

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR EN LA  
AVENIDA MESONES MURO DE LA CIUDAD DE JAÉN.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**ASESOR:**

**M. En T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. JEANMARCOS JERALDO CORREA PEREZ**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2024**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

### - FACULTAD DE INGENIERÍA -

- 1. Investigador:** Jeanmarcos Jeraldo Correa Perez  
**DNI:** 70040930  
**Escuela Profesional:** Ingeniería Civil
- 2. Asesor:** M. En T. Ing. Alejandro Cubas Becerra  
**Facultad:** Ingeniería
- 3. Grado académico o título profesional**  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
- 4. Tipo de Investigación:**  
 Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
- 5. Título de Trabajo de Investigación:**  
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR EN LA AVENIDA MESONES MURO DE LA CIUDAD DE JAÉN
- 6. Fecha de evaluación:** 25-01-2024
- 7. Software antiplagio:**       TURNITIN       URKUND (OURIGINAL) (\*)
- 8. Porcentaje de Informe de Similitud:** 19%
- 9. Código Documento:** oid:3117:313486772
- 10. Resultado de la Evaluación de Similitud:**  
 APROBADO    PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 13-06-2024



FIRMA DEL ASESOR

Nombres y Apellidos  
**ALEJANDRO CUBAS BECERRA**  
**DNI: 26623287**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI

Dra. Yvonne Katherine Fernández León  
DIRECTORA

COPYRIGHT © 2023 by  
JEANMARCOS JERALDO CORREA PEREZ  
Todos los derechos reservados

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por haberme dado una Madre y unos hermanos maravillosos que con valores, apoyo, esfuerzo y unión han hecho que cada día salga adelante en el proceso de mi formación.

A la Universidad Nacional de Cajamarca a la Facultad de Ingeniería, a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil – Sede Jaén y a su plana docente por brindarme los conocimientos y enseñanzas necesarios para mi formación académica profesional.

A mi asesor, Ing. Alejandro Cubas Becerra, por sus consejos, dedicación y paciencia brindada para el desarrollo de la investigación.

## **DEDICATORIA**

### **A MI MADRE**

Jaquely Pérez Parihuaman por ser mi guía, mi luz, por inculcarme los valores y el sacrificio de salir adelante, por ser una gran madre te dedico a ti con mucho amor mi trabajo de investigación.

### **A MI PADRE**

Marcos Correa Lizana por ser la persona que me apoya constantemente con su amor y comprensión para seguir saliendo adelante.

### **A MIS HERMANOS**

Carlos Daniel Castro Pérez y Jarol Deivy Berna Pérez, por el amor incondicional de hermanos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	xvii
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT .....	xix
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	20
1.1. Introducción.....	20
1.2. Planteamiento del problema.....	21
1.3. Formulación del problema.....	22
1.4. Justificación de la investigación .....	22
1.4.1. Justificación científica.....	22
1.4.2. Justificación técnica práctica.....	22
1.4.3. Justificación institucional y personal .....	22
1.5. Delimitación de la investigación .....	23
1.6. Limitaciones .....	23
1.7. Objetivos .....	23
1.8. Objetivos específicos .....	23
1.9. Hipótesis.....	24
1.10. Definición de variables .....	24
1.10.1. Variable Independiente.....	24

1.10.2. Variable Dependiente.....	24
1.11. Descripción de capítulos.....	31
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	32
2.1. Antecedentes Teóricos.....	32
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	32
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	34
2.1.3. Antecedentes Locales.....	35
2.2. Bases Teóricas.....	37
2.2.1. Teoría de la capacidad de carreteras.....	37
2.2.2. Teoría del flujo de tráfico.....	38
2.2.3. Topografía.....	39
2.2.3.1. Levantamiento topográfico:.....	39
2.2.3.2. Levantamiento topográfico con estación total.....	40
2.2.4. Nivel de servicio.....	40
2.2.5. Tráfico Vehicular y su estudio.....	41
2.2.2. Semaforización.....	58
2.2.3. Semáforos:.....	58
2.2.4. Capacidad.....	59
2.2.5. Definición de términos básicos.....	86
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	88
3.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	88
3.2. Tipo, nivel, diseño y método de investigación.....	89
3.3. Población de estudio.....	89

3.4. Muestra .....	89
3.5. Unidad de análisis .....	90
3.6. Unidad de observación.....	90
3.7. Instrumentos.....	90
3.8. Equipos, Materiales.....	90
3.9. Diseño metodológico.....	91
3.10. Procedimiento .....	91
3.11. Análisis de datos y presentación de resultados .....	95
3.11.1. Aforo vehicular.....	97
3.11.1.1. Volumen vehicular diario, semanal y TPDS en la dirección de viaje A. ..	97
3.11.1.1.1. Resumen del Volumen vehicular diario, semanal y TPDS en la dirección de viaje A.....	105
3.11.1.2. Volumen vehicular diario, semanal y TPDS en la dirección de viaje B. 107	
3.11.1.2.1. Resumen del Volumen vehicular diario, semanal y TPDS en la dirección de viaje B.....	113
3.11.1.3. Resumen del tránsito semanal en ambas direcciones de viaje.....	114
3.11.2. Composición Vehicular .....	115
3.11.2.1. Composición vehicular de los segmentos, en la dirección de viaje A ...	116
3.11.2.2. Composición vehicular de los segmentos, en la dirección de viaje B. ..	119
3.11.2.3. Composición vehicular de los segmentos, en ambas direcciones .....	122
3.11.2.4. Resumen Composición vehicular de tramo en estudio .....	125
3.11.3. Análisis de flujo vehicular .....	126
3.11.4. Hora de máxima demanda, VHMD, Q <sub>máx</sub> , tasa de flujo horario y FHMD	

3.11.5.	Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario (capacidad vehicular) y FHMD – dirección de viaje A.....	139
3.11.5.1.	Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD del Segmento 01 – dirección de viaje A.....	140
3.11.5.2.	Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD del Segmento 02 – dirección de viaje A.....	141
3.11.5.3.	Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD del Segmento 03 – dirección de viaje A.....	142
3.11.5.4.	Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD del Segmento 04 – dirección de viaje A.....	143
3.11.5.5.	Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD del Segmento 05 – dirección de viaje A.....	143
3.11.6.	Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario (capacidad vehicular) y FHMD – Con dirección de viaje B.....	144
3.11.6.1.	Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD del Segmento 01 – dirección de viaje B.....	144
3.11.6.2.	Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD del Segmento 02 – dirección de viaje B.....	145
3.11.6.3.	Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD del Segmento 03 – dirección de viaje B.....	145
3.11.6.4.	Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD del Segmento 04 – dirección de viaje B.....	146
3.11.6.5.	Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD del Segmento 05 – dirección de viaje B.....	147

3.11.7.	Nivel de servicio de cada Segmento .....	148
3.11.7.1.	Nivel de servicio del Segmento 01 (Ambas direcciones).....	148
3.11.7.2.	Nivel de servicio del segmento 02 (Ambas direcciones).....	157
3.11.7.3.	Nivel de servicio del segmento 03 (Ambas direcciones).....	165
3.11.7.4.	Nivel de servicio del segmento 04 (Ambas direcciones).....	174
3.11.7.5.	Nivel de servicio del segmento 05 (Ambas direcciones).....	183
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		192
4.1.	Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	192
4.1.1.	Tramo de estudio – características de geometría.....	192
4.1.2.	Composición y flujo vehicular.....	193
4.1.3.	Características del tráfico.....	194
4.1.3.1.	Hora de máxima demanda, VHMD, $Q_{15m\acute{a}x.}$ y FHMD de los segmentos	194
4.1.4.	Velocidad de flujo libre .....	195
4.1.5.	Velocidad de viaje .....	196
4.1.6.	Capacidad vehicular.....	196
4.1.7.	Relación volumen capacidad de las estaciones.....	197
4.1.8.	Nivel de servicio de las estaciones .....	197
4.2.	Contrastación de hipótesis.....	198
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		200
5.1.	Conclusiones.....	200
5.2.	Recomendaciones.....	204
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		205
ANEXOS .....		208

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Operacionalización de las variables .....	25
<b>Tabla 2:</b> Matriz de consistencia metodológica.....	28
<b>Tabla 3:</b> Ecuación volumen de tráfico .....	43
<b>Tabla 4:</b> Número de puntos de investigación .....	50
<b>Tabla 5:</b> Medidas de eficiencia .....	61
<b>Tabla 6:</b> Muestra los diferentes niveles de servicio que establece la metodología mencionada.....	66
<b>Tabla 7</b> Requisitos de datos de entrada: modo automóvil.....	70
<b>Tabla 8:</b> Demora debido a vehículos que giran.....	79
<b>Tabla 9:</b> Coordenadas UTM y coordenadas geográficas de los tramos en estudio.....	88
<b>Tabla 10:</b> Formato para aforo de tráfico vehicular.....	90
<b>Tabla 11:</b> Segmentos analizados en la Av. Mesones Muro. ....	93
<b>Tabla 12:</b> Volumen vehicular diario del segmento 01 (Entre las calles Marañón y la Calle Alfredo Bastos), dirección de viaje A. ....	98
<b>Tabla 13:</b> Volumen vehicular diario del segmento 02 (Entre Calle Alfredo Bastos y Calle los Laureles), dirección de viaje A. ....	99
<b>Tabla 14:</b> Volumen vehicular diario del segmento 03 (Entre Calle los Laureles y Calle Dos de Mayo), dirección de viaje A. ....	101
<b>Tabla 15:</b> Volumen vehicular diario del segmento 04 (Entre Calle Dos de Mayo y Calle Libertad), dirección de viaje A.....	102
<b>Tabla 16:</b> Volumen vehicular diario del segmento 04 (Entre Calle Libertad y Calle Sánchez Carrión), dirección de viaje A. ....	104
<b>Tabla 17:</b> Resumen aforo del volumen diario y semanal de los segmentos con dirección de viaje A. ....	106

<b>Tabla 18:</b> Resumen aforo del Tránsito promedio diario semanal (TPDS) segmentos con dirección de viaje A .....	107
<b>Tabla 19:</b> Volumen vehicular diario del segmento 01 (Entre Calle Alfredo Bastos y la Calle Marañón), dirección de viaje B. ....	107
<b>Tabla 20:</b> Volumen vehicular diario del segmento 01 (Calle Los Laureles y la Calle Alfredo Bastos), dirección de viaje B. ....	108
<b>Tabla 21:</b> Volumen vehicular diario del segmento 01 (Entre la Calle Dos de Mayo y Calle Los Laureles), dirección de viaje B. ....	109
<b>Tabla 22:</b> Volumen vehicular diario del segmento 01 (Entre la Calle Libertad y la Calle Dos de Mayo), dirección de viaje B.....	110
<b>Tabla 23:</b> Volumen vehicular diario del segmento 01 (Entre la Calle Sánchez Carrión y la Calle Libertad), dirección de viaje B.....	112
<b>Tabla 24:</b> Resumen aforo del volumen diario y semanal de los segmentos con dirección de viaje B. ....	113
<b>Tabla 25:</b> Resumen aforo del Tránsito promedio diario semanal (TPDS) segmentos con dirección de viaje B. ....	114
<b>Tabla 26:</b> Resumen aforo del Volumen de Tránsito semanal de cada segmento en ambas direcciones. ....	114
<b>Tabla 27:</b> Composición del tráfico semanal en la dirección de viaje A.....	116
<b>Tabla 28:</b> Composición del tráfico semanal en la dirección de viaje B.....	119
<b>Tabla 29:</b> Composición del tráfico semanal en ambas direcciones.....	122
<b>Tabla 30:</b> Composición vehicular total del tramo en estudio. ....	125
<b>Tabla 31:</b> Resumen del aforo del día 12/09/22 en la dirección de viaje A .....	137
<b>Tabla 32:</b> Resumen del aforo del día 12/09/22 en la dirección de viaje B .....	138
<b>Tabla 33:</b> Flujos en la hora de máxima demanda del Segmento 01 (dirección A).....	140
<b>Tabla 34:</b> Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 02 (dirección A).....	141
<b>Tabla 35:</b> Parámetros del segmento 02 (dirección A) .....	142

<b>Tabla 36:</b> Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 03 (dirección A).....	142
<b>Tabla 37:</b> Parámetros del segmento 03 (dirección A) .....	142
<b>Tabla 38:</b> Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 04 (dirección A).....	143
<b>Tabla 39:</b> Parámetros del segmento 04 (dirección A) .....	143
<b>Tabla 40:</b> Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 05 (dirección A).....	143
<b>Tabla 41:</b> Parámetros del segmento 05 (dirección A) .....	144
<b>Tabla 42:</b> Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 01 (dirección B).....	144
<b>Tabla 43:</b> Parámetros del segmento 01 (dirección B) .....	144
<b>Tabla 44:</b> Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 02 (dirección B).....	145
<b>Tabla 45:</b> Parámetros del segmento 02 (dirección B) .....	145
<b>Tabla 46:</b> Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 03 (dirección B).....	145
<b>Tabla 47:</b> Parámetros del segmento 03 (dirección B) .....	146
<b>Tabla 48:</b> Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 2 (dirección B).....	146
<b>Tabla 49:</b> Parámetros del segmento 02 (dirección B) .....	146
<b>Tabla 50:</b> Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 05 (dirección B).....	147
<b>Tabla 51:</b> Parámetros del segmento 05 (dirección B) .....	147
<b>Tabla 52:</b> Datos de entrada del Segmento 01 (Ambas Direcciones) .....	149
<b>Tabla 53:</b> Determinar el nivel de servicio .....	156
<b>Tabla 54:</b> Datos de entrada del segmento 02 (Ambas Direcciones).....	157
<b>Tabla 55:</b> Determinar el nivel de servicio .....	164
<b>Tabla 56:</b> Datos de entrada del Segmento 03 (Ambas Direcciones) .....	166
<b>Tabla 57:</b> Determinar el nivel de servicio .....	173
<b>Tabla 58:</b> Datos de entrada del Segmento 04 (Ambas Direcciones) .....	174
<b>Tabla 59:</b> Determinar el nivel de servicio .....	181
<b>Tabla 60:</b> Datos de entrada del Segmento 05 (Ambas Direcciones) .....	183
<b>Tabla 61:</b> Determinar el nivel de servicio .....	191
<b>Tabla 62:</b> Características de los segmentos estudiados en dirección de viaje A.....	192

<b>Tabla 63:</b> Características de los segmentos estudiados en dirección de viaje B.....	193
<b>Tabla 64:</b> Resumen de la composición semanal vehicular de cada segmento.....	193
<b>Tabla 65:</b> Resumen de las características del tráfico vehicular – dirección de viaje A ..	194
<b>Tabla 66:</b> Resumen de las características del tráfico vehicular – dirección de viaje B ..	194
<b>Tabla 67:</b> Velocidad flujo libre de los Segmentos en Ambas direcciones de viaje.....	195
<b>Tabla 68:</b> Resumen de la velocidad de viaje de los Segmentos en Ambas direcciones de viaje.....	196
<b>Tabla 69:</b> Resumen de la capacidad vehicular de los Segmentos en ambas direcciones. .....	196
<b>Tabla 70:</b> Relación Volumen/Capacidad de los segmentos en ambas direcciones.....	197
<b>Tabla 71:</b> Resumen del nivel de servicio de cada Segmento en ambas direcciones.....	197

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Vehículo de categoría L .....	46
<b>Figura 2:</b> Vehículo categoría M1 .....	47
<b>Figura 3:</b> Vehículos categoría M2 y M3 .....	47
<b>Figura 4:</b> Vehículo categoría N .....	48
<b>Figura 5:</b> Vehículo categoría O .....	49
<b>Figura 6</b> Clases de nivel de servicio.....	69
<b>Figura 7:</b> Ancho de una intersección aguas arriba.....	72
<b>Figura 8:</b> Localización de la zona de estudio .....	88
<b>Figura 9:</b> Ubicación de estaciones en los tramos de estudio.....	89
<b>Figura 10:</b> Secuencia lógica para determinar el nivel de servicio de un segmento. ....	95
<b>Figura 11:</b> Intersección AV. Mesones Muro – Calle Marañón, hacia la Calle Alfredo Bastos .....	97
<b>Figura 12:</b> Intersección AV. Mesones Muro – Calle Alfredo Bastos, hacia la Calle los Laureles. ....	99
<b>Figura 13:</b> Intersección AV. Mesones Muro – Calle los Laureles, hacia la Calle Dos de Mayo.....	100
<b>Figura 14:</b> Intersección AV. Mesones Muro – Calle Dos de Mayo, hacia la Calle Libertad. ....	102
<b>Figura 15:</b> Intersección AV. Mesones Muro – Calle Libertad, hacia la Calle Sánchez Carrión.....	104
<b>Figura 16:</b> Volumen de tránsito Semanal, dirección de viaje A.....	106
<b>Figura 17:</b> Volumen de tránsito Semanal, dirección de viaje B.....	113
<b>Figura 18:</b> Volumen de Tránsito semanal por cada segmento en ambas direcciones de viaje.....	115
<b>Figura 19:</b> Composición vehicular del segmento 01, dirección de viaje A .....	116
<b>Figura 20:</b> Composición vehicular del segmento 02, dirección de viaje A .....	117

<b>Figura 21:</b> Composición vehicular del segmento 03, dirección de viaje A .....	117
<b>Figura 22:</b> Composición vehicular del segmento 04, dirección de viaje A .....	118
<b>Figura 23:</b> Composición vehicular del segmento 05, dirección de viaje A .....	119
<b>Figura 24:</b> Composición vehicular del segmento 01, dirección de viaje B .....	119
<b>Figura 25:</b> Composición vehicular del segmento 02, dirección de viaje B .....	120
<b>Figura 26:</b> Composición vehicular del segmento 03, dirección de viaje B .....	120
<b>Figura 27:</b> Composición vehicular del segmento 04, dirección de viaje B .....	121
<b>Figura 28:</b> Composición vehicular del segmento 05, dirección de viaje B .....	122
<b>Figura 29:</b> Composición vehicular del segmento 01, ambas direcciones .....	123
<b>Figura 30:</b> Composición vehicular del segmento 02, ambas direcciones .....	123
<b>Figura 31:</b> Composición vehicular del segmento 03, Ambas direcciones .....	124
<b>Figura 32:</b> Composición vehicular del segmento 04, Ambas direcciones .....	124
<b>Figura 33:</b> Composición vehicular del segmento 05, Ambas direcciones .....	125
<b>Figura 34:</b> Composición vehicular total del tramo en estudio .....	126
<b>Figura 35:</b> Histograma del 12/09/2022 del segmento 01, en dirección de viaje A .....	127
<b>Figura 36:</b> Histograma del 12/09/2022 del segmento 02, en dirección de viaje A .....	128
<b>Figura 37:</b> Histograma del 12/09/2022 del segmento 03, en dirección de viaje A .....	129
<b>Figura 38:</b> Histograma del 12/09/2022 del segmento 04, en dirección de viaje A .....	130
<b>Figura 39:</b> Histograma del 12/09/2022 del segmento 05, en dirección de viaje A .....	131
<b>Figura 40:</b> Histograma del 12/09/2022 del segmento 01, en dirección de viaje B .....	132
<b>Figura 41:</b> Histograma del 12/09/2022 del segmento 02, en dirección de viaje B .....	133
<b>Figura 42:</b> Histograma del 12/09/2022 del segmento 03, en dirección de viaje B .....	134
<b>Figura 43:</b> Histograma del 12/09/2022 del segmento 04, en dirección de viaje B .....	135
<b>Figura 44:</b> Histograma del 12/09/2022 del segmento 05, en dirección de viaje B .....	136
<b>Figura 45:</b> Nivel de Servicio del Segmento 01 .....	148
<b>Figura 46:</b> Nivel de servicio del segmento 02 .....	157
<b>Figura 47:</b> Nivel de servicio del segmento 03 .....	165

<b>Figura 48:</b> Nivel de servicio del segmento 04 .....	174
<b>Figura 49:</b> Nivel de servicio del segmento 05 .....	183

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AV. - Avenida

CAP. - Capacidad

CD. - Ciudad

EVAL. - Evaluación

NIVEL - Nvl.

SERV. - Servicio

VEH. - Vehicular

AÑO - A.

MES - M.

MUN. - Municipal

INF. - Informe

AUT. - Autoridades

PROY. - Proyecto

TRAF. - Tráfico

VIAL - VI.

EST. - Estudio

COND. - Condición

VIAJ. - Viajeros

DAT. - Datos

## RESUMEN

El exceso de vehículos ligeros, o mototaxis, en las principales vías de la ciudad, como la Avenida Mesones Muro, es el problema. El objetivo del estudio ha sido conocer el aforo de vehículos y el nivel de servicio de la Avenida Mesones Muro de la ciudad de Jaén durante los meses de mayo a septiembre de 2022. El estudio se ha realizado con un enfoque transversal, cuantitativo, descriptivo y no experimental, y se ha circunscrito al tramo de la Avenida Mesones Muro comprendido entre las calles Marañón y Sánchez Carrión. La metodología aplicada ha sido el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM-2010). Mesones Muro, donde se utilizó la técnica del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM-2010) entre las calles Marañón y Sánchez Carrión. Para lograr estos objetivos, el tramo se separó en cinco segmentos. A lo largo de una semana se realizaron mediciones manuales en cada cruce y se establecieron los parámetros geométricos del tramo. Una vez recogidos los datos, se calcularon la composición de los vehículos, la velocidad de flujo libre de base, la velocidad de recorrido y el tiempo de retraso. Tras el procesamiento de los datos, se determinó que la capacidad de vehículos del segmento 02 era de al menos 436 vehículos por hora, mientras que la del segmento 01 era de al menos 880 coches por hora. Se determinó que ofrecen un nivel de servicio E en el sentido de la marcha A, con la excepción del segmento 03, que ofrece un nivel de servicio D, y un nivel de servicio D en el sentido de la marcha B, con la excepción de los segmentos 01 y 02, que ofrecen un nivel de servicio B.

**Palabras clave:** *tráfico vehicular, servicio, horas punta.*

## ABSTRACT

The problem in the city of Jaén is the excess of light vehicles (mototaxis) on its main avenues, such as Mesones Muro Avenue, and the objective of the research was to determine the level of service and vehicle capacity that Mesones Avenue presents. Work in the city of Jaén in the months of May - September 2022, the type of research was non-experimental, descriptive level, quantitative and transversal approach; The investigation was limited to the section of Av. Mesones Muro between Marañón Street and Sánchez Carrión Street, where the methodology of the Highway Capacity Manual (HCM-2010) was used. To achieve these objectives, the section was divided into 5 segments, where the geometric characteristics of the section were first determined and manual gauging was also carried out at each intersection for a week. Once the data was collected, the vehicle composition, base free flow speed, travel speed and delay time were calculated. After processing the data, the results were obtained that segment 02 presented a minimum vehicle capacity of 436 vehicles/hour, and segment 01 presented a maximum vehicle capacity of 880 vehicles/hour. It was concluded that in the direction of travel A, they present a service level E except segment 03 which presents a Service level D, and in their direction of travel B a service level D except Segment 01 and 02, which present a Service level E.

**Key words:** vehicular traffic, service, peak hours.

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Introducción**

La evaluación del nivel de servicio y la capacidad vehicular en las vías urbanas desempeña un papel fundamental en la planificación y gestión del tráfico, así como en la mejora de la movilidad en las ciudades. En este contexto, el presente estudio se enfoca en la avenida Mesones Muro, una importante arteria vial ubicada en la ciudad de Jaén, durante el año 2022. Esta investigación tiene como objetivo principal analizar y comprender el comportamiento del tráfico vehicular en esta vía, así como evaluar la calidad del servicio que ofrece a los usuarios.

