	813	11.71
13	20:13:50	20:18:20	00:04:30	270	813	10.84
14	20:15:20	20:21:40	00:06:20	380	813	7.70
15	20:16:50	20:22:00	00:05:10	310	813	9.44
16	20:18:20	20:22:50	00:04:30	270	813	10.84
17	20:19:50	20:25:20	00:05:30	330	813	8.87
18	20:21:20	20:25:30	00:04:10	250	813	11.71
19	20:22:50	20:28:20	00:05:30	330	813	8.87
20	20:24:20	20:30:40	00:06:20	380	813	7.70
21	20:25:50	20:30:00	00:04:10	250	813	11.71
22	20:27:20	20:33:40	00:06:20	380	813	7.70
23	20:28:50	20:34:20	00:05:30	330	813	8.87
24	20:30:20	20:35:50	00:05:30	330	813	8.87
25	20:31:50	20:39:00	00:07:10	430	813	6.81
26	20:33:20	20:39:40	00:06:20	380	813	7.70
27	20:34:50	20:41:10	00:06:20	380	813	7.70
28	20:36:20	20:41:50	00:05:30	330	813	8.87
29	20:37:50	20:41:40	00:03:50	230	813	12.73
30	20:39:20	20:44:00	00:04:40	280	813	10.45
31	20:40:50	20:44:30	00:03:40	220	813	13.30
32	20:42:20	20:46:30	00:04:10	250	813	11.71
33	20:43:50	20:49:20	00:05:30	330	813	8.87
34	20:45:20	20:52:30	00:07:10	430	813	6.81
35	20:46:50	20:53:10	00:06:20	380	813	7.70
36	20:48:20	20:52:50	00:04:30	270	813	10.84
37	20:49:50	20:55:20	00:05:30	330	813	8.87
38	20:51:20	20:55:30	00:04:10	250	813	11.71
39	20:52:50	20:59:10	00:06:20	380	813	7.70
40	20:54:20	20:59:50	00:05:30	330	813	8.87
41	20:55:50	20:59:40	00:03:50	230	813	12.73
Promedio de Velocidad						9.73