La avenida Mesones Muro es una ruta clave que conecta diversas zonas de la ciudad de Jaén, desempeñando un papel esencial en la movilidad urbana y el acceso a servicios y lugares de interés. En un entorno urbano en constante cambio y crecimiento, es crucial mantener un monitoreo constante de su capacidad y nivel de servicio para garantizar una experiencia de conducción segura y eficiente para los ciudadanos.

Este estudio se basa en una exhaustiva recopilación de datos, incluyendo mediciones de flujo vehicular, tiempos de viaje, densidad de tráfico y otros indicadores relevantes. Además, se emplearán herramientas de modelado y análisis de datos para evaluar el desempeño actual de la avenida Mesones Muro en términos de capacidad y nivel de servicio, teniendo en cuenta los patrones de tráfico observados durante el año 2022. Los resultados de esta investigación proporcionaron información valiosa para los planificadores urbanos, las autoridades de tránsito y la comunidad en general. Además,

servieron como base para futuras decisiones relacionadas con la gestión del tráfico y la infraestructura vial en la ciudad de Jaén, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de sus residentes y visitantes, así como promover un sistema de transporte más eficiente y sostenible.

## **1.2. Planteamiento del problema**

A nivel global, las problemáticas relacionadas con la movilidad y el tráfico vehicular incluyen el aumento constante de vehículos en las carreteras, la congestión del tráfico. El transporte en las urbes a nivel internacional como lo es en Bogotá - Colombia, está delegada en las entidades públicas las cuales deben velar por brindar el eficiente servicio de las redes viales, sin embargo, en Bogotá, circulan cerca de 2'400.000 vehículos, Esto significa que por cada 3 habitantes hay un vehículo a motor y por cada motocicleta, 4 carros, lo cual es preocupante por el caos vehicular que hoy día vive en las principales calles de esta ciudad, y de igual manera pasa en otros países latinoamericanos (Ministerio de Transportes Comunicaciones, 2018).

En la ciudad de Lima el parque automotor es demasiado elevado según el Ministerio de Transporte indica que por la AV. Javier Prado circulan más de 15,000 vehículos por hora siendo esta unas de sus avenidas principales, lo cual a los ciudadanos le toma más tiempo de llegar a su destino.

En los últimos años, la ciudad de Jaén ha experimentado un elevado crecimiento del parque automotor, lo que ha generado congestionamiento vehicular, inseguridad e incomodidad para los usuarios de la vía. A esto se puede agregar de que en la mayoría de las vías de la ciudad impera el desorden y la informalidad vehicular por exceso de unidades livianas (mototaxis). Frente a esta problemática, es que se hace el análisis del flujo de tránsito en la Avenida

Mesones Muro en el año 2022, tratando de solucionar lo anteriormente expuesto, expresado a través del siguiente problema.

### **1.3. Formulación del problema**

¿Cuál es el nivel de servicio y capacidad vehicular que presenta la avenida Mesones Muro de la ciudad de Jaén, 2022?

### **1.4. Justificación de la investigación**

#### **1.4.1. Justificación científica**

Se basa en la necesidad de abordar los desafíos que históricamente han afectado la movilidad urbana en la ciudad de Jaén. Durante el año 2022, se reconoció la importancia de llevar a cabo esta evaluación en el contexto de una serie de problemáticas tanto a nivel local como global que requerían una atención científica específica.

#### **1.4.2. Justificación técnica práctica**

Mejora de la Movilidad: La evaluación del nivel de servicio y la capacidad vehicular se traduce en medidas concretas para mejorar la fluidez del tráfico y reducir la congestión. Esto contribuye a una movilidad más eficiente y ahorra tiempo a los usuarios.

Seguridad Vial: Desde una perspectiva técnica, esta evaluación ayuda a identificar puntos críticos en la avenida que pueden requerir medidas de seguridad específicas, como la instalación de señalización, semáforos o pasos peatonales.

#### **1.4.3. Justificación institucional y personal**

Se basa en el compromiso tanto de las instituciones involucradas como del equipo de investigación en abordar las necesidades y desafíos específicos relacionados con la movilidad en la ciudad de Jaén durante ese año. Las

instituciones gubernamentales y locales tienen la responsabilidad de garantizar una infraestructura vial segura y eficiente para los ciudadanos. La evaluación de la capacidad vehicular y el nivel de servicio en la avenida Mesones Muro se alinea con esta responsabilidad.

### **1.5. Delimitación de la investigación**

Esta tesis analiza el nivel de serviciabilidad de la Av. Mesones Muro comprendido entre la Ca. Marañón y la Ca. Sánchez Carrión. Para ello se realiza un inventario (Aforo) de vehículos en una semana de duración, que inicia el 12 de Setiembre de 2022 y finalizó el 18 de Setiembre del mismo año; de 06.30 de la mañana a 08.00 de la tarde.

### **1.6. Limitaciones**

No existen limitaciones.

### **1.7. Objetivos**

#### **Objetivo General**

Determinar el nivel de servicio y capacidad vehicular que presenta la avenida Mesones Muro de la ciudad de Jaén, 2022.

### **1.8. Objetivos específicos**

- ✓ Realizar el levantamiento topográfico del tramo de estudio.
- ✓ Realizar el estudio de tráfico del tramo de estudio.
- ✓ Determinar las características geométricas del tramo de vía objeto del estudio.
- ✓ Determinar la composición del flujo de Tráfico.
- ✓ Determinar el día y la hora de la demanda Máxima.
- ✓ Determinar la demanda máxima por hora y el flujo de demanda máxima para 15 minutos. ( $Q_{15max}$ )

- ✓ Lograr la velocidad libre básico y la velocidad de viaje.
- ✓ Determinar los niveles de servicio en cada estacion que componen el tramo.

## **1.9. Hipótesis**

### **Hipótesis general**

El nivel de servicio que presenta la avenida Mesones Muro corresponde al nivel D y la capacidad de vehicular mayor a 1000 vehículos por hora.

### **Hipótesis nula**

El nivel de servicio que presenta la avenida Mesones Muro corresponde al nivel A y la capacidad de vehicular menor a 1000 vehículos por hora.

## **1.10. Definición de variables**

### **1.10.1. Variable Independiente**

Velocidad de flujo libre base

### **1.10.2. Variable Dependiente**

Nivel de servicio

Capacidad vehicular

### **1.10.3. Operacionalización de las variables**

**Tabla 1: Operacionalización de las variables**

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidad</b>	<b>Instrumento</b>
<b>INDEPENDIENTE: Velocidad de flujo libre base</b>	La velocidad de flujo libre es la velocidad de movimiento promedio de los automóviles directos en condiciones de bajo volumen que viajan a lo largo de un segmento.	Entorno de la calle de la elección, la velocidad del conductor	Límite de velocidad en los puntos de acceso	Mi/h o km/h	HCM 2010
<b>DEPENDIENTE: Nivel de servicio</b>	Nivel de servicio se utiliza para la evaluación de la calidad del flujo.  Es el número máximo de vehículos que pasarían un	Intersección entre la calle Marañon y calle Alfredo Bastos Intersección entre	Evaluar en qué tipo de nivel de servicio (A, B, C, D, E, F) se encuentra la Vía	Tiempos de demora de vehículos en cada intersección	HCM 2010

	<p>punto dado sin la densidad de tráfico que a mayor puede causar un retraso irrazonable, peligro o restricción a la libertad del conductor de maniobrar bajo condiciones favorables.</p>	<p>la calle Alfredo Bastos y calle los Laureles</p> <p>Intersección entre la calle los Laureles y Calle Dos de Mayo</p> <p>Intersección Entre la calle Dos de Mayo y calle Libertad</p> <p>Intersección entre la calle Libertad y</p>	<p>Mesones Muro.</p>		
--	---	---	----------------------	--	--

		la calle Sánchez Carrión			
<b>DEPENDIENTE: Capacidad vehicular</b>	La capacidad se refiere a una tasa de flujo vehicular o personas durante un periodo de tiempo que muy a menudo es de 15 minutos, cuyo principal objetivo es estimar el máximo número de vehículos que el sistema vial puede acomodar con razonable seguridad durante	Composición vehicular (tipo de vehículo: moto lineal, lineal, mototaxis, auto, taxi, camioneta, combi, minibús, bus y camión.	Número de vehículos detenidos en Horas Punta o Pico por cada tipo de vehículo.	% de vehículos según el tipo de vehículos que transitan en la hora pico	Fichas de conteo

	un periodo específico.				
--	------------------------	--	--	--	--

**Tabla 2:** Matriz de consistencia metodológica

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR EN LA AVENIDA MESONES MURO DE LA CIUDAD DE JAÉN, 2022.				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	
¿Cuál es el nivel de servicio y capacidad vehicular que presenta la avenida Mesones Muro de la ciudad de Jaén, 2022?	Determinar el nivel de servicio y capacidad vehicular que presenta la avenida Mesones Muro de la ciudad de Jaén, 2022.	El nivel de servicio que presenta la avenida Mesones Muro corresponde al nivel D y la capacidad de vehicular mayor a 1000 vehículos por hora.	Velocidad de flujo libre base: Velocidad en los puntos de acceso	<p><b>Tipo:</b> No Experimental.</p> <p><b>Nivel o alcance:</b> Descriptivo, se describieron los datos tal como se recogieron.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo y cualitativo.</p> <p><b>Medición:</b> Transversal. Se recolectaron datos en un solo periodo de tiempo.</p>

	<p align="center"><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p>		<p align="center"><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p>	<p align="center"><b>Población de estudio</b></p> <p>La avenida Mesones muro de la ciudad de Jaén</p> <p align="center"><b>Muestra</b></p> <p>La avenida Mesones muro de la ciudad de Jaén.</p> <p align="center"><b>Unidad de análisis</b></p> <p>Fue el nivel de servicio y capacidad vehicular de la avenida Mesones Muro.</p> <p align="center"><b>Unidad de observación</b></p> <p>Fueron cada uno de los puntos tomados en cuenta en el análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular.</p>
	<p>Realizar el levantamiento topográfico del tramo de estudio</p>			
	<p>Realizar el estudio de tráfico del tramo de estudio.</p>		<p>Nivel de Servicio. Evaluar en qué tipo de nivel de servicio (A, B, C, D, E, F) se encuentra la vía</p>	
	<p>Determinar la composición del flujo de Tráfico.</p>		<p>Capacidad vehicular de la vía (congestionamiento del tráfico). Vehículos</p>	
	<p>Determinar la demanda máxima por hora y el flujo de demanda máxima para 15</p>		<p>detenidos en Horas Punta o Pico.</p>	

	minutos. (Q15max)			
	Lograr la velocidad libre básico y la velocidad de viaje.			
	Determinación de los niveles de servicio para las estaciones que componen el tramo.			

### **1.11. Descripción de capítulos**

En el Capítulo I, se presenta la realidad problemática, la formulación del tema de investigación, la hipótesis, la justificación de la investigación, los alcances o delimitaciones y las restricciones del proceso de investigación de acuerdo con el cronograma del proyecto. En el Capítulo II, "Marco Teórico", se describen los antecedentes globales, nacionales y locales que nos ayudan a considerar las investigaciones elaboradas correspondientes al tema de estudio, así como los sustentos teóricos que guían el desarrollo de la presente tesis. Capítulo III: Recursos y Técnicas Describe el enfoque y los métodos que se tomaron en cuenta para el proceso de recolección de datos, así como la ubicación del presente estudio. Además, se incluyen los numerosos instrumentos necesarios para analizar los datos recogidos sobre el terreno. Capítulo IV: Análisis y discusión de los resultados De acuerdo con los objetivos establecidos, se elaboran el análisis y la discusión de los resultados de la investigación, y el capítulo V -que incluye las conclusiones y recomendaciones- los presenta al final. También se incluyen anexos.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes Teóricos**

#### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

Duarte, (2021), en su investigación inicia mencionando que las ciudades del mundo dependen de los sistemas de calles y de avenidas con las que cuentan, por ende el congestionamiento de los vehículos en las avenidas más importantes de la zona urbana usualmente es complicado debido a ello por la falta de fluidez en las horas pico que los transeúntes utilizan estas vías, entonces debido a ello y es que este problema se puede vislumbrar en casi todas las ciudades importantes del mundo, entonces con esa necesidad es que se plantean investigaciones que buscan generar propuestas que ayuden a mejorar el control del tráfico, con ello los beneficiados son los usuarios que transitan diariamente por la avenida que se toma en cuenta, primero para ello se realizó una evaluación de la capacidad que tiene la vía para luego analizar los factores que ocasionaron el tráfico y también las características a nivel de geometría de las intersecciones de esta vía, con ello lo que se pretende es elevar el nivel de servicio y también poder sugerir un sistema de intersección que sea más adecuado, luego de recoger los datos se llegaron a las siguientes conclusiones: que el flujo de los vehículos que transitan por la intersección vial que sea tomado en cuenta en esta investigación representan en su gran mayoría vehículos que son catalogados como livianos con el 96% de volumen máximo de la demanda, mientras que los vehículos pesados fueron del 4% que transitan por esta avenida.

Jerez H y Morales S (2014) realizaron un estudio analizando servicio y también la capacidad vehicular en los puntos cn demanda en el municipio de Azogues. El propósito de este estudio es identificar y proponer soluciones alternativas para aliviar los problemas de tráfico. Analizar los atascos en las intersecciones y, si es necesario, reducir el riesgo de accidentes. Para obtener los datos, se realizó un recuento de vehículos en siete intersecciones representativas para determinar los tipos de vehículos que circulan y determinar las horas pico de tráfico. El estudio consideró intersecciones tanto señalizadas como no señalizadas, lo que resultó en un análisis completo de los volúmenes de tráfico en las intersecciones más representativas de la ciudad de Azorgos. Además de las tres áreas probadas para determinar, se determinaron las condiciones reales del tráfico en siete intersecciones en conflicto. En algunas intersecciones, las recomendaciones generadas no optimizaron el tiempo de conducción, pero lograron beneficios en seguridad vial. Dado que el método utilizado proporciona un análisis aproximado de capacidad y niveles de servicio, se puede utilizar para evaluar necesidades de tráfico, diseño geométrico, planificación semafórica, todos ellos ajustando factores individualmente según el tipo de territorio, ayudando a determinar el correcto comportamiento del vehículo. o tráfico público, siempre que estos resultados se correspondan con la situación real de la flota. Se hicieron recomendaciones para soluciones parciales de bajo costo, como la introducción de una demarcación adecuada, la señalización según el tipo de vía y el ajuste de la sincronización de los semáforos. No se presentaron propuestas para componentes de alto costo porque los volúmenes de tráfico en las intersecciones estudiadas no excedieron la

capacidad y no se requirieron costosas propuestas presupuestarias a largo plazo.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Cornelio, (2019) en su investigación inicia mencionando que la ingeniería de tránsito está referida a la aplicación de la tecnología y de los principios científicos para que se realice la planificación, el diseño funcional, la operación y al mismo tiempo también la gerencia del instalación es teniendo en cuenta cualquier tipo de transporte y con la finalidad de que se proporcione un transporte que sea seguro, rapido y económico, por ende también sea un transporte que sea amigable con el medio ambiente, entonces debido a ello es que el investigador se planteó con investigación evaluó el nivel del servicio mediante el análisis de tráfico en la intersección semáforo izada de la avenida próceres y la avenida minero del distrito de Yanacancha, para ello en la investigación se utilizaron las herramientas del HCM 2000 y SYNCHRO 8, haciendo el uso de estas metodologías se pudieron determinar las tasas de flujo que tiene la saturación y al mismo tiempo también las demoras por el control y las exenciones denominadas máximas de cola, luego de ello se pudieron contrastar con los valores directos que se recogen en el campo y que se obtuvieron a través de la aplicación de la ficha técnica y también la medición directa, para ello en la investigación se pudo concluir que la segunda metodología es la que pudo brindar mejores resultados al momento de ser empleados las tasas de flujo de saturación y que fueron recogidas directamente en el campo.

Chamorro, (2020) en su investigación identificó las intersecciones que tienen gran cantidad de congestionamiento de vehículos, para ello como primer parámetro en la investigación se obtuvo los componentes estáticos y también los componentes dinámicos del tramo de estudio, para ello se utilizaron mediciones, las recopilaciones de datos, los aforos de la cantidad de vehículos, los aforos de los peatones, para recoger estos datos se capacitó a personas que pudieron ayudar en ello, luego de ello se realizaron también filmaciones y también se tomaron algunas muestras aéreas utilizando drones, luego que se obtuvieron los datos para estos componentes que se plantearon en la investigación, se realizaron el procesamiento de ellos y de esa manera poder determinar las secciones transversales, luego de ello los flujo gramas de los vehículos y por ende identificar los ciclos óptimos que deben utilizar cada semáforo en las intersecciones, luego de ello se realizó la construcción del escenario de una simulación en el estado actual, y de esa manera poder culminar la evaluación de los resultados teniendo en cuenta el nivel de servicio de cada escenario, que pudieron utilizarse para tomar la mejor decisión, debido a ello en la investigación se pudo concluir que la mejor alternativa es que en cada punto de intersección existe un semáforo y de esta manera puede mejorar los indicadores para el nivel de movilidad de los vehículos y también de los peatones.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

Paico, (2021) fue ver lo que influye el flujo de vehiculos y el servicio en avenida la paz, esta avenida está ubicada entre las avenidas independencia y también Diego Ferré, para ello el investigador utilizó documento acerca

de capacidades de carreteras del año 2010, y con ello se pudo determinar sus diseño de acuerdo a la geometría que tiene la mencionada vía, luego de ello se realizaron el análisis del aforo vehicular tomando en cuenta los horarios desde las 7:00 h de la mañana hasta las 20:00 h de la noche en un solo día, como intervalos para recoger los datos se utilizaron 15 minutos en una semana, para ello también se utilizaron cámaras digitales y los formatos que se utilizaron para el conteo vehicular, fue de 185 veh/h, 123 veh/h, 217 veh/h, 120 veh/h, 159 veh/h y 133 veh/ h De manera respectiva, luego de ello se realizaron los análisis a nivel del servicio vehicular, para los cuales se obtuvieron resultados en los niveles E, D, E, E, E y E para cada segmento utilizado, luego de ello también se pudo determinar que la influencia de los vehículos en el nivel de servicio de la vía en la que se tomó como muestra de estudio, la escala es 1.

Llanos, (2018) en su trabajo intentó analizar el servicio en el cruce semáforo entre la Avenida Hoyos Rubio y la Avenida Vía de Evitamiento Norte y la calle Manuel Seoane. Se recogieron datos mediante una herramienta de videograbación de tráfico, y además del correspondiente levantamiento topográfico, en cada visita a la zona estudiada también se realizó una recogida de datos de geometría, semáforos y condiciones del tráfico durante una semana. intersección. se obtuvieron, lo cual es la base para el uso del método HCM 2000, que utiliza hojas de cálculo para determinar los niveles de servicio con base en los retrasos promedio de los vehículos. Los retrasos en la primera intersección fueron de 353,7 segundos y los retrasos en la segunda intersección fueron de 191,7 segundos, lo que significa que

ambas intersecciones recibieron el nivel de servicio F, el cual se considera inaceptable e indica problemas con el tránsito de vehículos, por lo que es necesario ofrecer posibles soluciones alternativas. en el que, según las mejoras propuestas, el tiempo de retraso de cada intersección se reduce a 43,5 segundos y 40,4 segundos, respectivamente, optimizando su mantenibilidad al nivel de servicio D.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Teoría de la capacidad de carreteras**

La "Teoría de la Capacidad de Carretera de HCM" hace referencia al Manual de Capacidad de Carreteras (HCM, por sus siglas en inglés), que es una referencia ampliamente utilizada en ingeniería de tráfico y planificación de transporte. Sin embargo, no se atribuye a un autor específico ni tiene una fecha única de creación. En cambio, el HCM ha evolucionado a lo largo del tiempo a través de múltiples ediciones y revisiones.

Este documento de Carreteras se publicó en 1950 por el Instituto de Ingenieros de Tráfico (Institute of Traffic Engineers, ITE) de los Estados Unidos. Desde entonces, ha habido varias ediciones revisadas y actualizadas, siendo la última edición relevante en mi fecha de conocimiento la "HCM 2010" (publicada en 2010).

El HCM proporciona metodologías y pautas para evaluar la capacidad de carreteras y calles, así como ofrecido a los usuarios de estas vías. Incluye modelos matemáticos y análisis de flujo de tráfico para estimar

la capacidad máxima de una carretera bajo diversas condiciones y factores, como la geometría de la vía, la demanda de tráfico, la señalización y el control de intersecciones, entre otros.

Dado que el HCM es un recurso de referencia en ingeniería de tráfico, se ha convertido en una teoría ampliamente aceptada y utilizada en todo el mundo para evaluar y mejorar la capacidad y el nivel de servicio de las carreteras y vías urbanas. Aunque no tiene un autor específico ni una fecha de creación única, ha sido desarrollado y mantenido por una comunidad de expertos en el campo de la ingeniería de tráfico a lo largo de las décadas.

### **2.2.2. Teoría del flujo de tráfico**

La "Teoría del Flujo de Tráfico" es un campo de estudio en ingeniería de tráfico y transporte que se enfoca en entender y modelar el movimiento de vehículos en carreteras y calles. Esta teoría se basa en principios fundamentales que explican cómo se forma y Densidad de Tráfico: La densidad de tráfico se refiere a la cantidad de vehículos por unidad de longitud de una carretera o calle. Se mide en vehículos por kilómetro o milla de carretera. La densidad de tráfico es un factor crítico que afecta el flujo de vehículos y la velocidad.

Velocidad: La velocidad del flujo de tráfico es la velocidad promedio a la que se desplazan los vehículos en una carretera o calle en un momento dado. La velocidad tiende a disminuir a medida que la densidad de tráfico aumenta debido a la interacción entre los vehículos.

Flujo Volumétrico: El flujo volumétrico se refiere a la cantidad de vehículos que pasan por una ubicación específica en una carretera o calle durante un período de tiempo determinado. Se mide en vehículos por hora y es una medida importante para evaluar la capacidad de una vía.

Flujo Estable: Se refiere a una condición de flujo de tráfico en la que la densidad, la velocidad y el flujo volumétrico permanecen relativamente constantes en el tiempo. Se asocia con una operación eficiente de la carretera. se comporta el flujo de tráfico en diferentes condiciones.

### **2.2.3. Topografía**

Es una ciencia que investiga las ideas y los procedimientos para utilizar mediciones con el fin de determinar las ubicaciones relativas de los puntos de la superficie terrestre. El estudio de la superficie terrestre y cualquier técnica que permita representar todas las catástrofes naturales y de origen humano en la superficie se conoce como topografía. La vigilancia y la topografía son las dos funciones principales de la topografía. Los procesos necesarios para recopilar datos sobre el terreno y representar el paisaje en un plano utilizando este patrón se incluyen en la topografía. El proyecto es una reevaluación de los requisitos establecidos en el nivel (García, 1994).

#### **2.2.3.1. Levantamiento topográfico:**

la serie de pasos necesarios para determinar la ubicación relativa de dos o más puntos en la Tierra. La medición de ángulos y distancias,

así como la documentación de las características de cada punto y su explicación, forman parte de estas responsabilidades. La extensión máxima permitida en estos estudios es de 625 km<sup>2</sup>, utilizando el norte magnético como dirección de extensión (Torres, 2009). No se tiene en cuenta la curvatura terrestre.

Un estudio longitudinal es un tipo de estudio cuya característica principal es una anchura inferior a la distancia longitudinal; se utiliza para la construcción de carreteras, ferrocarriles, canales y sondeos fluviales (Torres, 2009).

#### **2.2.3.2. Levantamiento topográfico con estación total**

El telémetro integra cuatro dispositivos -un telémetro láser, un teodolito, una báscula de precisión y un ordenador- para mejorar y agilizar los procedimientos topográficos sobre el terreno. La estación total detecta dos magnitudes diferentes: ángulos y distancias, tanto horizontales como verticales. Guarda las coordenadas (N, E, Z) de detectado, eliminando la necesidad de complicados cálculos, basándose en estas dos variables, así como en la posición actual del dispositivo.

Con el software CAD, digitalice el levantamiento topográfico. Utilizando una estación total, una medición topográfica comienza con dos lugares cuyas coordenadas son conocidas o supuestas; a partir de ahí, se observan y calculan las coordenadas de más terreno (Hernández, 2011).

#### **2.2.4. Nivel de servicio**

Una noción utilizada para calibrar el calibre del flujo de tráfico es el

nivel de servicio. Se trata de una métrica cualitativa que expresa cómo perciben los conductores y/o pasajeros las circunstancias operativas de un flujo de vehículos. Estas circunstancias se explican en términos de variables que incluyen la duración y la velocidad del viaje, la flexibilidad en el movimiento, el confort, la comodidad y la seguridad vial. (Grisales y Cárdenas y Mayor, 2018).

### **2.2.5. Tráfico Vehicular y su estudio**

El estudio de tráfico es crucial, ya que es la única manera de examinar las múltiples opciones que pueden utilizarse en un cruce. Diseñar a largo plazo implica resolver los problemas que puedan surgir en ese cruce más adelante teniendo en cuenta la cantidad de tráfico en una región determinada, así como el tráfico previsto en el futuro.

Las cantidades futuras dependen de diversos factores, como la población, el número de vehículos y el uso de combustible. (Vezaga R., Tapia J., 2006).

#### **2.2.5.1. Medición y parámetros del estudio**

El número total de coches que pasan por un lugar en un determinado periodo de tiempo, como una hora o un día, se conoce como volumen de tráfico. Como resultado, la capacidad de diseño coincide con la mayor demanda que permite un determinado grado de calidad o servicio.

Los siguientes parámetros ayudan en el proceso de medición:

Tráfico horario (TH): La cantidad total de coches que pasan en una hora entera.

Tráfico diario (TD): La cantidad total de coches que pasan en un

día determinado.

El número máximo de coches que pasan por un lugar en un carril o autopista en una hora se conoce como volumen de hora punta, o PHV.

Hora pico (PHF): Dependiendo del día de la semana y del uso típico de la autopista investigada, las cifras de tráfico por hora pueden fluctuar o ser representativas y constantes (Ver Ecuación 1).

La media de los volúmenes diarios declarados que pasan a lo largo de un tiempo determinado, se conoce como tráfico medio diario, o TPD.

El tráfico diario medio semanal (TPDS), el tráfico diario medio mensual (TPDM) y el tráfico diario medio anual (TPDA) son las métricas más utilizadas.

La cantidad de tráfico en un carril o ruta en particular se mide en términos de Tráfico Medio Diario Anual, o TDAA. Para establecer este valor sería deseable disponer de datos procedentes de una estación de recuento permanente que permita conocer las fluctuaciones diarias, semanales y estacionales.

Tráfico total en un año (TTA): TPD multiplicado por la cantidad anual de días.

Los volúmenes en los cruces investigados varían a lo largo del día. Por lo tanto, es esencial comprender cómo varía el volumen durante las horas de máxima demanda y cuánto duran los flujos punta.

Las variaciones intrahorarias, que se producen entre flujos de tráfico a intervalos de una hora o menos, se representan mediante la FHP, que tiene la siguiente definición:

**Tabla 3:** Ecuación volumen de tráfico

$$FHP = \frac{VPH}{12 * V5max} \quad \text{ó} \quad FHP = \frac{VPH}{4 * V15max}$$

Mientras que en las autopistas y cruces hay cuatro horas punta, y en las autovías, doce.

V5max, o el número de vehículos en las autopistas, equivale a cinco minutos seguidos.

El número de vehículos en autopistas y cruces, o V15max, equivale a 15 minutos.

#### **2.2.5.2. Elementos básicos de tránsito**

Los componentes fundamentales que hacen que los flujos de tráfico interactúen entre sí deben analizarse ampliamente para comprender los aspectos operativos de la ingeniería de tráfico. Existen tres componentes fundamentales (Tapia J., Veizaga R. 2006):

El usuario: tanto conductores como peatones.

El tipo de vehículo: comercial, público y privado.

La vía.

#### **2.2.5.3. El usuario**

La concepción, la investigación, el proyecto y el funcionamiento de un sistema de transporte motorizado dependen en gran

medida del comportamiento de sus usuarios. El usuario está relacionado tanto con los conductores como con los peatones.

#### **2.2.5.4. El peatón**

A la hora de determinar los posibles peatones se tiene en cuenta a la población en general, cuyas edades oscilan entre un año y más de cien años.

A excepción de las autopistas, donde casi no hay tráfico peatonal, las avenidas, calles y carreteras suelen ser compartidas tanto por peatones como por automóviles.

Una de las principales causas de los problemas de tráfico en las ciudades son los peatones en las avenidas y calles. Los accidentes de peatones se deben sobre todo a que no respetan las zonas peatonales designadas, lo que puede atribuirse a diversos factores, entre ellos la ignorancia. Por ello, es importante considerar a los peatones tanto víctimas como contribuyentes a estos problemas.

#### **2.2.5.5. El conductor**

Es el componente más significativo del tráfico, de los vehículos y dependen en gran medida de cómo se adapten a las características de la ruta y al flujo del tráfico. Al analizar las respuestas de los conductores se tienen en cuenta los factores que afectan a su salud física y mental, sus conocimientos, su estado emocional, su cansancio y las variables ambientales.

#### **2.2.5.6. El vehículo**

Se podría argumentar que la relación población/coche sirve como

indicador del desarrollo de una región determinada, ya que en ciertas naciones el aumento del número de automóviles no sólo ha mejorado el transporte, sino que también ha elevado el nivel económico general.

La siguiente información sobre el número de coches por cada 1000 habitantes en Perú la proporciona el Ministerio de Transportes y Comunicaciones utilizando sus indicadores (Figura 1).

Es el punto de conexión entre el conductor y la carretera; sus atributos vienen en una variedad de formas, dimensiones y pesos. (Blázquez Bañón y García Beviá, 2000).

#### **2.2.5.7. Clasificación vehicular**

Según la DIRECTIVA N°002-2006-MTC/15 del Ministerio de Transportes del Perú, del Registro Vehicular. A continuación, se observa los vehículos:

Los automóviles de menos de cuatro ruedas corresponden a la Categoría L.

L1: Vehículos de dos ruedas con una capacidad máxima de 50 cm<sup>3</sup> y una velocidad máxima de 50 km/h.

L2: vehículos de tres ruedas con una capacidad máxima de 50 cm<sup>3</sup> y una velocidad máxima de 50 km/h.

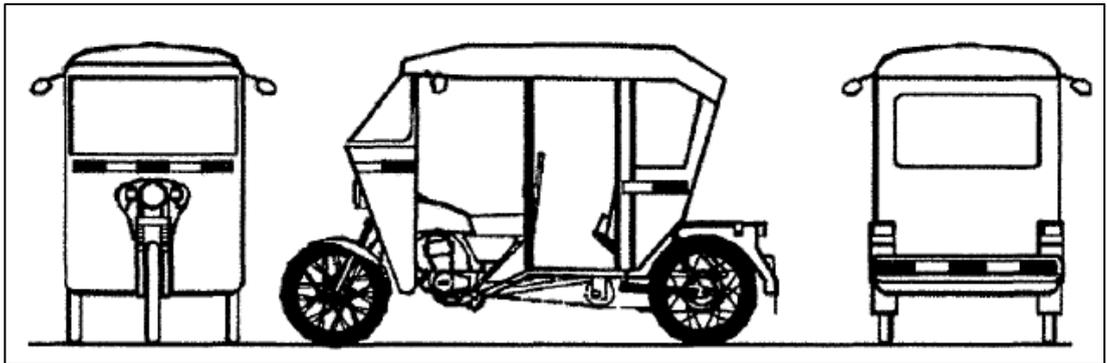
L3: vehículos de dos ruedas con un volumen superior a 50 cm<sup>3</sup> o una velocidad superior a 50 km/h.

L4: Automóviles de tres ruedas que sean asimétricos con respecto al eje longitudinal del vehículo y que tengan un volumen

superior a 50 cm<sup>3</sup> o una velocidad superior a 50 km/h.

L5: Automóviles con tres ruedas simétricas respecto al eje longitudinal, con un volumen superior a 50 cm<sup>3</sup> o una velocidad superior a 50 km/h, y un peso bruto del vehículo no superior a una tonelada.

**Figura 1:** Vehículo de categoría L



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrales Vehiculares.

Clase M: Vehículos de motor de cuatro ruedas o más destinados y contruidos para el transporte de pasajeros.

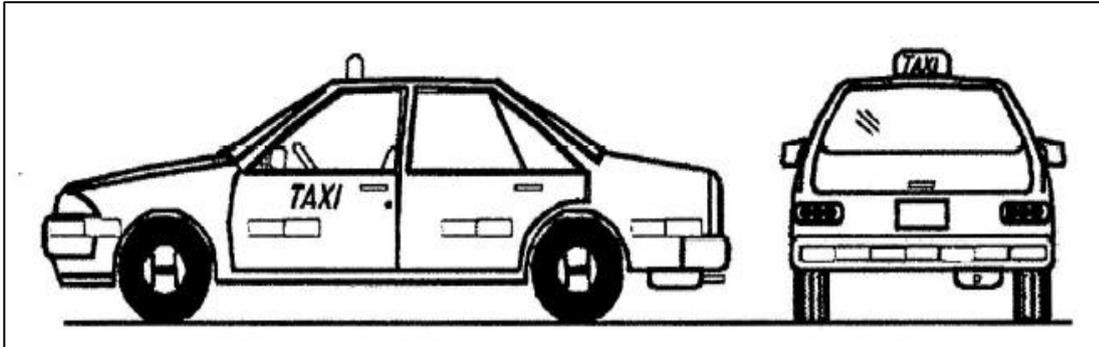
Creados y contruidos pensando en el transporte de pasajeros.

M1: Automóviles sin asiento del conductor que tienen ocho plazas o menos.

M2: Automóviles con más de ocho plazas -pero sin el asiento del conductor- y un peso bruto no superior a cinco toneladas.

M3: Automóviles con ocho o más plazas.

**Figura 2:** Vehículo categoría M1



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrales Vehiculares.

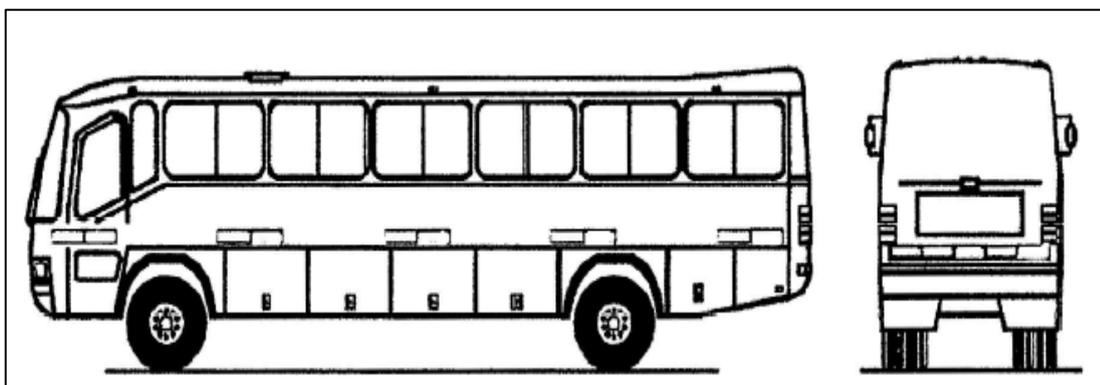
En función de la disposición de los pasajeros, los vehículos de las clasificaciones M2 y M3 se clasifican de la siguiente manera:

Clase 1: Automóviles diseñados con secciones para pasajeros de pie que permiten la reubicación frecuente de pasajeros.

Clase 11: Vehículos construidos principalmente para transportar pasajeros sentados con la opción de transportar pasajeros de pie en el pasillo y/o en un área no mayor que la que puede acomodar dos asientos dobles.

Clase 111: Automóviles construidos específicamente para transportar personas sentadas.

**Figura 3:** Vehículos categoría M2 y M3



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrales Vehiculares.

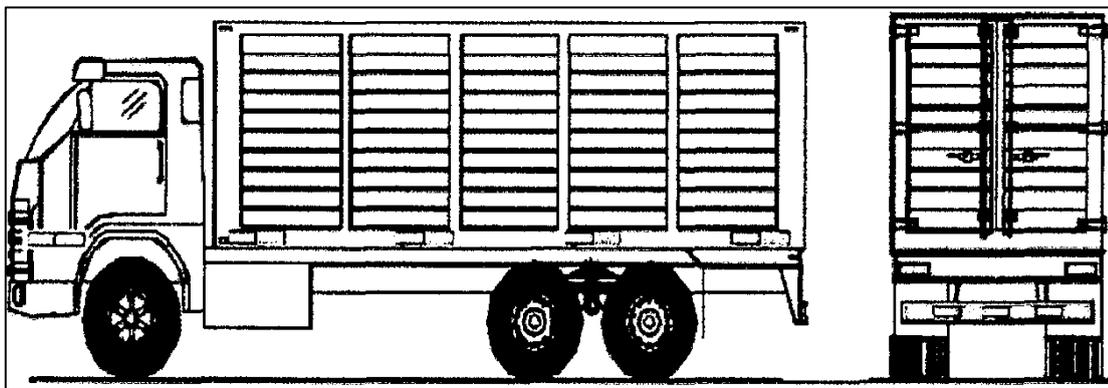
Categoría N: Automóviles de cuatro ruedas o más contruidos y destinados al transporte de mercancías.

N1: Automóviles con un peso bruto vehicular de poco más de 3,5 toneladas.

N2: Automóviles con un peso bruto hasta 12 toneladas, es decir, superior a 3,5 toneladas.

N3: Automóviles con un peso bruto superior a 12 toneladas.

**Figura 4:** Vehículo categoría N



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrales Vehiculares.

Los remolques, especialmente los semirremolques, pertenecen a la categoría O.

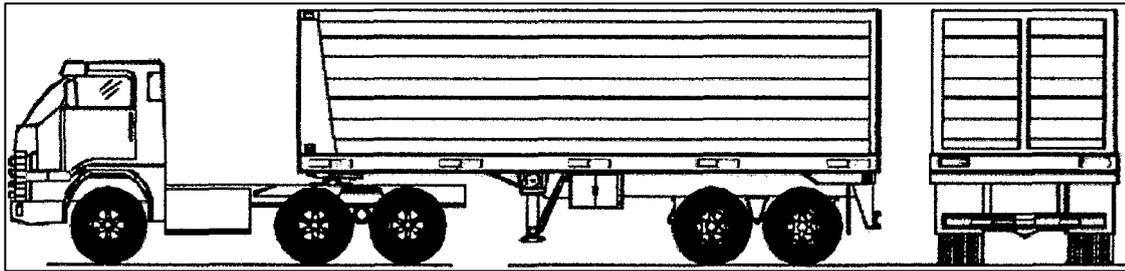
O1: Remolques cuyo peso bruto no supere las 0,75 toneladas.

O2: Remolques con un peso bruto superior a 0,75 toneladas hasta 3,5 toneladas.

O3: Remolques con un peso bruto comprendido entre 1,0 y 3,5 toneladas.

O4: Remolques de peso bruto del vehículo superior a diez tn.

**Figura 5:** Vehículo categoría O



Fuente: MTC.

#### **2.2.5.8. Combinaciones especiales**

S: Además, los siguientes tipos de vehículos de clase M, N u O se utilizan para transportar personas o productos y tienen una finalidad particular, que requiere el uso de carrocerías y/o equipos personalizados:

SA: Remolques.

SB: Vehículos blindados para transportar objetos de valor.

SC: Vehículos de rescate.

SO: Coches funerarios.

Los símbolos de las categorías a las que pertenecen deben ir unidos a los símbolos SA, SB, SE y SO, por ejemplo: Una ambulancia que se transforme a partir de un vehículo de categoría N1 se denominará N1 se.

#### **2.2.5.9. El sistema vial**

Se denomina sistema viario a la red de carreteras y autopistas que conectan un lugar determinado con el resto de vías exteriores circundantes y permiten el tránsito de vehículos entre dos lugares situados dentro de la zona. Urbanas e interurbanas son las dos categorías de grandes redes básicas (Bañón Blázquez y Beviá

García, 2000).

#### 2.2.5.10. Clasificación de vías urbanas

Esta clasificación se adhiere a la norma CE.010 para pavimentos urbanos especificada por el Reglamento Nacional de Edificación (Reglamento Nacional de Edificación, 2021).

La tabla indica que el número de puntos de consulta variará en función del tipo de ruta.

**Tabla 4:** *Número de puntos de investigación*

<b>TIPO DE VÍA</b>	<b>NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>
Expresas	1 cada	1000
Arteriales	1 cada	1200
Colectoras	1 cada	1500
Locales	1 cada	1800

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2021).

Autopistas: Definen la conexión entre la red viaria urbana e interurbana. Tienen condiciones de accesibilidad limitadas, circulación rápida y muchos automóviles a cuestas. No está permitido estacionar, descargar mercancías ni permitir la circulación peatonal.

Vías arteriales: Tienen una accesibilidad mínima, pero permiten una circulación de vehículos de fluidez media-alta. Estas vías deben incluirse en la red de autopistas para facilitar el flujo de tráfico eficiente hacia las rutas locales y colectoras.

Vías colectoras: en ocasiones, rápidas. Atiende a residencias cercanas, así como a vehículos que pasan. Las vías de este tipo suelen denominarse Jirón, Vía Parque o incluso Avenida.

Caminos Locales: Sólo están obligados a transportar el tráfico propio y sirven principalmente como medio de acceso a los lotes. Son transitables para coches ligeros, proporcionan aparcamiento y permiten la circulación peatonal sin obstáculos. Para este tipo de recorrido se han utilizado los términos generales avenida, calles y pasillos.

Caminos de Diseño Especial: Son todos los caminos cuyas características no encajan en las categorías previamente definidas. Los siguientes son algunos ejemplos: Vías de acceso peatonal a frentes de lotes.

Senderos, paseos y paseos marítimos.

Calles que cruzan con parques, plazas o plazoletas.

#### **2.2.5.11. Volúmenes de tránsito**

El objetivo del tráfico es recopilar datos sobre cómo se mueven las personas y/o los vehículos a través de determinadas ubicaciones o segmentos de una red de carreteras. Dado que las estadísticas del volumen de tráfico de una investigación se expresan en relación con el tiempo, es factible crear estimaciones precisas del nivel de servicio que reciben los clientes. (Cárdenas Grisales y Cal y mayor, 2018).

#### **Definiciones generales:**

De acuerdo con Cárdenas Grisales y Cal y Mayor (2018), en el campo de la ingeniería de tránsito, la medida fundamental más crucial consiste en llevar a cabo el recuento de vehículos o aforo, ya sea de automóviles, ciclistas, pasajeros o peatones. Estos recuentos

se efectúan con el propósito principal de obtener cuatro parámetros interrelacionados, los cuales, aunque se expresan en unidades similares o idénticas, poseen significados distintos. A continuación, se presenta un desglose detallado de cada uno de estos parámetros.

**a. Volumen (Q):**

El volumen es la cantidad de vehículos que pasa sobre una sección de vía durante un periodo de tiempo. (Montoya, 2005).

$$Q = \frac{N}{T}$$

**Donde:**

Q = Número de autos que pasan en un periodo determinado (autos/periodo).

N es el número total de autos que están pasando.

T = Intervalo de tiempo definido.

**b. Tasa de flujo (q):**

Se define como la cantidad de carros que atraviesa cada sección de carretera en un lapso inferior a 60 minutos, expresada en términos horarios (Montoya, 2005).

**c. Demanda:**

La cantidad de vehículos que intentan atravesar un punto en un periodo específico, incluyendo tanto el volumen como los vehículos que aún permanecen en espera en la cola, es la definición de la tasa de flujo, según Correa (2021).

#### **d. Capacidad:**

Según Correa (2021), se refiere al mayor número de vehículos que pueden pasar por una parte homogénea de la carretera en un cierto período de tiempo.

#### **Volúmenes de Tránsito Absolutos o Totales:**

Se trata del número completo de vehículos que atraviesan una sección de la vía en un periodo específico, variando según la duración de dicho periodo. Se pueden identificar los siguientes:

Según la duración del lapso:

El número total de vehículos que cruzan en un año determinado ( $T=1$  año) se conoce como recuento anual de tráfico, o TA.

El número total de coches que cruzan en un mes determinado ( $T=1$  mes) se denomina tráfico mensual (TM).

El número total de coches que cruzan en una semana concreta ( $T=1$  semana) se representa como tráfico semanal (WT).

El número de coches que pasan en un día concreto ( $T=1$  día) se representa por Tráfico diario (TD).

Se denomina Tráfico Horario (TH).

Cuando  $T$  es inferior a una hora, la cantidad total de vehículos que pasan en un periodo inferior a una hora se representa mediante el flujo de tasa.

Es significativo observar que, en cualquiera de las situaciones mencionadas, los periodos de tiempo indicados -un año, un mes, una semana, un día, una hora y menos de una hora- no coinciden necesariamente de forma cronológica. Pueden ser 365 días

consecutivos, 30 días consecutivos, 7 días consecutivos, 24 horas consecutivas, 60 minutos consecutivos o periodos inferiores a una hora, según Cal y Cárdenas (2000: 153).

Volúmenes medios diarios de tráfico:

El número total de vehículos que transitan en un periodo de tiempo determinado, medido en días enteros, que sea igual o inferior a un año y superior a un día se conoce como tráfico medio diario (TPD). Se calcula tomando el número total de coches en el periodo y dividiéndolo por el número total de días del periodo. Así se obtienen las cifras equivalentes de tráfico medio diario semanal, mensual y anual. El TPD se mide en coches por día, como han aclarado Cárdenas Grisales y Cal y Mayor (2018).

### 1. Tránsito promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = \frac{TA}{365} \dots (\text{Ecuación ... 3})$$

Dónde: TA = Tránsito anual

### 2. Tránsito promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDM = \frac{TM}{30} \dots (\text{Ecuación ... 4})$$

Dónde: TM = Tránsito mensual

### 3. Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{TS}{7} \dots (\text{Ecuación ... 5})$$

Dónde: TS = Tránsito semanal

### Volúmenes de Tránsito Horarios:

Se emplean los flujos de tráfico por hora en los estudios

operativos, ya que la intensidad del tránsito experimenta notables cambios a lo largo de las 24 horas del día, según señala Navarro (2018). A continuación, se detallan los distintos flujos de tráfico por hora.

**a. Volumen horario máximo anual (VHMA):**

Representa el volumen de tráfico que se registra en un momento específico de un carril o sección de una vía a lo largo de un año determinado. Corresponde a la hora con el mayor volumen de tránsito entre las 8,760 horas que componen el año, según lo explicado por Navarro (2018).

**b. Volumen horario de máxima demanda (VHMD):**

Esto es el número mayor de autos que circulan por una ubicación específico de un carril o carretera en una hora. También se conoce como Volumen de Hora Pico (VHP). Nos referimos al periodo de tiempo durante el cual el volumen horario alcanza su máximo como la "hora pico". Según Navarro (2018), estos volúmenes de hora pico son esenciales para el diseño de carreteras y diversas evaluaciones operativas.

**c. Volumen horario de proyecto (VHP):**

En carreteras con un flujo considerable de vehículos, la planificación se basa en el volumen horario de diseño (VHD), que define las especificaciones necesarias para el proyecto con el fin de prevenir la congestión y garantizar condiciones de servicio aceptables. El volumen horario de

proyecto se calcula como un porcentaje, oscilando entre el 12% y el 18% del IMDA (TPDA) proyectado para el año objetivo del proyecto, según lo indicado por DG (2018).

#### **2.2.5.12. Uso de volúmenes de tránsito**

La información sobre los flujos de tráfico encuentra aplicaciones significativas en diversos campos. En Ingeniería de Tránsito, se utiliza para llevar a cabo estudios que abarcan:

Análisis de la capacidad y niveles de servicio en distintos tipos de vías.

Caracterización de los flujos de vehículos.

Zonificación de las velocidades.

Determinación de las necesidades de dispositivos para el control del tráfico.

Investigación sobre estacionamientos.

Dada la naturaleza dinámica de los volúmenes de tráfico, es esencial comprender las variaciones que experimentan de manera periódica durante las horas de mayor demanda, a lo largo del día, durante la semana y a lo largo de los meses del año.

También se deben considerar las variaciones en función de la distribución por carriles, la dirección y la composición de los flujos de tráfico, según lo señalado por Correa (2021).

#### **2.2.5.13. Distribución y composición del volumen de tránsito**

Se utilizan porcentajes para evaluar la composición vehicular en proporción al volumen total. El rendimiento de una carretera se ve significativamente influenciado por el tipo de vehículos que la

utilizan. La operación de la carretera se ve afectada de manera diferente cuando está presente un vehículo pesado cargado en comparación con un automóvil contemporáneo y bien mantenido que solo transporta al conductor. Los camiones pesados cargados suelen moverse más lentamente y pueden obstaculizar los patrones de tráfico regulares de otros automóviles. Por lo tanto, según explica Correa (2021), la presencia de estos vehículos en la carretera puede interferir con el flujo normal del tráfico.

#### **2.2.5.14. Variación del volumen de tránsito en la hora máxima**

A menos que haya una distribución uniforme, un flujo constante durante toda la hora. Esto sugiere que hay intervalos breves durante la hora de máxima demanda en los que las tasas de flujo son notablemente mayores que el promedio horario. La idea del Factor de Hora de Máxima Demanda (FHMD) se utiliza para comprender esta variación. Esta variable indica la distribución de flujos de tráfico durante momentos de alta demanda. Se muestra cuando el FHMD es igual a uno. Valores significativamente menores que uno intervalos breves a lo largo de la hora. (Grisales-Cárdenas y Cal y Mayor, 2018).

De manera que, el FHMD se define como la relación entre el Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) y el volumen máximo ( $Q_{max}$ ) medido en un punto específico dentro de esa hora. La siguiente es su fórmula:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{t\text{máx}})} \dots (\text{Ecuación ... 6})$$

**Donde:**

N: Cantidad de segmentos temporales en 60 minutos.

Estos segmentos temporales, que pueden tener duraciones de 5, 10 o 15 minutos, siendo el último el más comúnmente empleado, determinan el factor de la hora de máxima demanda de la siguiente manera:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{15\text{máx}})} \dots (\text{Ecuación ... 7})$$

Esta variable muestra la distribución de flujos de tráfico en esa hora específica. Cuando el valor más alto del factor es uno, significa que los flujos máximos se distribuyen uniformemente a lo largo de toda la hora. Por el contrario, valores mucho menores que uno indican concentraciones de flujos máximos en breves intervalos durante la hora (Cal y Cárdenas, 2000).

**2.2.2. SemafORIZACIÓN**

**2.2.3. Semáforos:**

Estos son dispositivos electromagnéticos y eléctricos que generan luces visibles en colores bien reconocidos como rojo, amarillo y verde para ayudar a regular el tráfico tanto para automóviles como para peatones. Según Cárdenas Grisales y Cal y Mayor (2018), la función principal de los semáforos es permitir la alternancia de flujos de tráfico, logrando así un uso seguro y regulado del espacio disponible. Se presentan dos conceptos distintos para la intersección señalizada: la fase y el ciclo, al considerar las diferentes combinaciones de

luces rojas y verdes que pueden encenderse simultáneamente en toda la intersección (Bañón Blázquez y Beviá García, 2000).

Fase: Este término hace referencia al tiempo durante el cual se permite realizar un movimiento específico en la intersección, es decir, corresponde al periodo en el cual el semáforo muestra luz verde.

Ciclo: Se refiere al tiempo necesario para que se repitan las mismas condiciones de control en una intersección. En otras palabras, es la suma de los tiempos de todas las fases y los intervalos de transición entre ellas (o dorado).

#### **2.2.4. Capacidad**

La capacidad de un dispositivo vial ya sea una carretera, una intersección o una estación, es la mayor cantidad de elementos (vehículos, pasajeros, carga) que puede albergar en un período de tiempo determinado bajo ciertas circunstancias. También puede conceptualizarse como el flujo máximo que el dispositivo vial puede procesar o permitir (Fernández, 2010). Bañón Blázquez y Beviá García (2000) afirman que consideraciones de tráfico, especialmente la composición, así como las cualidades fundamentales de la carretera, como la calidad del pavimento y la geometría, afectan la capacidad. También deben tenerse en cuenta las condiciones ambientales y meteorológicas, así como las leyes de tráfico. La capacidad de la carretera también se ve influenciada por el conductor, incluyendo su actitud, experiencia y estado físico, según Fernández (2010).

Según una investigación de Alcántara (2018), la capacidad máxima de tráfico del segmento analizado es de 1600 vehículos por hora en una sección de la Esta capacidad incluye los dos carriles que componen toda la ruta.

#### **2.2.4.1. Criterios de análisis de capacidad y niveles de servicio**

Los elementos externos que influyen en el nivel de servicio, como factores físicos, son medibles en momentos oportunos. En contraste, los factores internos, dada su variabilidad, deben evaluarse durante el periodo de mayor flujo, como lo ejemplifica el factor de la hora de máxima demanda. La distribución del flujo de vehículos en este periodo no es uniforme, por lo que resulta conveniente determinar la proporción del flujo para un segmento máximo dentro de la hora de máxima demanda, generalmente en intervalos de 15 minutos (Fernández, 2010).

En términos generales, los estudios de capacidad no se realizan para determinar cuántos automóviles puede albergar una sección específica de una carretera, avenida o calle. En cambio, se intenta que opera una cierta porción o la tasa máxima de flujo permitida dentro de un nivel de servicio dado. De vez en cuando, se lleva a cabo un análisis para prever los flujos o volúmenes y el tiempo necesario para alcanzar la capacidad de ese segmento (Fernández, 2010).

Los automóviles en una autopista, carretera o calle pueden albergar en un tiempo determinado, o el flujo de servicio, es directamente proporcional al nivel de calidad del servicio, calle o autopista. Después de esto, pueden darse circunstancias menos que perfectas, como el nivel F, pero el flujo de servicio realmente disminuye en lugar de aumentar.

En el pasado, la principal métrica utilizada para determinar la calidad del servicio era la velocidad. Sin embargo, los métodos modernos tienen en cuenta otras indicaciones además de la velocidad, como la densidad en

casos de flujo continuo y la demora en casos de flujo discontinuo.

Además una métrica clave para evaluar qué tan bien un sistema vial está utilizando su capacidad y, a su vez, cómo está siendo atendido.

Dependiendo del problema específico, esta conexión puede ser entre el flujo de servicio y la capacidad o entre el flujo de demanda y la capacidad. El flujo refleja el flujo de demanda en situaciones donde se conocen la capacidad y la demanda, y el objetivo es determinar el grado de servicio. El flujo indica el posible flujo de servicio en ese nivel cuando se conoce la capacidad y se define un cierto nivel de servicio (Fernández, 2010).

#### **2.2.4.2. Medidas de eficiencia**

**Tabla 5:** *Medidas de eficiencia*

Tipo de Infraestructura vial	Medidas de Eficiencia
<b>Autopistas</b>	
Segmentos básicos	Densidad, velocidad, relación, volumen a capacidad.
Tramos de entrecruzamientos	Densidad, velocidad.
Rampas de enlaces	Densidad.
<b>Carreteras</b>	
Múltiples carriles	Densidad, velocidad, relación volumen a capacidad.
Dos carriles	Velocidad, % de tiempo de seguimientos.
<b>Intersecciones</b>	
Con semáforos	Demora por controles.
De Prioridad	Demora por controles.
Arterias urbanas	Velocidad de recorrido.
Transporte colectivo	Frecuencia, horas de servicio, carga de pasajeros.
Ciclo rutas	Eventos, demoras, velocidad.
Peatones	Espacio, eventos, demoras, velocidad.

Fuente: TRB, Highway Capacity Manual. HCM2010.

#### 2.2.4.3. Nivel de servicio

El concepto de nivel de servicio es un esfuerzo por caracterizar las circunstancias operativas del volumen de tráfico. Cuando es concepto surgió por primera vez, se utilizaba para analizar las características operativas de una carretera, teniendo en cuenta variables como comodidad, conveniencia, seguridad, maniobrabilidad, (Cárdenas Grisales y Cal y Mayor, 2018).

Aunque los profesionales del transporte priorizan mediciones cuantitativas de estos aspectos, resulta útil para comunicarse con la población en

general. Niveles de servicio, con las categorías "A" a "F" siendo las más altas. Según HCM (2010), el nivel "A" denota condiciones de flujo libre, el nivel "E" muestra circunstancias de volumen a capacidad, y el nivel "F" señala situaciones de congestión grave.

Existen dos formas distintas de flujo en ingeniería de tránsito:

Flujo Continuo: Caracterizado por carreteras sin objetos estacionarios que obstaculicen el movimiento, como señales de alto o semáforos.

Flujo Discontinuo: Involucra elementos estacionarios, como señales de alto y semáforos, que interrumpen periódicamente el flujo de tráfico.

Intersecciones semaforizadas, intersecciones no semaforizadas (controladas por señales de alto y ceda el paso), arterias, transporte público, bicicletas y peatones son algunos ejemplos.

#### **2.2.4.3.1. Metodología HCM – 2010**

Se ha empleado, específicamente diseñado para vías urbanas, con el fin de evaluar el nivel de servicio y la capacidad vehicular del tramo propuesto.

#### **2.2.4.3.2. Metodología HCM - 2010 para segmentos de calle urbana**

La técnica del Capítulo 17 puede ser utilizada en segmentos de carreteras suburbanas o urbanas que tengan flujos de tráfico vehicular ya sea unidireccionales o bidireccionales, y pueden ser calles arteriales o colectoras. En este caso, las intersecciones en el segmento pueden o no tener señales. El Manual de Capacidad de Carreteras - 2010 aborda flujos de tráfico mixtos, donde los automóviles conforman el grupo predominante, e incluye información sobre automóviles,

camiones, motocicletas y otros vehículos. Está especialmente destinado a evaluar el rendimiento del vehículo desde la perspectiva del conductor. Es importante destacar que la técnica plantea los siguientes puntos a tener en cuenta:

**a) Límites de análisis:**

Los límites de la región de impacto operativo de cada cruce y los límites del derecho de paso de la autopista definen el alcance del análisis del segmento. En cada segmento coincidente, esta región de impacto se proyecta hacia atrás desde el nudo. Los límites de análisis de cada cruce deben determinarse teniendo en cuenta las circunstancias del periodo de análisis. En realidad, en cada tramo de intersección, la zona de efecto debe extenderse hacia atrás desde la línea de parada al menos 250 pies, o unos 76,5 metros.

**b) Período de estudio y periodo de análisis:**

El marco temporal que se evalúa utilizando una única aplicación del enfoque se denomina periodo de análisis. Por otro lado, el periodo de estudio abarca el marco temporal para la evaluación del rendimiento y puede incluir uno o más periodos de análisis posteriores. El MANUAL DE CAPACIDAD VIAL - 2010, siendo la evaluación del periodo de análisis punta de quince minutos la siguiente. Los registros de tráfico deben estar disponibles para esta evaluación.

**c) Definición de segmento de calle urbana:**

Llevar a cabo el estudio, la autopista se divide en tramos y funcionan juntos para dar servicio a los vehículos. Estos componentes están formados por puntos y conexiones. Una intersección designa un lugar, que es la frontera entre enlaces. Un enlace, por su parte, describe un tramo de carretera que conecta dos ubicaciones. Un segmento se define como una conexión y los puntos que forman sus límites. Evaluación precisa del rendimiento total del segmento, es necesario evaluar conjuntamente la conexión y sus puntos limítrofes. Se integran las métricas de rendimiento del punto descendente y del enlace para un determinado sentido de la marcha a lo largo.

**d) Longitud del segmento**

Los segmentos cortos son aquellos que cumplen con una o ambas de las siguientes condiciones y no pueden ser analizados utilizando los métodos descritos anteriormente:

Durante el tiempo de análisis, la fila de vehículos a menudo se desborda de una intersección a otra.

En la intersección aguas abajo, la fase verde está activa durante más tiempo del necesario para permitir el paso de los vehículos.

Hablando en términos generales, los segmentos con una longitud inferior a 400 pies (121.92 metros) y con límites marcados por intersecciones señalizadas pueden encontrarse

con una o ambas de estas circunstancias.

**e) Niveles según la metodología**

La relación entre el volumen y la capacidad de estos vehículos y la velocidad de desplazamiento de los vehículos de tránsito directo son las dos medidas de rendimiento que se utilizan como criterios para evaluar la calidad del servicio de transporte de vehículos en un determinado sentido de la marcha a lo largo de un segmento de autopista urbana. Los pasajeros pueden ver y medir estas dos medidas sobre el terreno. A continuación, se ofrece información sobre cada una de estas métricas:

Velocidad de viaje: Esta velocidad se calcula para los vehículos de tránsito directo y tiene en cuenta los retrasos en los cruces aguas abajo, así como las variables que afectan al tiempo de viaje a lo largo del enlace.

Relación volumen/capacidad: Esta ratio muestra el nivel de movilidad que ofrece el tramo y se calcula para el movimiento directo en la conexión aguas abajo.

**Tabla 6:** *Muestra los diferentes niveles de servicio que establece la metodología mencionada.*

Velocidad de desplazamiento como porcentaje de la velocidad base de flujo libre (%)	Nivel de servicio por relación volumen - capacidad	
	$\leq 1.0$	$\geq 1$
>85	A	F
>67-85	B	F
>50-67	C	F
>40-50	D	F
>30-40	E	F
$\leq 30$	F	F

Fuente: HCM, 2010. Traducido al español.

Los distintos niveles de servicio según el HCM-2010 son los siguientes:

Nivel de servicio A: La principal descripción de este nivel es el funcionamiento a flujo libre, en el que los automóviles pueden circular sin encontrar muchas barreras importantes. La velocidad de circulación es superior el retraso en el cruce límite es insignificante.

Nivel de servicio B: Este nivel describe una circulación comparativamente libre de obstáculos. La demora en la intersección límite es insignificante a pesar de una pequeña restricción en la movilidad.

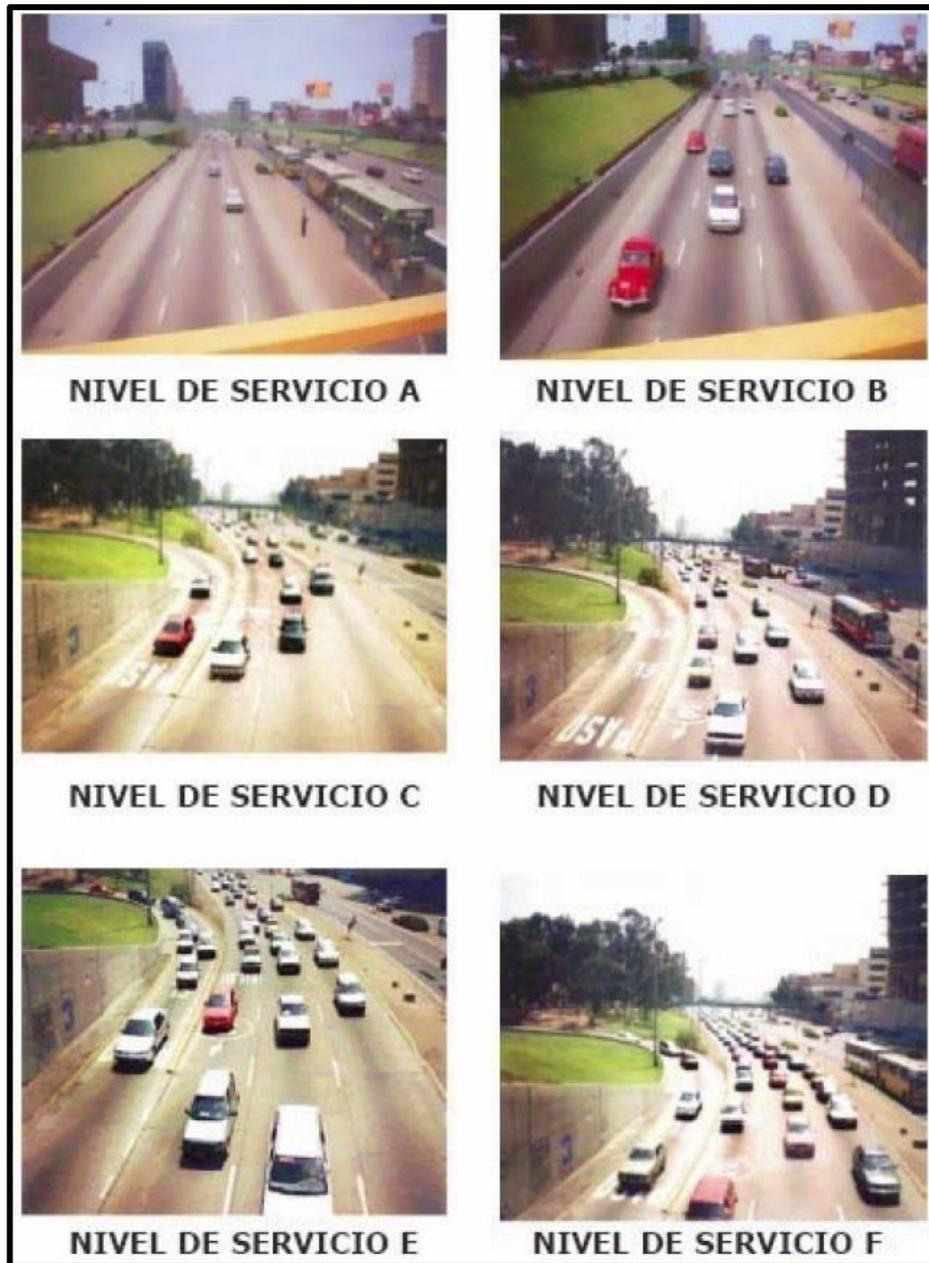
En comparación con el Nivel B, el Nivel de Servicio C describe una operación estable en la que la movilidad puede estar más restringida, sobre todo en posiciones de segmento medio. Las velocidades de viaje más bajas pueden ser el resultado de líneas más largas que se forman en el cruce de límites. La relación volumen/capacidad se limita a 1,0 y la velocidad de circulación se sitúa entre el 50% y el 67% de la velocidad básica de flujo libre.

Nivel de servicio D: Este nivel denota un estado menos estable en el que pequeños aumentos de flujo pueden provocar retrasos apreciables y ralentizaciones del tiempo de tránsito. Este procedimiento puede verse afectado por elementos como un volumen excesivo, una progresión desfavorable de las señales de tráfico o una temporización incorrecta de las señales de tráfico en el cruce límite. La velocidad de viaje se sitúa entre el 40% y el 50% de la velocidad base de flujo libre, y la relación volumen/capacidad no supera 1,0.

Nivel de servicio E: La relación volumen-capacidad no supera 1,0, y la velocidad de circulación se sitúa entre el 30% y el 40% de la velocidad base de flujo libre. La progresión adversa, el volumen excesivo y la temporización insuficiente de las señales en el paso fronterizo pueden contribuir a la falta de fiabilidad del sistema y a los retrasos notables.

Nivel de servicio F: Este nivel se caracteriza por un flujo muy lento y una alta probabilidad de congestión en el cruce fronterizo, que se manifiesta en tiempos de espera prolongados y retrasos significativos. O bien la velocidad de circulación es igual o inferior al 30% de la velocidad de base de circulación libre, o bien la relación volumen/capacidad es superior a 1,0.

**Figura 6** *Clases de nivel de servicio*



Fuente: HCM, 2010.

**f) Datos de entrada requeridos en la metodología HCM – 2010**

La información se detalla en la tabla número 6, debiendo ser especificada de manera individual en cada viaje y también el segmento límite.

**Tabla 7** Requisitos de datos de entrada: modo autom6vil

CATEGORÍA DE DATOS	LOCALIZACIÓN	ELEMENTO DE DATO DE ENTRADA
<b>Características del tráfico</b>	Intersección limite	. Tasa de flujo de demanda
	segmento	. Tasa de flujo del segmento medio
<b>Diseño geométrico</b>	Intersección limite	. Número de carriles
		. Ancho de intersección aguas arriba
	segmento	. Número de carriles directos
		. Número de carriles en los puntos de acceso
		. Longitud del segmento
		. Longitud mediana restrictiva
		. Proporción de segmento con bordillo
		. Número de aproximaciones de punto de acceso
<b>otros</b>	segmento	. Duración del periodo de análisis
		. Límite de velocidad
<b>Medidas de desempeño</b>	Intersección limite.	. Demora del control directo (de <u>tráns.</u> Directo)
		. Capacidad
Segmento		. Demora del segmento medio

Fuente: HCM, 2010. Traducido al español

No se han incluido los datos de entrada específicos, incluida la longitud de la bahía de giro, que figuran en el manual, ya que la sección examinada carece de características específicas. La tabla anterior ofrece una descripción completa de cada dato de entrada que corresponde a las distintas categorías.

**g) Datos de las características del tráfico**

Estas cifras describen el flujo de vehículos de motor en la carretera durante todo el periodo de investigación.

Caudal de demanda: Esta cifra se calcula dividiendo todo el tiempo transcurrido durante el periodo de investigación por el número de coches que entraron en el cruce. Se determina de forma diferente para cada combinación de movimientos.

Caudal medio del segmento: Es el número de vehículos que

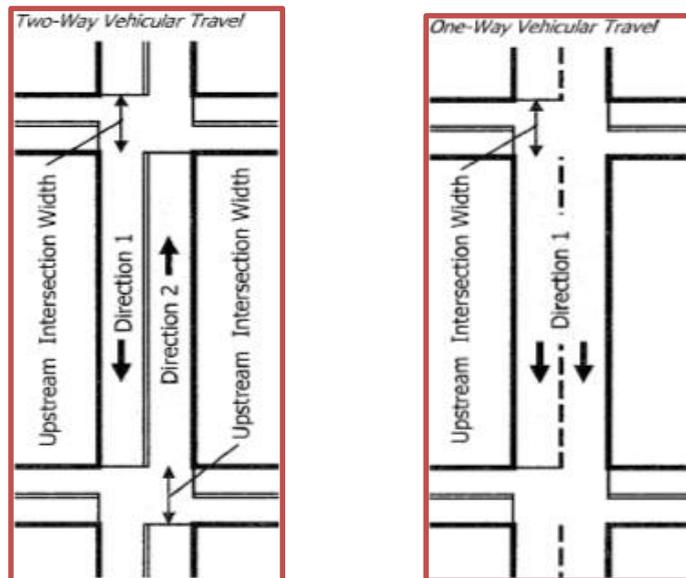
atravesaron el segmento a lo largo de la investigación, dividido por la duración del trayecto. Esta cifra se muestra por separado para cada sentido de circulación a lo largo de la ruta.

Con referencia a los datos de diseño geométrico:

Número de carriles: Este dato muestra el número de carriles asignados a cada tipo de flujo de tráfico en el cruce. Cuando se realiza un giro, se designan carriles que sólo son utilizados por los coches que giran. Cuando dos o más movimientos utilizan un carril, se considera un carril compartido y se añade al número total de carriles de paso.

La anchura efectiva de la calle transversal es la anchura del cruce aguas abajo, establecida para un determinado sentido de circulación. Es la distancia entre la línea de detención (o de ceda el paso) en el cruce fronterizo de cada uno de los dos segmentos opuestos de los movimientos de paso en una vía de doble sentido, medida a lo largo de la línea central del segmento.

**Figura 7: Ancho de una intersección aguas arriba**



Fuente: HCM, 2010

La expresión "número de carriles de paso" se refiere al número total de carriles -aparte del carril de giro- a lo largo del tramo utilizado para el tráfico de vehículos de paso. A lo largo del tramo, este recuento se divide por separado para cada sentido de circulación.

El número de carriles disponibles para cada flujo de tráfico en el cruce del punto de acceso determina el número de carriles en los puntos de acceso. La metodología utilizada para obtener esta estadística se basa en las sugerencias anteriormente delineadas para el recuento de carriles en los cruces fronterizos.

La longitud de un segmento viene determinada por la distancia entre los pasos fronterizos que lo componen. El punto de medición en cada cruce es la línea de detención, la línea de ceda el paso o un equivalente funcional en el mismo sentido que el tráfico. Para obtener la medición se utiliza la línea central de la calle. En los casos en que los dos sentidos de circulación divergen, se utiliza una longitud media.

Algunos cálculos requieren la longitud del cruce, que puede obtenerse restando la anchura del cruce situado aguas arriba.

El término "longitud de la mediana restringida" se refiere a toda la anchura de una carretera con una mediana restringida, como un bordillo elevado. La medición, que se realiza desde el final de una mediana hasta el final de la siguiente a lo largo de la línea central de la calle, no tiene en cuenta la longitud de las aberturas de la mediana.

Relación entre segmento y bordillo: Indica la parte de la longitud del enlace en la que el lado derecho del segmento tiene bordillo. Para obtener este número, se divide la longitud del enlace por la longitud de la sección transversal con bordillo. Se mide desde el inicio de la sección transversal curva del enlace hasta su final, sin tener en cuenta la anchura de los huecos de la autopista. Los datos se registran para cada sentido de circulación a lo largo del segmento.

El número de carriles de acceso indica cuántas carreteras públicas y calzadas no señalizadas se aproximan al segmento. Este número, que se calcula por separado para cada lado del segmento, debe igualar o superar el número total de puntos de acceso activos que se utilizaron en el cálculo del retraso directo de vehículos de la sección. Si el cruce aguas abajo no está señalizado, el recuento abarca la aproximación desde la calle transversal de la derecha (a lo largo de la vía de circulación) hasta él.

#### **h) Otros datos**

El análisis operativo debe realizarse a intervalos de quince minutos. Este intervalo de tiempo es crucial para captar plenamente las consecuencias adversas de los picos de demanda. Una evaluación exhaustiva debería incluir siempre un análisis de las condiciones durante la ventana de 15 minutos de mayor demanda de tráfico en un periodo de 24 horas.

Límite de velocidad: Como la restricción de velocidad es una única variable de entrada, la estimación de la velocidad del tráfico a partir de ella es sencilla. El método de evaluación del rendimiento del segmento hace uso de esta velocidad del tráfico.

#### **i) Medidas de rendimiento**

El "retardo de control directo" es la cantidad de tiempo que el movimiento directo debe esperar en el cruce del límite aguas abajo. El cálculo de este valor depende del tipo de control existente en ese cruce.

La capacidad del grupo de movimientos se determina dividiendo el número total de coches que pueden liberarse de una cola durante el periodo de análisis por el número total de minutos del periodo de análisis. Estos datos son cruciales para los movimientos que entran en el segmento en el cruce de la frontera aguas arriba y que salen del segmento en el cruce de la frontera aguas abajo.

Latencia media del segmento: Los vehículos de tránsito directo que circulan por un tramo pueden encontrarse con una serie de

circunstancias que les obliguen a detenerse momentáneamente o incluso a reducir un poco la velocidad. Estas condiciones provocan una prolongación del tiempo de recorrido del segmento, lo que retrasa a los vehículos de tránsito directo. El siguiente conjunto de situaciones puede dar lugar a estos retrasos:

vehículos que salen de la zona en dirección a un punto de entrada.

En los tramos peatonales centrales hay pasos de peatones.

automóviles entrando y saliendo de aparcamientos en la vía pública.

dos vehículos estacionados en doble fila, bloqueando un carril.

automóviles entrando en el carril vecino desde un carril más lento.

#### **2.2.4.3.3. Procedimiento de cálculo del nivel de servicio de segmentos**

Determinar primero el tiempo de movimiento.

Para determinar el tiempo de movimiento, primero hay que calcular la velocidad de flujo libre, el factor de ajuste por proximidad del vehículo y el tiempo de movimiento adicional resultante de las fuentes de retardo del segmento intermedio. Esto se debe a que el cálculo que determina el tiempo de movimiento tiene en cuenta estos elementos.

A continuación se muestra un cálculo completo de todas las variables y el tiempo de movimiento.

##### **a) Determinar la velocidad de flujo libre ( $S_f$ )**

La velocidad media de desplazamiento directo del vehículo en una sección sin tráfico y sin retrasos de otros coches o equipos de control de

tráfico se conoce como "velocidad de flujo libre". Esta velocidad ilustra cómo, en situaciones de circulación sin obstáculos, el entorno de la vía afecta a la decisión de los conductores sobre la velocidad. El proceso de toma de decisiones en entornos de flujo libre se ve influido por varios factores ambientales, como el límite de velocidad, la densidad de puntos de acceso, el tipo de mediana, la presencia de bordillos y la longitud del segmento. Para determinar la velocidad de flujo libre se utiliza la siguiente fórmula:

$$S_f = S_{fo} f_L \quad (Ec. 2.11)$$

Donde:

- -  $v_{free}$  = velocidad de flujo (mi/h).
- La velocidad base del flujo libre (mi/h) es igual a  $S_{fo}$ .
- - SSPA = factor de ajuste para la separación de señales.

#### a.1. Velocidad de flujo libre base ( $S_{fo}$ )

En los tramos más largos, la velocidad de flujo libre base coincide con la velocidad de flujo libre. Para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$S_{fo} = S_o + f_{cs} + f_A \quad (Ec. 2.12)$$

Donde:

- •  $v$  = Velocidad base de flujo libre (mi/h)
- •  $v$  = Velocidad constante (mi/h)
- •  $bcs$  = Cambio transversal en metros por hora
- •  $f_A$  = Ajuste para punto de acceso (mi/h)

La velocidad constante y los factores de ajuste indicados se determinan mediante las siguientes fórmulas:

**1. Velocidad constante:**

$$S_o = 25.6 + 0.47S_{pl} \quad (Ec. 2.13)$$

Dónde:

$S_{pl}$  = límite de velocidad publicado (mi/h).

**2. Factor de ajuste para la sección transversal:**

$$f_{CS} = 1.5p_{rm} - 0.47p_{curb} - 3.7p_{curb}p_{rm} \quad (Ec. 2.14)$$

Dónde:

- $p_{rm}$  = Proporción decimal de la longitud de la mediana restrictiva.
- $p_{curb}$  = La proporción del segmento que tiene bordillo en el lado derecho (en decimal).

**3. Factor de ajuste para puntos de acceso:**

$$f_A = -0.078D_a/N_{th} \quad (Ec. 2.15)$$

$$\text{Con: } D_a = 5280 (N_{ap,s} + N_{ap,o})/(L - W_i) \quad (Ec. 2.16)$$

Dónde:

- $D_a$  = densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/mi);
- $N_{th}$  = Carriles directos en el segmento en la dirección de viaje en cuestión (ln)
- $N_{ap,s}$  = número de aproximaciones al punto de acceso en el lado

derecho en la dirección de viaje del sujeto (puntos)

- $N_{ap,o}$  = número de aproximaciones al punto de acceso en el lado derecho en la dirección opuesta de viaje (puntos);
- $W_i$  = ancho de la intersección señalizada (pies).

### **a.2. Ajuste para el espaciado de la señal**

La velocidad de flujo libre se ve afectada por la longitud del segmento, especialmente cuando se define mediante intersecciones de límites señalizadas. Es por esto que en el cálculo de la velocidad de flujo libre se incorpora el factor de ajuste de espaciado de señal.

$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{S_{f0}^{-19.5}}{\max(L_S, 400)} \leq 1.0 \quad (Ec. 2.17)$$

Donde:

- $f_L$  = Factor de ajuste de espaciado de señal
- $S_{f0}$  = Velocidad de flujo libre base (mi/h), y
- $L_S$  = Longitud del segmento

### **b) Ajuste de cálculo por proximidad de vehículo**

El factor de ajuste de proximidad modifica el tiempo en movimiento en condiciones de flujo libre para considerar el impacto de la densidad del tráfico.

$$fv = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{vm}{52.8N_{th}S_f}\right)^{0.21}} \quad (Ec. 2.18)$$

Donde:

- $f_v$  = Factor de ajuste de proximidad
- $D_m$  = Tasa de flujo de demanda (veh/h) en la sección media
- $N_{t\oplus}$  = Cantidad de carriles directos del segmento en la dirección de viaje especificada (ln), y
- $v_{free}$  = Velocidad de flujo libre (mi/h).

**c) Cálculo de la demora debido a los vehículos que giran**

Se utiliza lo siguiente:

**Tabla 8:** Demora debido a vehículos que giran

Volumen del segmento medio (veh/h/ln)	Demora (s/veh/pt) por número de carriles directos		
	1 Carril	2 Carriles	3 Carriles
200	0.04	0.04	0.05
300	0.08	0.08	0.09
400	0.12	0.15	0.15
500	0.18	0.25	0.15
600	0.27	0.41	0.15
700	0.39	0.72	0.15

Fuente: TRB. HCM, 2010. Traducido al español

**d) Cálculo del tiempo de movimiento del segmento**

El tiempo de movimiento del segmento se calcula con la siguiente ecuación:

$$t_R = \frac{6.0-l_1}{0.0025L} f_x + \frac{3600L}{5280S_f} f_v + \sum_{i=1}^{N_{ap}} d_{ap,i} + d_{other} \text{ (Ec.2.19)}$$

Donde:

- $t_{segmento}$  = tiempo de movimiento del segmento.

- - En caso de que se envíe una señal,  $l_1 =$  tiempo de inicio perdido = 2,0.
- Longitud del tramo (en pies) =  $L$
- -  $V_t =$  Variable para el factor de ajuste del tipo de regulación -  $V_t =$   
Variable para el factor de ajuste del tipo de regulación
- - El caudal de demanda directa, o  $dd = \text{veh/h}$  - El caudal de demanda  
directa, o  $dd = \text{veh/h}$
- - La capacidad de movimiento directo, o  $vd = \text{veh/h}$  -  $R =$  Retraso  
relacionado con el índice de flujo de demanda directa
- -  $R =$  Giro desde una calle a un cruce de punto de acceso (s/veh) y el  
retraso resultante -  $R =$  Giro desde una calle a un cruce de punto de  
acceso (s/veh) y el retraso resultante
- El número de aproximaciones significativas al punto de acceso a lo largo  
del segmento es  $N = Naap + paqp,ltNap,0$  (puntos).
- -  $Naap,s =$  Múltiples aproximaciones al punto de acceso derecho en la  
trayectoria de desplazamiento marcada (puntos).
- El número de aproximaciones al punto de acceso de la derecha en el  
sentido contrario de la marcha es - -  $Naqp,0$ .
- - De todos los lugares del mundo, sólo se puede llegar a  $Paap,o$   
desviándose a la izquierda de la ruta oficial de viaje.
- - Dificultades derivadas de factores externos, como aparcamiento en la  
acera o gente en el camino (s/veh).

## **Paso 2: Determinar la duración de la fase de la señal**

Al aplicar esta técnica a la intersección aguas abajo, se tienen en cuenta los siguientes factores:

Si el cruce aguas abajo no está controlado, se omite este paso.

Si existe un control preprogramado de la señal en el cruce aguas abajo, la duración de la fase de la señal se ajusta al valor necesario.

## **Paso 3: Determinar la demora directa**

El retardo de control más el retardo geométrico suman el retardo directo.

Hay que tener en cuenta los siguientes factores:

Si la circulación directa no está regulada en el cruce fronterizo, el retardo de control directo es de 0,0 s/veh.

En el caso de cruces tradicionales con tres o cuatro brazos, el retardo geométrico se considera despreciable.

Para el tráfico directo que comparte uno o más carriles en un cruce señalizado, la fórmula de retardo directo es la siguiente:

$$d_t = \frac{dthv_tNt + dslvsl(1 - PL) + dsrvsr(1 - Pr)}{v_{th}} \quad (Ec. 2.20)$$

Donde:

- dt: Retardo directo S/V.
- hv<sub>th</sub>: El índice de flujo de demanda directa (veh/h).
- El retraso del grupo de carriles exclusivos directos (s/veh) se denota por hd<sub>th</sub>.
- v<sub>t</sub>: El flujo de demanda del grupo de carriles exclusivos directos (veh/h/ln).

- Nt: La cantidad de carriles del grupo de carriles exclusivos directos (ln).
- dsl: Retraso en los carriles compartidos de paso y giro a la izquierda (s/veh).
- vsl representa el caudal de demanda (veh/h) en el grupo de carriles compartidos de giro a la izquierda y de paso.
- dsr: Retraso en el flujo de coches que utilizan los carriles de giro a la derecha y directo.
- En el conjunto de carriles de giro a la derecha y directos compartidos, el flujo de demanda (veh/h) se denota por vsr.
- PL: Porcentaje (en decimales) de coches que giran a la izquierda en el carril compartido.
- PR: Porcentaje (en decimales) de coches que utilizan el carril compartido para girar a la derecha.

#### **Paso 4: Determinar la velocidad de viaje**

La ecuación siguiente se utiliza para determinar la velocidad de desplazamiento en una dirección de viaje específica a lo largo del segmento:

$$S_{T,seg} = \frac{3600L}{5280(t_r + d_t)} \quad (Ec.2.21)$$

- vd = velocidad de desplazamiento de vehículos para el tramo en movimiento directo
- L = Longitud del segmento (en pies)
- t\_segment = tiempo de movimiento del segmento
- Dt = Retraso directo (s/veh).

El conjunto de carriles directos en la intersección del límite aguas abajo experimenta un retraso igual al retraso de control utilizado en la fórmula anterior.

### **Paso 5: Determinar el nivel de servicio**

Para evaluar el grado de servicio se utilizan dos medidas de rendimiento. La primera es la velocidad de desplazamiento directo del vehículo, que es la proporción de su velocidad base a la que se desplaza a su propio ritmo. Un segundo indicador es la relación volumen/capacidad para el flujo directo en el paso fronterizo aguas abajo. El grado de servicio se evalúa para ambos sentidos de circulación en toda la longitud.

En la tabla nº 6 mencionada anteriormente se enumeran las normas utilizadas para clasificar el grado de servicio, que se clasifica en A, B, C, D, E o F.

#### **2.2.4.3.4. Aforos**

"Cuento de tráfico" describe el método de contar cuántos vehículos y/o peatones utilizan un tramo específico de una carretera en un período determinado. Entre otras medidas, los conteos de tráfico son útiles para determinar el tráfico promedio diario, el volumen pico por hora, el tráfico promedio diario anual y la clasificación de vehículos (Gómez, 2004).

A continuación, se detallan las técnicas más comúnmente utilizadas para llevar a cabo los conteos de tráfico.

#### **2.2.4.3.4.1. Métodos manuales:**

Estas técnicas incluyen el registro manual de información de vehículos mediante conteos manuales o marcas en papel. Estas técnicas para obtener recuentos de tráfico proporcionan información que puede ser difícil de recopilar con enfoques convencionales, como el tipo de vehículo contado, el número de vehículos que giran a la izquierda o derecha, o la cantidad de personas en cada vehículo. Los conteos pueden dividirse en intervalos de 30 minutos e incluso, en situaciones de tráfico muy congestionado, en intervalos de 15 minutos. La duración del conteo varía según el objetivo específico, con algunos conteos clasificados que se extienden hasta 24 horas. Durante períodos de tráfico intenso, podría ser necesario asignar a varias personas para realizar los conteos. El tipo y número de personas involucradas, las instrucciones proporcionadas, la supervisión y la cantidad de información recopilada de cada observador son algunas de las variables que afectan la precisión y confiabilidad de estos conteos (Montoya, 2005).

##### **a) Aforo de tráfico mediante el uso de plantillas de conteo.**

El personal de campo es enviado a recoger los volúmenes de tráfico utilizando un método conocido como recuento de tráfico. Esta técnica manual permite clasificar los vehículos en función de su tamaño, tipo, número de pasajeros y otros parámetros pertinentes. También permite registrar otros movimientos de vehículos y peatones, como

los giros a la izquierda y a la derecha. Los recuentos manuales se utilizan en diversas circunstancias, como el mal funcionamiento de los contadores de tráfico mecánicos, requisitos inusuales de recuento de tráfico (como periodos de tiempo cortos), inclemencias meteorológicas que imposibilitan el uso de contadores de tráfico mecánicos y, por supuesto, cuando no se dispone de equipos automáticos. El mantenimiento de los contadores de tráfico, que requiere mucho tiempo, es una de las principales desventajas de este método, que se suma a su elevado coste. El personal de campo presenta los datos del recuento en formularios creados especialmente para cada escenario distinto (Gómez, 2004).

**b) Aforo de tráfico mediante el uso de un contador manual electrónico.**

Con un contador, una o varias personas cuentan manualmente los automóviles que observan a lo largo de este proceso. La mayoría de los contadores incluyen numerosos botones, y cada uno de ellos puede utilizarse para registrar datos de volumen de distintos tipos de vehículos y movimientos. Los contadores electrónicos introducen automáticamente los datos en el aparato, los dividen en intervalos y los almacenan en una memoria semiconductora. Además, estos aparatos suelen incluir un software que permite transferir los datos a un ordenador para su procesamiento e impresión (Gómez, 2004).

#### **2.2.4.3.4.2. Métodos automáticos**

Entre otros detectores superficiales, los recuentos automáticos utilizan detectores neumáticos, de contacto eléctrico, fotoeléctricos, de radar, magnéticos, ultrasónicos e infrarrojos para recopilar datos sobre el volumen de tráfico. Cuando un vehículo pasa, estos detectores captan la información y la envían a un registrador ubicado en el lateral de la carretera (Gómez, 2004).

#### **2.2.5. Definición de términos básicos**

**Avenida:** Calle ancha de doble sentido con carriles divididos por una mediana en el centro. La palabra "avenida" se refiere tanto a vías colectoras como arteriales.

**Capacidad de la vía:** El mayor número de personas y/o turismos que pueden circular por una vía en un tiempo determinado y en determinadas circunstancias, en función de unos criterios predeterminados.

**Nivel de servicio:** Medida cualitativa que expresa cómo perciben los conductores y/o pasajeros las circunstancias operativas del flujo de tráfico. Suele explicarse en función de factores como la duración del trayecto y la velocidad.

**Duración del trayecto:** Tiempo que necesita un coche para recorrer un determinado tramo de carretera.

La velocidad es la relación, medida en kilómetros por hora, entre la distancia recorrida y el tiempo necesario para completarla.

**Velocidad de desplazamiento:** También denominada velocidad global o de desplazamiento, se calcula dividiendo la distancia total recorrida durante un

viaje desde el inicio hasta el final por el tiempo total necesario para completarlo.

Velocidad de movilidad sin restricciones: Velocidad media de los coches en vías arteriales que no están cerca de cruces con semáforos, medida con muy poco tráfico y sin limitaciones de otros coches o semáforos.





### 3.5. Unidad de análisis

Fue el nivel de servicio y capacidad vehicular de la avenida Mesones Muro.

### 3.6. Unidad de observación

Fueron cada uno de los puntos tomados en cuenta en el análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular.

### 3.7. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron en la investigación fueron las fichas de aforo vehicular para determinar la cantidad de vehículos, en los puntos tomados para la investigación y en ciertos intervalos de tiempos.

**Tabla 10:** *Formato para aforo de tráfico vehicular*

HORA	MOTOTAXIS		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES		CAMIONES	
	MOTO LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN
6:30 a. m.	6:45 a.m.								
6:45 a.m.	7:00 a.m.								
7:00 a.m.	7:15 a.m.								
7:15 a.m.	7:30 a.m.								
...	...								
7:15 p.m.	7:30 p.m.								
7:30 p.m.	8:00 p.m.								

Fuente Elaboración Propia.

### 3.8. Equipos, Materiales

#### MATERIALES

Flexómetro (5mts).

Flexómetro de (50mts).

Útiles de escritorio

aforo vehicular

#### EQUIPOS

Estacion total Trimble M3 - DR5" (serie: D 051013), trípode y (02) prismas de aluminio

GPS navegador Garmin map 64x - Serie. 65J008724

Computadora core i7

Impresora multifuncional

Cámara fotográfica.

### **3.9. Diseño metodológico**

El lugar de estudio, el sector Morro Solar de la Avenida Mesones Muro, ha sido elegido y la investigación realizada teniendo en cuenta el estado actual de las vías de la ciudad de Jaén.

El objetivo de la investigación es conocer la capacidad y el nivel de servicio de la Avenida Mesones Muro, ya que actualmente se encuentra congestionada en horas punta.

### **3.10. Procedimiento**

Para recabar información, se realizó un levantamiento topográfico y un estudio manual del aforo de vehículos en las partes de la carretera que necesitarían una intervención en primer lugar.

## **1° ETAPA: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.**

### **a. Levantamiento topográfico:**

Se inicio con el reconocimiento de campo de la Av. Mesones Muro y la delimitación de las calles que comprende esta tesis, se ubicó los puntos de control en cada intersección, finalmente se realizó la medición topográfica con una estacion total, con el cual se utilizó para determinar la longitud del tramo, el ancho de la vía, la pendiente del tramo y demás información necesaria en el proceso de cálculo.

**b. Aforo vehicular:**

El aforo vehicular se determinó para los dos sentidos de circulación que ofrece este tramo, de acuerdo con la recomendación del Manual HCM 2010 de hacer el análisis para cada sentido de circulación. Estos sentidos se denominan sentido A y sentido B a efectos de la investigación.

- Sentido de circulación A: Este sentido desplaza el tráfico en dirección noroeste, desde el punto inicial del tramo (calle Marañón) hasta su final (calle Sánchez Carrión).

- Sentido de circulación B: Este sentido desplaza el tráfico desde el inicio del tramo (calle Marañón) hasta su final (calle Sánchez Carrión), conduciendo el tráfico en dirección sureste.

La técnica sugería segmentar el tramo además de examinar cada sentido de circulación.

En el tramo analizado había cinco segmentos. Los segmentos se determinaron buscando una longitud comparable y utilizando las sugerencias del HCM-2010 para determinar los límites de los segmentos de análisis. Estas sugerencias se enumeran a continuación.

El límite de un segmento siempre debe estar definido por una intersección con un tipo de control que tenga la capacidad de obligar legalmente al segmento a detenerse o ceder el paso en su avance directo.

- Aunque no suele ser el caso, un cruce (como una intersección de doble sentido controlada por PARE) en el que el movimiento directo del segmento no esté restringido puede utilizarse para crear un límite de segmento.

El Apéndice F contiene el plan de segmentos, y la Tabla nº 11 describe los segmentos que se determinaron.

**Tabla 11:** Segmentos analizados en la Av. Mesones Muro.

SEGMENTO	UBICACIÓN	DIRECCIÓN DE VIAJE
1	Entre la Calle <u>Marañón</u> y	A (Hacia el Noroeste)
	Calle Alfredo Bastos	B (Hacia el Sureste)
2	Entre la Calle Alfredo	A (Hacia el Noroeste)
	Bastos y Calle los Laureles	B (Hacia el Sureste)
3	Entre la Calle los Laureles y	A (Hacia el Noroeste)
	Calle Dos de Mayo	B (Hacia el Sureste)
4	Entre la Calle Dos de Mayo	A (Hacia el Noroeste)
	y Calle Libertad	B (Hacia el Sureste)
5	Entre la Calle Libertad y la	A (Hacia el Noroeste)
	Calle Sánchez Carrión	B (Hacia el Sureste)

Siguiendo estos factores, se utilizó la medición manual de vehículos para establecer el volumen de tráfico en el sentido de circulación de cada segmento. Para facilitar el recuento de vehículos, se utilizaron formatos impresos creados en Microsoft Excel.

## **2° ETAPA: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL AFORO VEHICULAR Y DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Durante esta fase, se calculó el volumen diario de vehículos procesando los datos recogidos del aforo vehicular.

- Movimiento semanal - TPDS
- Composición de los vehículos
- Los histogramas de demanda máxima del día.
- El aforo de vehículos y el FHMD; - El volumen horario de demanda máxima; - El volumen de demanda máxima de 15 minutos (Q15max).

Cada sentido de circulación y los parámetros de cada segmento se calculan por

separado.

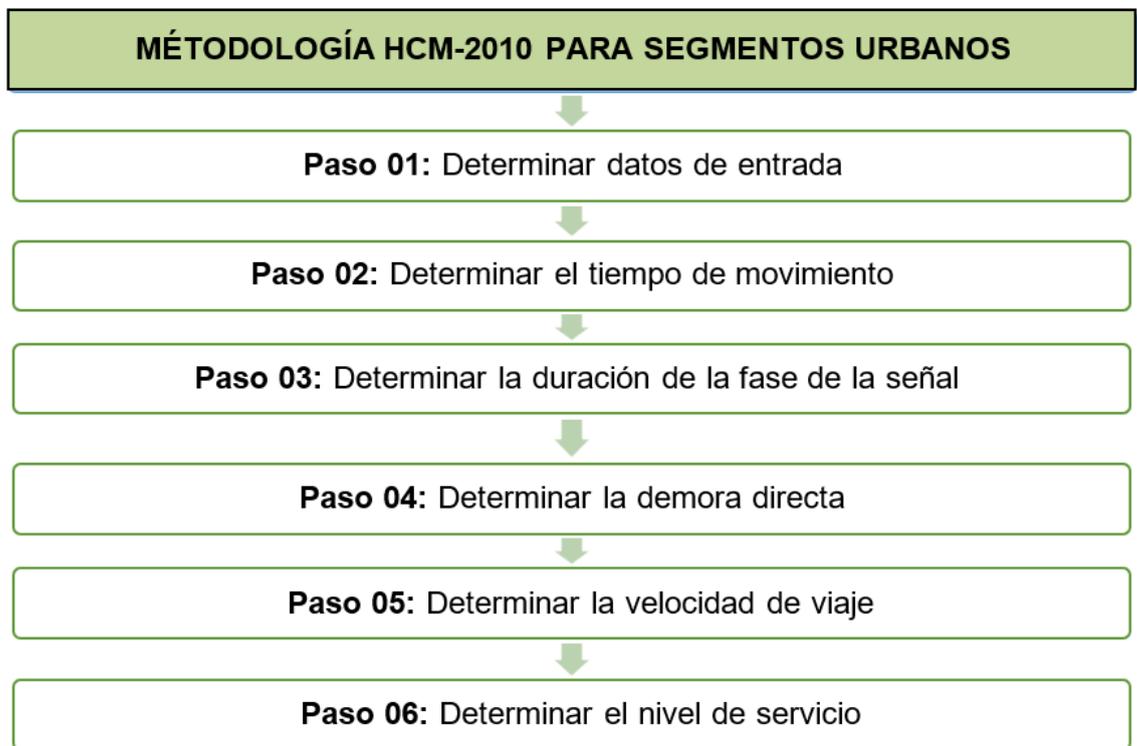
A partir de los datos del levantamiento topográfico se han elaborado un plano de localización y posición, un plano de la porción estudiada, un plano seccional, un plano de partes, un plano maestro topográfico y un perfil longitudinal. Los anexos incluyen su presentación.

### **3° ETAPA: Metodología HCM - 2010**

A partir de los datos recogidos en la Etapa 1, procesados en la Etapa 2, y del nivel de servicio y capacidad vehicular del tramo de la calle Mesones Muro comprendido entre la calle Marañón y la calle Sánchez Carrión, mediante la metodología de análisis del automóvil HCM - 2010, se determinó que la zona objeto de estudio forma parte de un sistema descoordinado con semáforos de tiempo fijo.

Los procesos para conocer el grado de servicio de un tramo, según el marco teórico, se muestran en la siguiente figura.

**Figura 10:** *Secuencia lógica para determinar el nivel de servicio de un segmento.*



Fuente: Manual HCM-2010.

### **3.11. Análisis de datos y presentación de resultados**

#### **- Métodos de investigación**

Este estudio descriptivo utilizó un método deductivo cuantitativo, es decir, partiendo de lo general a lo particular. Este método se utilizó para interpretar y discutir el nivel de servicio alcanzado con la metodología auto enfocada HCM-2010.

#### **- Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación.**

- Población: Vía de evitamiento Sur.
- Muestra: Tramo entre la Av. Atahualpa y la Av. Andrés Zevallos.
- Unidad de análisis: Nivel de servicio

- Unidad de observación: vehículos que transiten por el tramo en estudio

## **- Técnicas e instrumentos de recopilación de información**

### **Observación:**

La observación consiste en estudiar los aspectos más importantes de los objetos, eventos, situaciones sociales o personas en el contexto en el que suelen desarrollarse; permite comprender la realidad real del fenómeno.

Las observaciones se registran en notas de campo. La observación ayudó a obtener los números de vehículos y las características geométricas de la vía de interés.

### **Aforo manual:**

Para realizar la medición, el observador se ubicaba en la sección del tramo investigado y realizaba el cálculo utilizando los formularios previstos para tal fin, el aforo se realizó durante 7 días comprendidos desde el 12 de setiembre del 2022 hasta el 18 de setiembre del 2022, desde las 06:30 hasta 20:00 horas de cada día.

## **- Técnicas para el procesamiento y análisis de la información**

Utilizando un ordenador en la oficina, los datos adquiridos se procesaron utilizando las siguientes aplicaciones para los objetivos requeridos.

AutoCAD: Para crear las porciones más representativas de la sección en estudio, así como el levantamiento topográfico.

MS Excel 2013: De acuerdo con el Manual HCM 2010 del TRB, analizar los datos recopilados del aforo manual y determinar los parámetros necesarios para determinar el aforo vehicular y el nivel de servicio.

MS Word 2013: Para componer los hallazgos del estudio.

A continuación, se presentan los hallazgos obtenidos del uso de la técnica HCM-2010 y del análisis de flujo vehicular discutido en los párrafos anteriores.

Se utilizan histogramas, gráficos de barras, gráficos circulares y tablas para mostrar los resultados.

### **3.11.1. Aforo vehicular**

#### **3.11.1.1. Volumen vehicular diario, semanal y TPDS en la dirección de viaje A.**

La estimación del tráfico se muestra a continuación. El sentido de circulación A es el sentido noroeste. Va desde la calle Marañón, el inicio, hasta la calle Sánchez Carrión, la meta.

##### **a. PARA EL SEGMENTO 01 – (Entre las calles Marañón y la Calle Alfredo Bastos)**

**Figura 11:** *Intersección AV. Mesones Muro – Calle Marañón, hacia la Calle Alfredo Bastos*



**Tabla 12:** Volumen vehicular diario del segmento 01 (Entre las calles Marañón y la Calle Alfredo Bastos), dirección de viaje A.

RESUMEN DIARIO DE AFORO EN DIRECCION DE VIAJE A										
DIAS	MOTOS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL: Tránsito Diario (TD)
	LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN	
Lun.	2598	4410	146	5	367	5	2	13	64	<b>7610</b>
Mar.	2567	4351	165	7	391	7	7	16	84	<b>7595</b>
Miér.	2410	4335	120	6	370	6	0	15	68	<b>7330</b>
Jue.	2478	4325	154	2	366	2	5	8	24	<b>7364</b>
Vie.	2560	4291	145	0	360	0	6	10	15	<b>7387</b>
Sáb.	2612	4291	123	6	354	6	6	13	72	<b>7483</b>
Dom.	2456	4320	178	6	375	6	6	12	65	<b>7424</b>
<b>TPDS</b>	<b>2526</b>	<b>4332</b>	<b>147</b>	<b>5</b>	<b>369</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>56</b>	<b>7457</b>
<u>%Part.</u>	33,87%	58,09%	1,97%	0,07%	4,95%	0,07%	0,07%	0,16%	0,75%	<b>100,00%</b>

**- Volúmenes de tránsito:**

De la tabla 12 podemos obtener los siguientes volúmenes de tránsito.

**Tránsito Diario (TD):**

- *TD (lunes)* = 7610 veh/día.
- *TD (martes)* = 7595 veh/día.
- *TD (miércoles)* = 7330 veh/día
- *TD (jueves)* = 7364 veh/día.
- *TD (viernes)* = 7387 veh/día.
- *TD (sábado)* = 7483 veh/día.
- *TD (domingo)* = 7457 veh/día.

**Tránsito Semanal (TS):**

- $TS = TD_{lun.} + TD_{mar.} + TD_{mie.} + TD_{jue.} + TD_{vie.} + TD_{sab.} + TD_{dom.}$
- $TS = 7610 + 7595 + 7330 + 7364 + 7387 + 7483 + 7457$
- **TS = 52193 veh/semana.**

Tránsito promedio diario semanal (TPDS):

$$\text{TPDS} = \frac{TS}{7} = \frac{52193}{7} = 18581 \text{ Veh/día}$$

b. PARA EL SEGMENTO 02 – (Entre Calle Alfredo Bastos y Calle los Laureles)

Figura 12: Intersección AV. Mesones Muro – Calle Alfredo Bastos, hacia la Calle los Laureles.



Tabla 13: Volumen vehicular diario del segmento 02 (Entre Calle Alfredo Bastos y Calle los Laureles), dirección de viaje A.

RESUMEN DIARIO DE AFORO EN DIRECCION DE VIAJE A										
DIAS	MOTOS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL: Tránsito Diario (TD)
	LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN	
Lun.	2078	3528	117	4	294	4	2	16	51	6094
Mar.	2054	3481	132	6	313	6	6	13	67	6078
Miér.	1928	3468	142	5	296	5	5	12	54	5915
Jue.	2015	3467	123	2	275	2	4	10	40	5938
Vie.	2048	3433	116	5	288	5	5	13	32	5945
Sáb.	2090	3433	98	5	283	5	5	10	48	5977
Dom.	1965	3456	142	5	300	5	5	10	52	5940
<b>TPDS</b>	<b>2025</b>	<b>3467</b>	<b>124</b>	<b>5</b>	<b>293</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>49</b>	<b>5984</b>
%Part.	33,83%	57,93%	2,07%	0,08%	4,90%	0,08%	0,08%	0,20%	0,82%	100,00%

- **Volúmenes de tránsito:**

De la tabla 13 podemos obtener los siguientes volúmenes de tránsito.

**Tránsito Diario (TD):**

- *TD (lunes) = 6094 veh/día.*
- *TD (martes) = 6078 veh/día.*
- *TD (miércoles) = 5915 veh/día*
- *TD (jueves) = 5938 veh/día.*
- *TD (viernes) = 5945 veh/día.*
- *TD (sabado) = 5977 veh/día.*
- *TD (domingo) = 5940 veh/día.*

**Tránsito Semanal (TS):**

- $TS = TD_{lun.} + TD_{mar.} + TD_{mie.} + TD_{jue.} + TD_{vie.} + TD_{sab.} + TD_{dom.}$
- $TS = 6094 + 6078 + 5915 + 5938 + 5945 + 5977 + 5940$
- $TS = 41887 \text{ veh/semana.}$

**Tránsito promedio diario semanal (TPDS):**

$$TPDS = \frac{TS}{7} = \frac{41887}{7} = 984 \text{ Veh/día}$$

**c. PARA EL SEGMENTO 03 – (Entre Calle los Laureles y Calle Dos de Mayo)**

**Figura 13:** *Intersección AV. Mesones Muro – Calle los Laureles, hacia la Calle Dos de Mayo.*



**Tabla 14:** Volumen vehicular diario del segmento 03 (Entre Calle los Laureles y Calle Dos de Mayo), dirección de viaje A.

RESUMEN DIARIO DE AFORO EN DIRECCION DE VIAJE A										
DIAS	MOTOS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL: Tránsito Diario (TD)
	LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN	
Lun.	2090	3675	98	5	283	5	5	10	48	<b>6219</b>
Mar.	2054	3574	132	6	313	6	6	13	67	<b>6171</b>
Miér.	1928	2975	142	5	296	5	5	12	54	<b>5422</b>
Jue.	1521	2941	123	2	275	2	4	10	40	<b>4918</b>
Vie.	1848	3576	116	5	288	5	5	13	32	<b>5888</b>
Sáb.	2078	3454	117	4	294	4	2	16	51	<b>6020</b>
Dom.	1965	2857	142	5	300	5	5	10	52	<b>5341</b>
<b>TPDS</b>	<b>1926</b>	<b>3293</b>	<b>124</b>	<b>5</b>	<b>293</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>49</b>	<b>5712</b>
%Part.	33,72%	57,65%	2,17%	0,09%	5,13%	0,09%	0,09%	0,21%	0,86%	<b>100,00%</b>

**- Volúmenes de tránsito:**

De la tabla 14 podemos obtener los siguientes volúmenes de tránsito.

**Tránsito Diario (TD):**

- *TD (lunes) = 6219 veh/día.*
- *TD (martes) = 6171 veh/día.*
- *TD (miércoles) = 5422 veh/día*
- *TD (jueves) = 4918 veh/día.*
- *TD (viernes) = 5888 veh/día.*
- *TD (sabado) = 6020 veh/día.*

- $TD$  (domingo) = 5341 veh/día.

**Tránsito Semanal (TS):**

- $TS = TD_{lun.} + TD_{mar.} + TD_{mie.} + TD_{jue.} + TD_{vie.} + TD_{sab.} + TD_{dom.}$
- $TS = 6219 + 6171 + 5422 + 4918 + 5888 + 6020 + 5341$
- $TS = 39979$  veh/semana.

**Tránsito promedio diario semanal (TPDS):**

$$TPDS = \frac{TS}{7} = \frac{39979}{7} = 5712 \text{ Veh/día}$$

**d. PARA EL SEGMENTO 04 – (Entre Calle Dos de Mayo y Calle Libertad)**

**Figura 14:** Intersección AV. Mesones Muro – Calle Dos de Mayo, hacia la Calle Libertad.



**Tabla 15:** Volumen vehicular diario del segmento 04 (Entre Calle Dos de Mayo y Calle Libertad), dirección de viaje A.

RESUMEN DIARIO DE AFORO EN DIRECCION DE VIAJE A										
DIAS	MOTOS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL: Tránsito Diario (TD)
	LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN	
Lun.	2286	3881	125	4	331	4	2	12	50	<b>6695</b>
Mar.	2259	3829	135	7	342	7	7	14	52	<b>6652</b>
Miér.	2121	3815	133	6	335	6	6	13	59	<b>6494</b>
Jue.	2217	3814	130	2	334	2	4	11	34	<b>6548</b>
Vie.	2253	3810	129	6	335	6	6	14	53	<b>6612</b>
Sáb.	2299	3776	142	6	348	6	6	11	53	<b>6647</b>
Dom.	2162	3805	110	6	298	6	6	8	45	<b>6446</b>
<b>TPDS</b>	<b>2228</b>	<b>3819</b>	<b>129</b>	<b>5</b>	<b>332</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>49</b>	<b>6584</b>
%Part.	33,84%	58,00%	1,96%	0,08%	5,04%	0,08%	0,08%	0,18%	0,74%	<b>100,00%</b>

#### - Volúmenes de tránsito:

De la tabla 15 podemos obtener los siguientes volúmenes de tránsito.

#### Tránsito Diario (TD):

- $TD$  (lunes) = 6695 veh/día.
- $TD$  (martes) = 6652 veh/día.
- $TD$  (miércoles) = 6494 veh/día
- $TD$  (jueves) = 6548 veh/día.
- $TD$  (viernes) = 6612 veh/día.
- $TD$  (sabado) = 6695 veh/día.
- $TD$  (domingo) = 6446 veh/día.

#### Tránsito Semanal (TS):

- $TS = TD_{lun.} + TD_{mar.} + TD_{mie.} + TD_{jue.} + TD_{vie.} + TD_{sab.} + TD_{dom.}$
- $TS = 6695 + 6652 + 6494 + 6548 + 6612 + 6647 + 6446$
- $TS = 46094$  veh/semana.

#### Tránsito promedio diario semanal (TPDS):

$$TPDS = \frac{TS}{7} = \frac{46094}{7} = 6584 \text{ Veh/día}$$

e. **PARA EL SEGMENTO 05 – (Entre Calle Libertad y Calle Sánchez Carrión)**

**Figura 15:** *Intersección AV. Mesones Muro – Calle Libertad, hacia la Calle Sánchez Carrión.*



**Tabla 16:** *Volumen vehicular diario del segmento 04 (Entre Calle Libertad y Calle Sánchez Carrión), dirección de viaje A.*

RESUMEN DIARIO DE AFORO EN DIRECCION DE VIAJE A										
DIAS	MOTOS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL: Tránsito Diario (TD)
	LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN	
Lun.	2434	4096	145	6	360	6	6	15	65	<b>7133</b>
Mar.	2372	4020	138	7	341	7	7	12	50	<b>6954</b>
Miér.	2350	4006	130	6	342	6	6	10	55	<b>6911</b>
Jue.	2328	4005	133	2	318	2	4	12	46	<b>6850</b>
Vie.	2366	3965	128	6	325	6	6	12	37	<b>6851</b>
Sáb.	2402	3965	130	4	329	4	2	10	50	<b>6896</b>
Dom.	2270	3992	99	6	318	6	6	10	41	<b>6748</b>
<b>TPDS</b>	<b>2360</b>	<b>4007</b>	<b>129</b>	<b>5</b>	<b>333</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>49</b>	<b>6906</b>
%Part.	34,18%	58,03%	1,87%	0,07%	4,82%	0,07%	0,07%	0,17%	0,71%	<b>100,00%</b>

- **Volúmenes de tránsito:**

De la tabla 16 podemos obtener los siguientes volúmenes de tránsito.

**Tránsito Diario (TD):**

- $TD$  (lunes) = 7133 veh/día.

- $TD$  (martes) = 6954 veh/día.
- $TD$  (miércoles) = 6911 veh/día
- $TD$  (jueves) = 6850 veh/día.
- $TD$  (viernes) = 6851 veh/día.
- $TD$  (sabado) = 6896 veh/día.
- $TD$  (domingo) = 6748 veh/día.

**Tránsito Semanal (TS):**

- $TS = TD_{lun.} + TD_{mar.} + TD_{mie.} + TD_{jue.} + TD_{vie.} + TD_{sab.} + TD_{dom.}$
- $TS = 7133 + 6954 + 6911 + 6548 + 6851 + 6896 + 6748$
- $TS = 48343$  veh/semana.

**Tránsito promedio diario semanal (TPDS):**

$$TPDS = \frac{TS}{7} = \frac{48343}{7} = 6906 \text{ Veh/día}$$

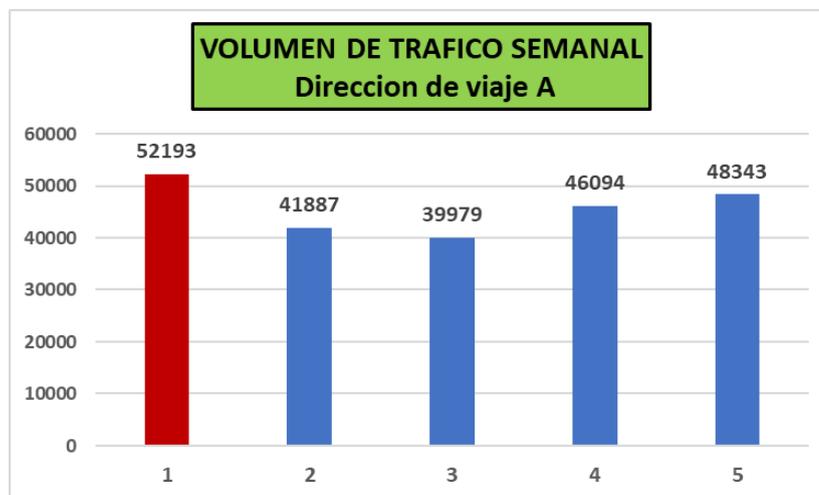
**3.11.1.1.1. Resumen del Volumen vehicular diario, semanal y TPDS en la dirección de viaje A.**

**Tabla 17:** Resumen aforo del volumen diario y semanal de los segmentos con dirección de viaje A.

RESUMEN DE AFORO DEL VEHICULAR DIARIO						
DIA	SEGMENTO					TOTAL
	1	2	3	4	5	
<b>Lunes</b>	<b>7610</b>	<b>6094</b>	<b>6219</b>	<b>6695</b>	<b>7133</b>	<b>33751</b>
Martes	7595	6078	6171	6652	6954	33450
Miércoles	7330	5915	5422	6494	6911	32072
Jueves	7364	5938	4918	6548	6850	31618
Viernes	7387	5945	5888	6612	6851	32683
Sábado	7483	5977	6020	6647	6896	33023
Domingo	7424	5940	5341	6446	6748	31899
<b>TOTAL</b>	<b>52193</b>	<b>41887</b>	<b>39979</b>	<b>46094</b>	<b>48343</b>	<b>228496</b>

De tal tabla se **observa que el día de máxima demanda es el lunes** para todos los segmentos el lunes 12 de Setiembre del 2022.

**Figura 16:** Volumen de tránsito Semanal, dirección de viaje A.



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

De tal Figura se observa que el **segmento 01 es que presenta el mayor volumen de tráfico semanal.**

**Tabla 18:** Resumen aforo del Tránsito promedio diario semanal (TPDS) segmentos con dirección de viaje A.

<b>RESUMEN DE AFORO DEL VEHICULAR DIARIO</b>						
<b>DIA</b>	<b>SEGMENTO</b>					<b>TOTAL</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
<b>TPDS</b>	<b>7456</b>	<b>5984</b>	<b>5711</b>	<b>6585</b>	<b>6906</b>	<b>32642</b>

### 3.11.1.2. Volumen vehicular diario, semanal y TPDS en la dirección de viaje B.

La estimación del tráfico se muestra a continuación. El trayecto B circula en dirección noroeste. Viaja desde la calle Sánchez Carrión, punto final del tramo, hasta la calle Marañón, punto final del tramo.

#### a. PARA EL SEGMENTO 01 – (Entre la Calle Alfredo Bastos y la Calle Marañón)

**Tabla 19:** Volumen vehicular diario del segmento 01 (Entre Calle Alfredo Bastos y la Calle Marañón), dirección de viaje B.

<b>RESUMEN DIARIO DE AFORO EN DIRECCION DE VIAJE B</b>										
<b>DIAS</b>	<b>MOTOS</b>		<b>VEHÍCULOS LIVIANOS</b>				<b>BUSES</b>		<b>CAMIONES</b>	<b>TOTAL: Tránsito Diario (TD)</b>
	<b>LINEAL</b>	<b>MOTOTAXIS</b>	<b>AUTO</b>	<b>TAXI</b>	<b>CAMIONETA</b>	<b>COMBI</b>	<b>MINIBUS</b>	<b>BUS</b>	<b>CAMIÓN</b>	
Lun.	1817	3089	101	6	270	6	3	8	45	<b>5345</b>
Mar.	1795	3048	115	7	280	7	7	10	59	<b>5328</b>
Miér.	1685	3037	83	6	266	6	2	10	48	<b>5143</b>
Jue.	1733	3030	107	3	263	3	6	5	17	<b>5167</b>
Vie.	1790	3006	101	2	259	2	6	6	11	<b>5183</b>
Sáb.	1827	3006	85	6	254	6	6	8	51	<b>5249</b>
Dom.	1717	3026	124	6	269	6	6	7	46	<b>5207</b>
<b>TPDS</b>	<b>1766</b>	<b>3035</b>	<b>102</b>	<b>5</b>	<b>266</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>40</b>	<b>5232</b>
<b>%Part.</b>	<b>33,75%</b>	<b>58,01%</b>	<b>1,95%</b>	<b>0,10%</b>	<b>5,08%</b>	<b>0,10%</b>	<b>0,10%</b>	<b>0,15%</b>	<b>0,76%</b>	<b>100,00%</b>

#### - Volúmenes de tránsito:

De la tabla 19 podemos obtener los siguientes volúmenes de tránsito.

#### Tránsito Diario (TD):

- *TD (lunes) = 5345 veh/día.*

- *TD (martes) = 5328 veh/día.*
- *TD (miércoles) = 5143 veh/día*
- *TD (jueves) = 5167 veh/día.*
- *TD (viernes) = 5183 veh/día.*
- *TD (sabado) = 5249 veh/día.*
- *TD (domingo) = 5207 veh/día.*

**Tránsito Semanal (TS):**

- *TS= TD<sub>lun.</sub> +TD<sub>mar.</sub> +TD<sub>mie.</sub> +TD<sub>jue.</sub> +TD<sub>vie.</sub> +TD<sub>sab.</sub> +TD<sub>dom.</sub>.*
- **TS = 36622 veh/semana.**

**Tránsito promedio diario semanal (TPDS):**

$$TPDS = \frac{TS}{7} = \frac{36622}{7} = 5232 \text{ Veh/día}$$

**b. PARA EL SEGMENTO 02 – (Entre la Calle Los Laureles y la Calle Alfredo Bastos)**

**Tabla 20:** *Volumen vehicular diario del segmento 01 (Calle Los Laureles y la Calle Alfredo Bastos), dirección de viaje B.*

RESUMEN DIARIO DE AFORO EN DIRECCION DE VIAJE B										
DIAS	MOTOS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL: Tránsito Diario (TD)
	LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN	
Lun.	1285	2190	73	4	185	4	3	11	34	<b>3789</b>
Mar.	1270	2161	82	6	197	6	6	9	44	<b>3781</b>
Miér.	1192	2153	88	5	186	5	5	8	36	<b>3678</b>
Jue.	1246	2152	76	3	173	3	4	7	27	<b>3691</b>
Vie.	1267	2131	72	5	181	5	5	9	22	<b>3697</b>
Sáb.	1293	2131	61	5	178	5	5	7	32	<b>3717</b>
Dom.	1215	2145	88	5	189	5	5	7	34	<b>3693</b>
<b>TPDS</b>	<b>1253</b>	<b>2152</b>	<b>77</b>	<b>5</b>	<b>184</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>33</b>	<b>3721</b>
%Part.	33,66%	57,82%	2,07%	0,13%	4,94%	0,13%	0,13%	0,21%	0,89%	<b>100,00%</b>

**- Volúmenes de tránsito:**

De la tabla 20 podemos obtener los siguientes volúmenes de tránsito.

### Tránsito Diario (TD):

- $TD$  (lunes) = 3789 veh/día.
- $TD$  (martes) = 3781 veh/día.
- $TD$  (miércoles) = 3678 veh/día
- $TD$  (jueves) = 3691 veh/día.
- $TD$  (viernes) = 3697 veh/día.
- $TD$  (sabado) = 3717 veh/día.
- $TD$  (domingo) = 3693 veh/día.

### Tránsito Semanal (TS):

- $TS = TD_{lun.} + TD_{mar.} + TD_{mie.} + TD_{jue.} + TD_{vie.} + TD_{sab.} + TD_{dom.}$
- $TS = 26046$  veh/semana.

### Tránsito promedio diario semanal (TPDS):

$$TPDS = \frac{TS}{7} = \frac{26046}{7} = 3721 \text{ Veh/día}$$

### c. PARA EL SEGMENTO 03 – (Entre la Calle Dos de Mayo y Calle Los Laureles)

**Tabla 21:** Volumen vehicular diario del segmento 01 (Entre la Calle Dos de Mayo y Calle Los Laureles), dirección de viaje B.

RESUMEN DIARIO DE AFORO EN DIRECCION DE VIAJE B										
DIAS	MOTOS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL: Tránsito Diario (TD)
	LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN	
Lun.	1376	2426	62	5	188	5	5	7	32	<b>4106</b>
Mar.	1352	2360	84	6	208	6	6	9	44	<b>4075</b>
Miér.	1269	1964	91	5	196	5	5	8	36	<b>3579</b>
Jue.	1000	1942	78	3	183	3	5	7	26	<b>3247</b>
Vie.	1216	2361	74	5	191	5	5	9	21	<b>3887</b>
Sáb.	1368	2280	74	5	195	5	3	11	34	<b>3975</b>
Dom.	1293	1886	91	5	199	5	5	7	35	<b>3526</b>
<b>TPDS</b>	<b>1268</b>	<b>2174</b>	<b>79</b>	<b>5</b>	<b>194</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>33</b>	<b>3771</b>
%Part.	33,63%	57,65%	2,09%	0,13%	5,14%	0,13%	0,13%	0,21%	0,88%	<b>100,00%</b>

- **Volúmenes de tránsito:**

De la tabla 21 podemos obtener los siguientes volúmenes de tránsito.

**Tránsito Diario (TD):**

- *TD (lunes) = 4106 veh/día.*
- *TD (martes) = 4075 veh/día.*
- *TD (miércoles) = 3579 veh/día*
- *TD (jueves) = 3247 veh/día.*
- *TD (viernes) = 3887 veh/día.*
- *TD (sabado) = 3975 veh/día.*
- *TD (domingo) = 3526 veh/día.*

**Tránsito Semanal (TS):**

- *TS = TD<sub>lun.</sub> + TD<sub>mar.</sub> + TD<sub>mie.</sub> + TD<sub>jue.</sub> + TD<sub>vie.</sub> + TD<sub>sab.</sub> + TD<sub>dom.</sub>*
- **TS = 26395 veh/semana.**

**Tránsito promedio diario semanal (TPDS):**

$$\text{TPDS} = \frac{TS}{7} = \frac{26395}{7} = 3771 \text{ Veh/día}$$

**d. PARA EL SEGMENTO 04 – (Entre la Calle Libertad y la Calle Dos de Mayo)**

**Tabla 22:** *Volumen vehicular diario del segmento 01 (Entre la Calle Libertad y la Calle Dos de Mayo), dirección de viaje B.*

RESUMEN DIARIO DE AFORO EN DIRECCION DE VIAJE B										
DIAS	MOTOS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL: Tránsito Diario (TD)
	LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN	
Lun.	1668	2837	81	4	237	4	2	8	34	<b>4875</b>
Mar.	1648	2799	88	6	245	6	6	9	36	<b>4843</b>
Miér.	1547	2789	87	5	240	5	5	8	41	<b>4727</b>
Jue.	1617	2788	85	2	239	2	4	7	23	<b>4767</b>
Vie.	1643	2785	84	5	240	5	5	9	37	<b>4813</b>
Sáb.	1677	2760	93	5	249	5	5	7	29	<b>4830</b>
Dom.	1577	2782	70	5	213	5	5	5	28	<b>4690</b>
<b>TPDS</b>	<b>1625</b>	<b>2791</b>	<b>84</b>	<b>5</b>	<b>238</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>33</b>	<b>4792</b>
%Part.	33,90%	58,22%	1,75%	0,10%	4,96%	0,10%	0,10%	0,17%	0,69%	<b>100,00%</b>

**- Volúmenes de tránsito:**

De la tabla 22 podemos obtener los siguientes volúmenes de tránsito.

**Tránsito Diario (TD):**

- *TD (lunes) = 4875 veh/día.*
- *TD (martes) = 4843 veh/día.*
- *TD (miércoles) = 4727 veh/día*
- *TD (jueves) = 4767 veh/día.*
- *TD (viernes) = 4813 veh/día.*
- *TD (sabado) = 4830 veh/día.*
- *TD (domingo) = 4690 veh/día.*

**Tránsito Semanal (TS):**

- $TS = TD_{lun.} + TD_{mar.} + TD_{mie.} + TD_{jue.} + TD_{vie.} + TD_{sab.} + TD_{dom.}$
- **TS = 33545 veh/semana.**

**Tránsito promedio diario semanal (TPDS):**

$$TPDS = \frac{TS}{7} = \frac{33545}{7} = 4792 \text{ Veh/día}$$

**e. PARA EL SEGMENTO 05 – (Entre la Calle Sánchez Carrión y la Calle**

## Libertad)

**Tabla 23:** Volumen vehicular diario del segmento 01 (Entre la Calle Sánchez Carrión y la Calle Libertad), dirección de viaje B.

RESUMEN DIARIO DE AFORO EN DIRECCION DE VIAJE B										
DIAS	MOTOS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL: Tránsito Diario (TD)
	LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN	
Lun.	1855	3114	121	6	268	6	6	14	59	<b>5449</b>
Mar.	1808	3056	115	6	254	6	6	12	47	<b>5310</b>
Miér.	1791	3045	109	6	254	6	6	11	51	<b>5279</b>
Jue.	1774	3045	112	3	236	3	4	12	44	<b>5233</b>
Vie.	1803	3014	108	6	241	6	6	12	37	<b>5233</b>
Sáb.	1831	3014	109	4	244	4	3	11	47	<b>5267</b>
Dom.	1730	3035	86	6	236	6	6	11	40	<b>5156</b>
<b>TPDS</b>	<b>1799</b>	<b>3046</b>	<b>109</b>	<b>5</b>	<b>248</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>46</b>	<b>5276</b>
%Part.	34,10%	57,74%	2,07%	0,09%	4,70%	0,09%	0,09%	0,23%	0,87%	<b>100,00%</b>

### - Volúmenes de tránsito:

De la tabla 23 podemos obtener los siguientes volúmenes de tránsito.

#### Tránsito Diario (TD):

- $TD$  (lunes) = 5449 veh/día.
- $TD$  (martes) = 5310 veh/día.
- $TD$  (miércoles) = 5279 veh/día
- $TD$  (jueves) = 5233 veh/día.
- $TD$  (viernes) = 5233 veh/día.
- $TD$  (sabado) = 5267 veh/día.
- $TD$  (domingo) = 5156 veh/día.

#### Tránsito Semanal (TS):

- $TS = TD_{lun.} + TD_{mar.} + TD_{mie.} + TD_{jue.} + TD_{vie.} + TD_{sab.} + TD_{dom.}$
- $TS = 36927$  veh/semana.

#### Tránsito promedio diario semanal (TPDS):

$$\text{TPDS} = \frac{TS}{7} = \frac{36927}{7} = 52756 \text{ Veh/día}$$

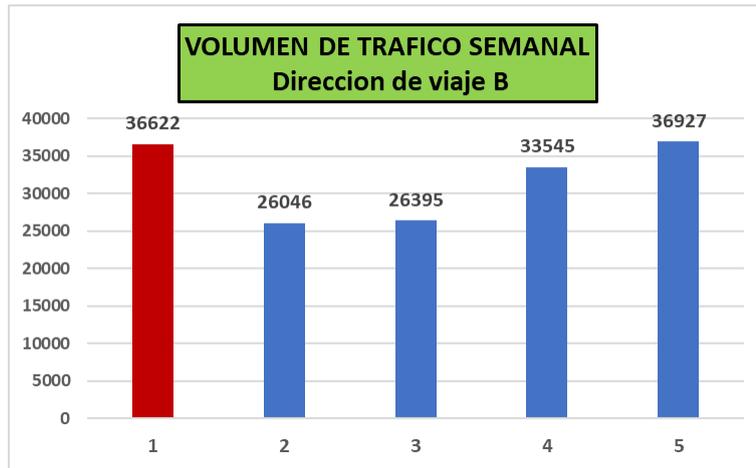
**3.11.1.2.1. Resumen del Volumen vehicular diario, semanal y TPDS en la dirección de viaje B.**

**Tabla 24:** Resumen aforo del volumen diario y semanal de los segmentos con dirección de viaje B.

RESUMEN DE AFORO DEL VEHICULAR DIARIO						
DIA	SEGMENTO					TOTAL
	1	2	3	4	5	
<b>Lunes</b>	<b>5345</b>	<b>3789</b>	<b>4106</b>	<b>4875</b>	<b>5449</b>	<b>23564</b>
Martes	5328	3781	4075	4843	5310	23337
Miércoles	5143	3678	3579	4727	5279	22406
Jueves	5167	3691	3247	4767	5233	22105
Viernes	5183	3697	3887	4813	5233	22813
Sábado	5249	3717	3975	4830	5267	23038
Domingo	5207	3693	3526	4690	5156	22272
<b>TOTAL</b>	<b>36622</b>	<b>26046</b>	<b>26395</b>	<b>33545</b>	<b>36927</b>	<b>159535</b>

De tal tabla se **observa que el día de máxima demanda es el lunes** para todos los segmentos el lunes 12 de Setiembre del 2022.

**Figura 17:** Volumen de tránsito Semanal, dirección de viaje B.



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

De tal Figura se observa que el **segmento 01 es que presenta el mayor volumen de tráfico semanal.**

**Tabla 25:** Resumen aforo del Tránsito promedio diario semanal (TPDS) segmentos con dirección de viaje B.

RESUMEN DE AFORO DEL VEHICULAR DIARIO						
DIA	SEGMENTO					TOTAL
	1	2	3	4	5	
TPDS	5232	3721	3771	4792	5275	22791

### 3.11.1.3. Resumen del tránsito semanal en ambas direcciones de viaje

La siguiente tabla muestra los resultados del volumen de tráfico semanal para ambas direcciones de viaje. La suma de estos volúmenes de tráfico constituye el tráfico semanal de todo el segmento.

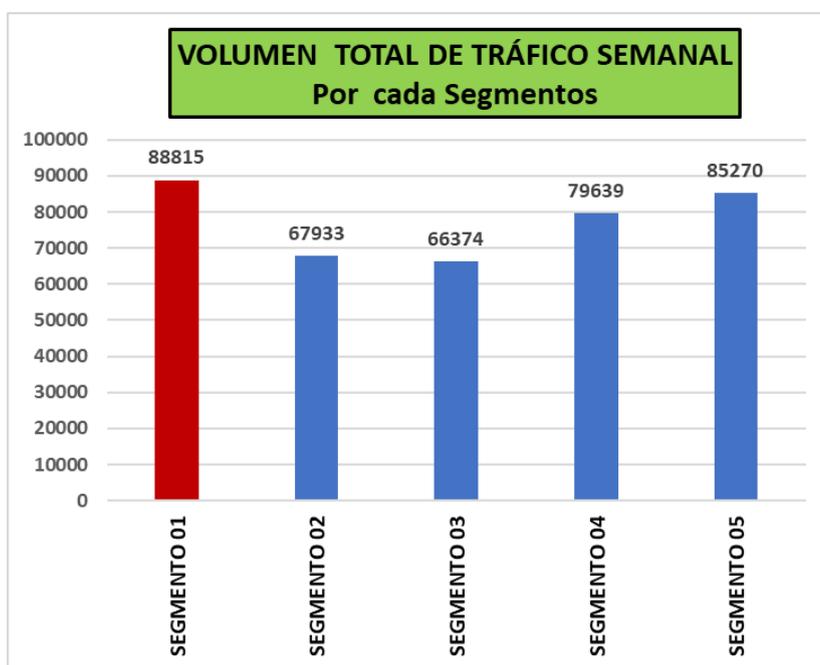
**Tabla 26:** Resumen aforo del Volumen de Tránsito semanal de cada segmento en ambas direcciones.

SEGMENTO	DIRECCIÓN DE VIAJE		TOTAL
	A	B	
SEGMENTO 01	52193	36622	88815
SEGMENTO 02	41887	26046	67933
SEGMENTO 03	39979	26395	66374
SEGMENTO 04	46094	33545	79639
SEGMENTO 05	48343	36927	85270
<b>TOTAL</b>	<b>228496</b>	<b>159535</b>	<b>388031</b>

**a. Representación gráfica del tránsito semanal de los segmentos.**

En la siguiente figura expone el tránsito semanal de todos los segmentos en ambas direcciones que conforman el tramo en estudio.

**Figura 18:** *Volumen de Tránsito semanal por cada segmento en ambas direcciones de viaje.*



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

**3.11.2. Composición Vehicular**

Con los datos obtenidos del aforo semanal, se realizó el cálculo de cada tipo y porcentaje de vehículo que transitó por el tramo estudiado.

**3.11.2.1. Composición vehicular de los segmentos, en la dirección de viaje A**

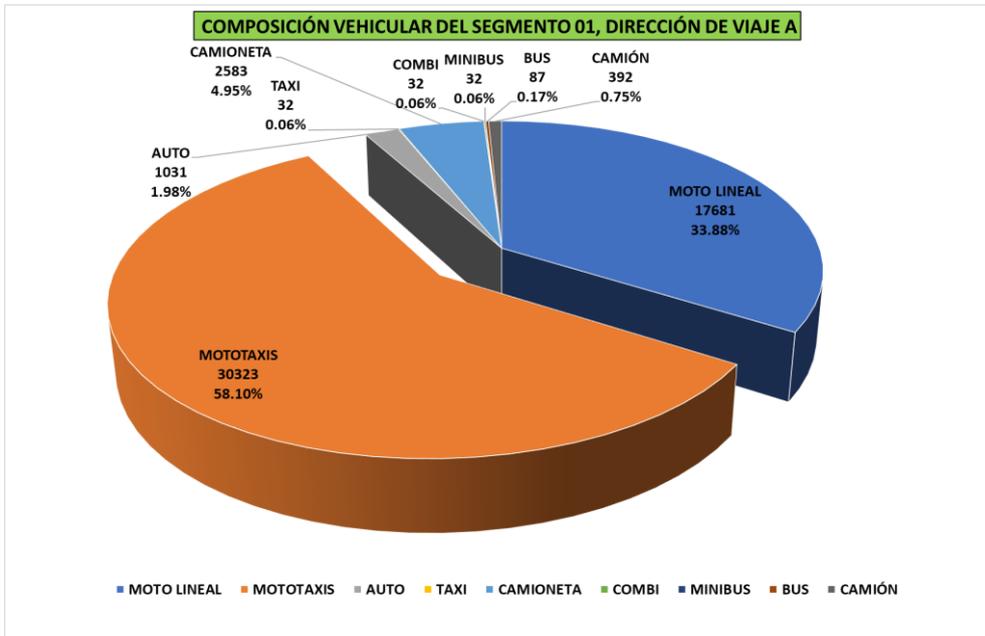
**Tabla 27:** *Composición del tráfico semanal en la dirección de viaje A.*

VEHÍCULO	SEGMENTO 1		SEGMENTO 2		SEGMENTO 3		SEGMENTO 4		SEGMENTO 5	
	N° veh.	% veh.								
MOTO LINEAL	17681	33.88%	14178	33.85%	13484	33.73%	15597	33.84%	16522	34.18%
MOTOTAXIS	30323	58.10%	24266	57.93%	23052	57.66%	26730	57.99%	28049	58.02%
AUTO	1031	1.98%	870	2.08%	870	2.18%	904	1.96%	903	1.87%
TAXI	32	0.06%	32	0.08%	32	0.08%	37	0.08%	37	0.08%
CAMIONETA	2583	4.95%	2049	4.89%	2049	5.13%	2323	5.04%	2333	4.83%
COMBI	32	0.06%	32	0.08%	32	0.08%	37	0.08%	37	0.08%
MINIBUS	32	0.06%	32	0.08%	32	0.08%	37	0.08%	37	0.08%
BUS	87	0.17%	84	0.20%	84	0.21%	83	0.18%	81	0.17%
CAMIÓN	392	0.75%	344	0.82%	344	0.86%	346	0.75%	344	0.71%
<b>TOTAL</b>	<b>52193</b>	<b>100%</b>	<b>41887</b>	<b>100%</b>	<b>39979</b>	<b>100%</b>	<b>46094</b>	<b>100%</b>	<b>48343</b>	<b>100%</b>

A continuación, se muestran gráficos circulares que muestran los porcentajes de cada tipo de vehículo que cubrió cada segmento durante la semana del aforo.

**a. Para el segmento 01 - Dirección de Viaje A:**

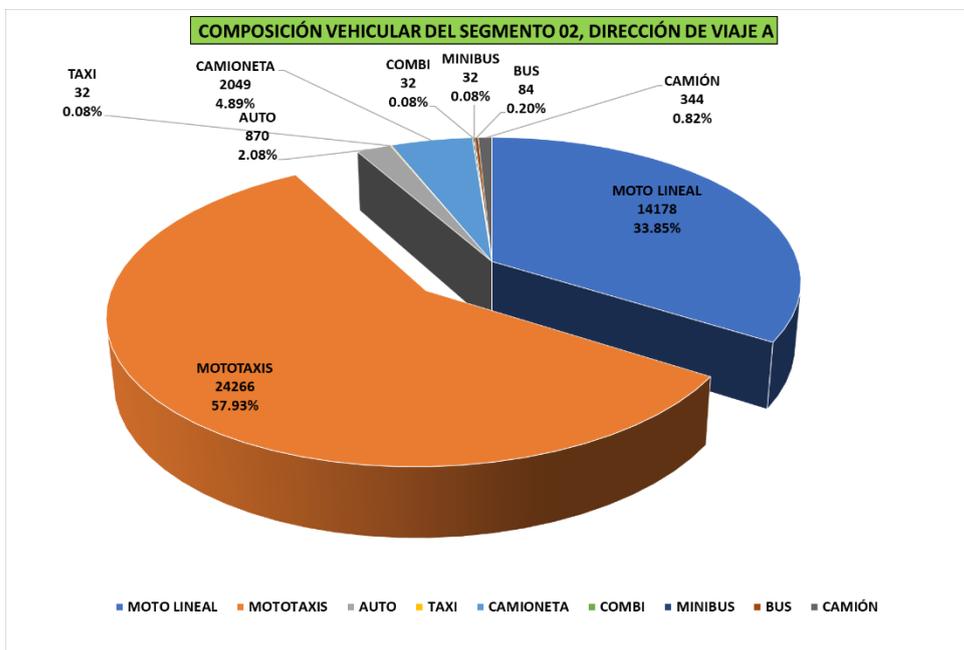
**Figura 19:** *Composición vehicular del segmento 01, dirección de viaje A*



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

b. Para el segmento 02 - dirección de viaje A:

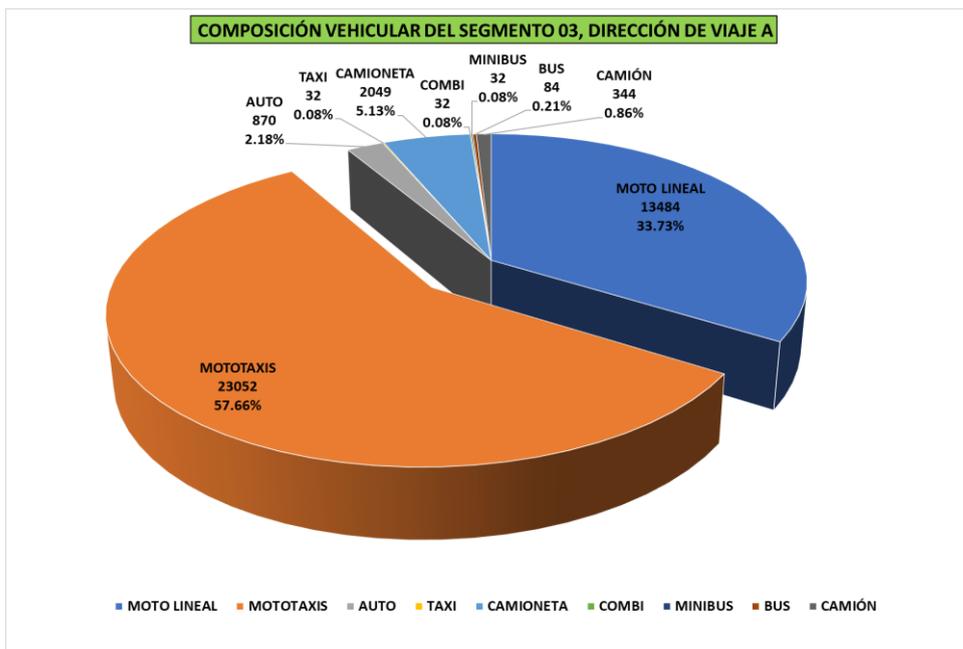
Figura 20: Composición vehicular del segmento 02, dirección de viaje A



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

c. Para el segmento 03 - dirección de viaje A:

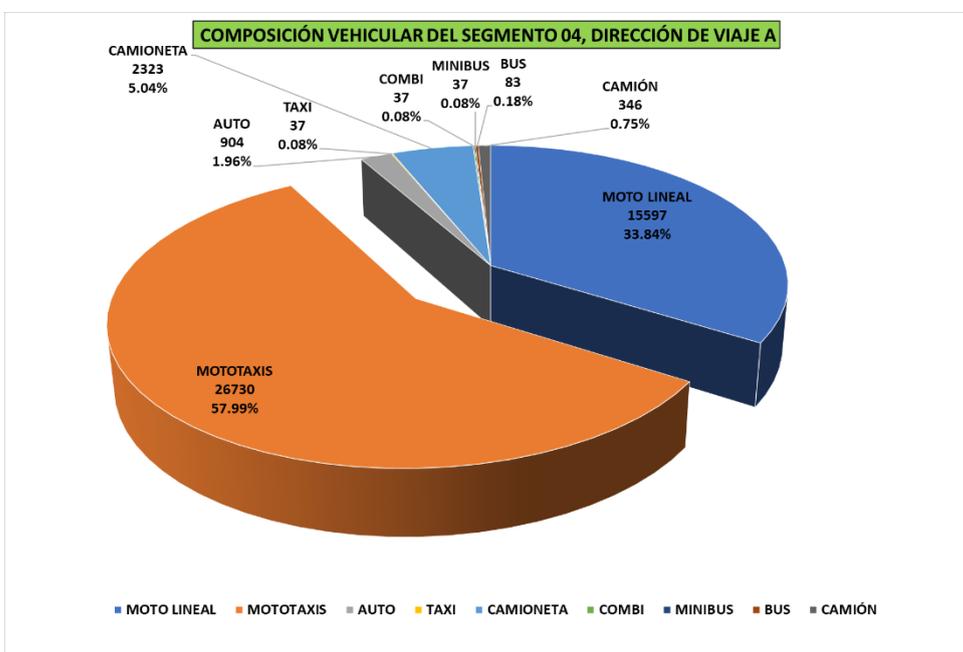
Figura 21: Composición vehicular del segmento 03, dirección de viaje A



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

d. Para el segmento 04 - dirección de viaje A:

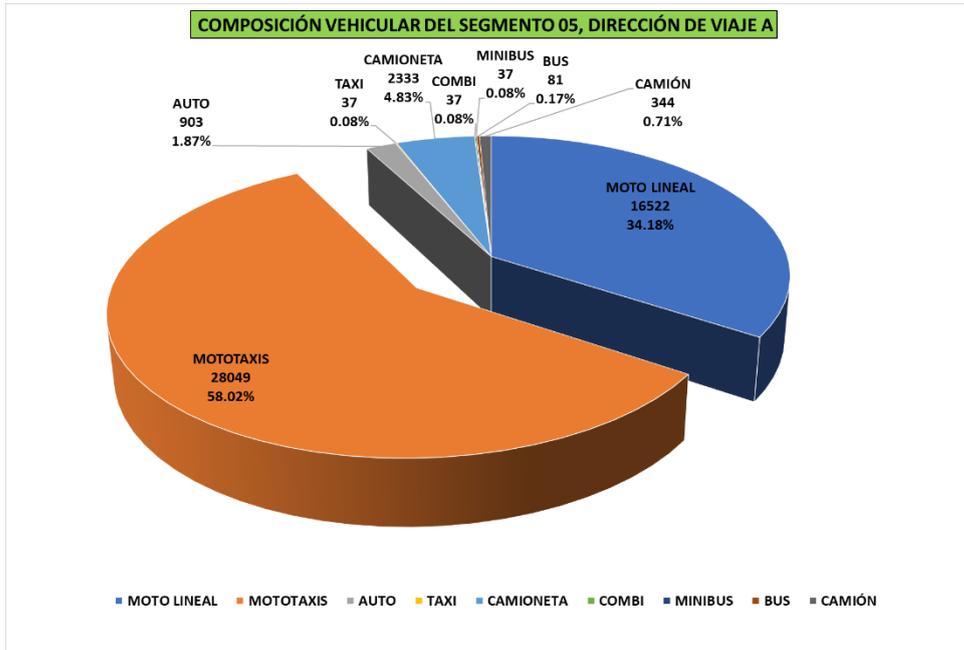
Figura 22: Composición vehicular del segmento 04, dirección de viaje A



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

e. Para el segmento 05 - dirección de viaje A:

**Figura 23:** Composición vehicular del segmento 05, dirección de viaje A



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

**3.11.2.2. Composición vehicular de los segmentos, en la dirección de viaje B.**

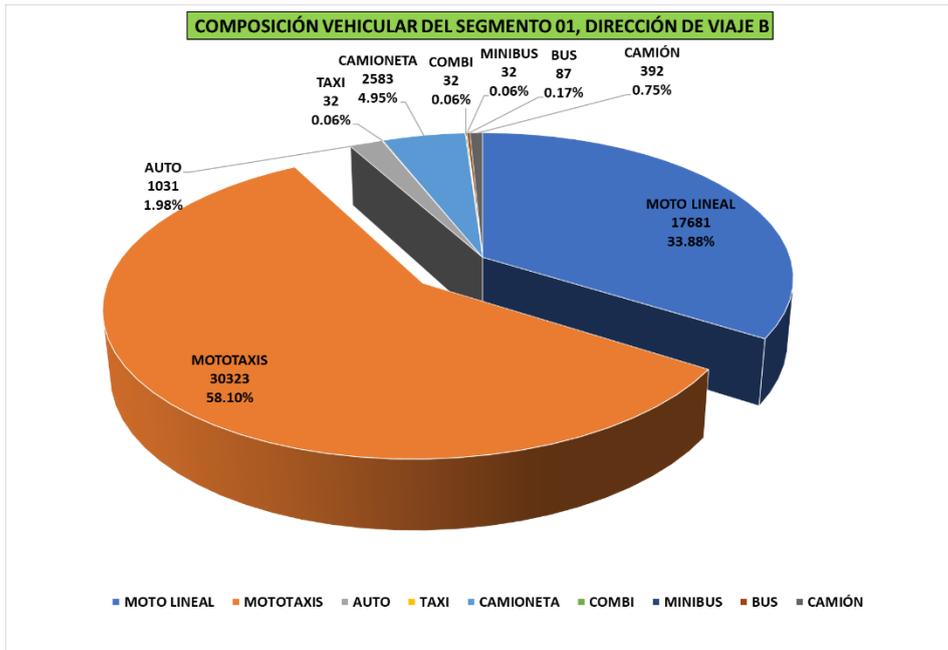
**Tabla 28:** Composición del tráfico semanal en la dirección de viaje B.

VEHÍCULO	SEGMENTO 1		SEGMENTO 2		SEGMENTO 3		SEGMENTO 4		SEGMENTO 5	
	Nº veh.	% veh.								
MOTO LINEAL	12364	33.76%	8768	33.66%	8874	33.62%	11377	33.92%	12592	34.10%
MOTOTAXIS	21242	58.00%	15063	57.83%	15219	57.66%	19540	58.25%	21323	57.74%
AUTO	716	1.96%	540	2.07%	554	2.10%	588	1.75%	760	2.06%
TAXI	36	0.10%	33	0.13%	34	0.13%	32	0.10%	37	0.10%
CAMIONETA	1861	5.08%	1289	4.95%	1360	5.15%	1663	4.96%	1733	4.69%
COMBI	36	0.10%	33	0.13%	34	0.13%	32	0.10%	37	0.10%
MINIBUS	36	0.10%	33	0.13%	34	0.13%	32	0.10%	37	0.10%
BUS	54	0.15%	58	0.22%	58	0.22%	53	0.16%	83	0.22%
CAMIÓN	277	0.76%	229	0.88%	228	0.86%	228	0.68%	325	0.88%
<b>TOTAL</b>	<b>36622</b>	<b>100%</b>	<b>26046</b>	<b>100%</b>	<b>26395</b>	<b>100%</b>	<b>33545</b>	<b>100%</b>	<b>36927</b>	<b>100%</b>

A continuación, se muestran gráficos circulares que muestran los porcentajes de cada tipo de vehículo que cubrió cada segmento durante la semana del aforo.

**a. Para el segmento 01 - dirección de viaje B:**

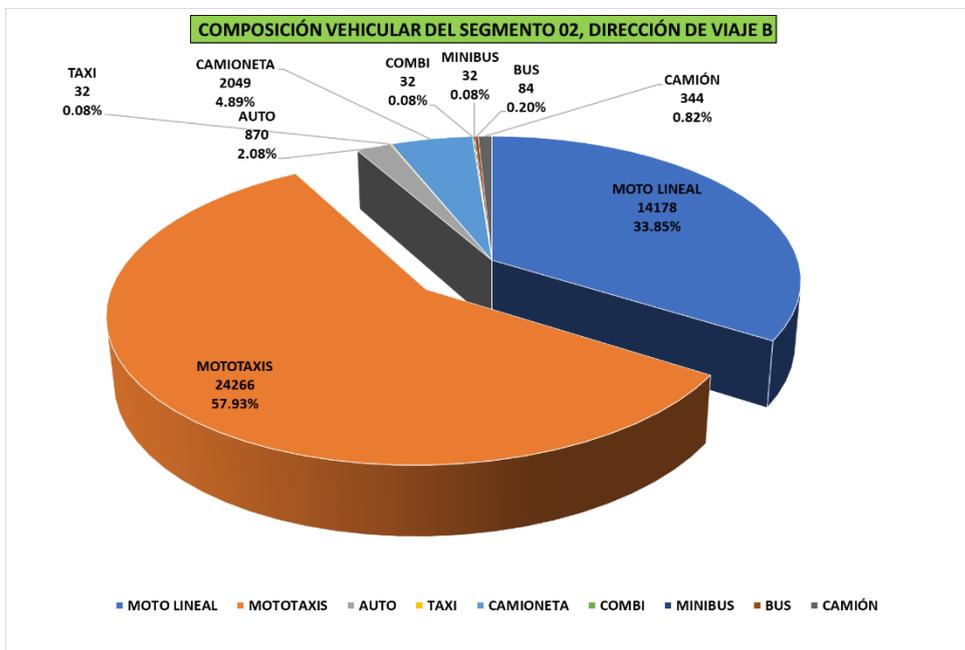
**Figura 24:** Composición vehicular del segmento 01, dirección de viaje B



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

b. Para el segmento 02 - dirección de viaje B:

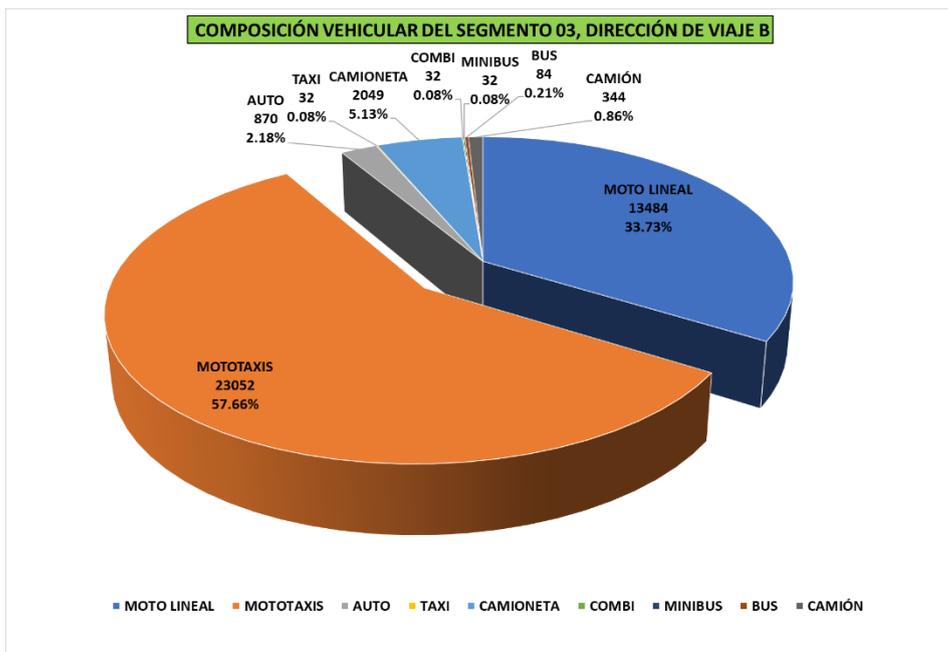
Figura 25: Composición vehicular del segmento 02, dirección de viaje B



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

c. Para el segmento 03 - dirección de viaje B:

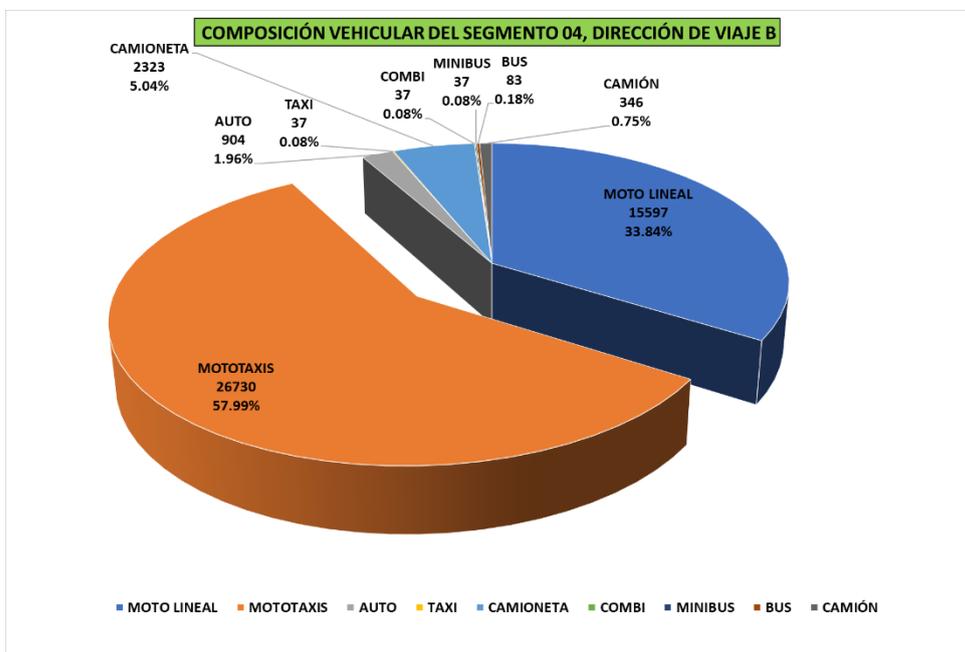
Figura 26: Composición vehicular del segmento 03, dirección de viaje B



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

**d. Para el Segmento 04 - Dirección de Viaje B:**

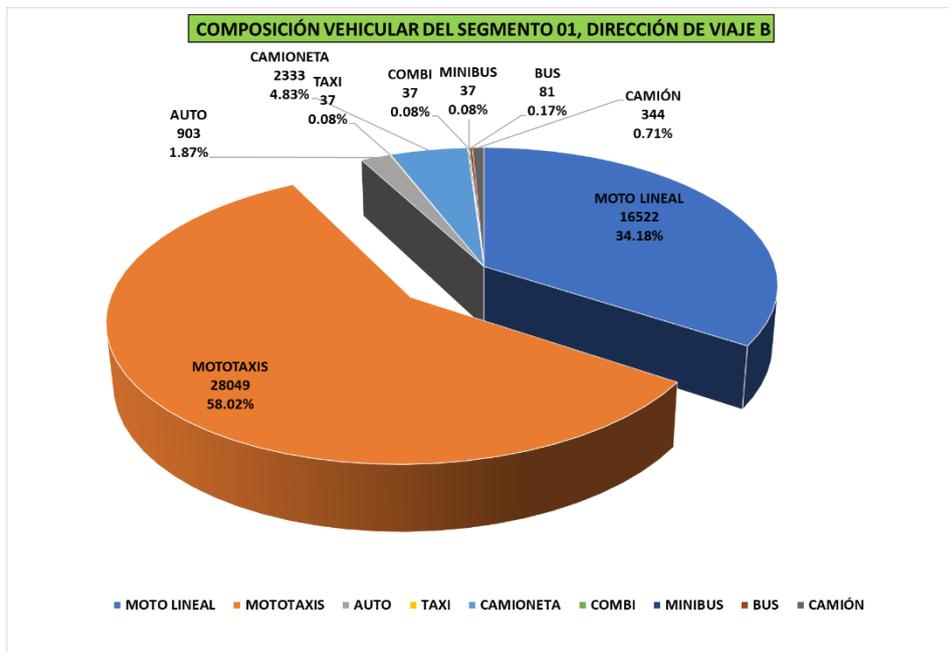
**Figura 27:** *Composición vehicular del segmento 04, dirección de viaje B*



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

**e. Para el Segmento 05 - Dirección de Viaje B:**

**Figura 28:** Composición vehicular del segmento 05, dirección de viaje B



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

### 3.11.2.3. Composición vehicular de los segmentos, en ambas direcciones

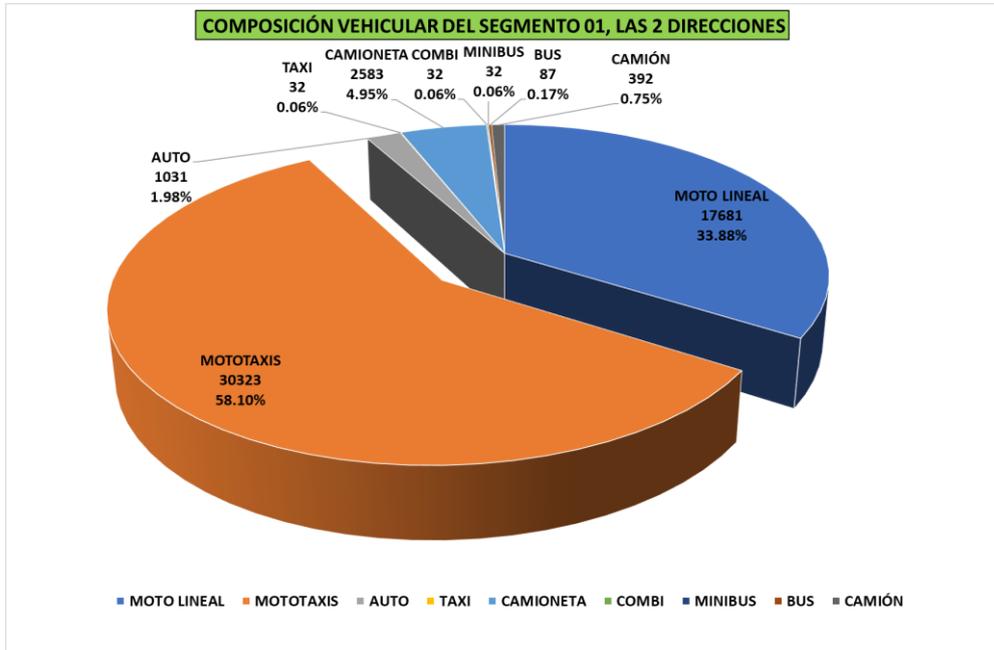
**Tabla 29:** Composición del tráfico semanal en ambas direcciones.

VEHÍCULO	SEGMENTO 1		SEGMENTO 2		SEGMENTO 3		SEGMENTO 4		SEGMENTO 5	
	Nº veh.	% veh.								
MOTO LINEAL	30045	33.83%	22946	33.78%	22358	33.68%	26974	33.87%	29114	34.14%
MOTOTAXIS	51565	58.06%	39329	57.89%	38271	57.66%	46270	58.10%	49372	57.90%
AUTO	1747	1.97%	1410	2.08%	1424	2.15%	1492	1.87%	1663	1.95%
TAXI	68	0.08%	65	0.10%	66	0.10%	69	0.09%	74	0.09%
CAMIONETA	4444	5.00%	3338	4.91%	3409	5.14%	3986	5.01%	4066	4.77%
COMBI	68	0.08%	65	0.10%	66	0.10%	69	0.09%	74	0.09%
MINIBUS	68	0.08%	65	0.10%	66	0.10%	69	0.09%	74	0.09%
BUS	141	0.16%	142	0.21%	142	0.21%	136	0.17%	164	0.19%
CAMIÓN	669	0.75%	573	0.84%	572	0.86%	574	0.72%	669	0.78%
<b>TOTAL</b>	<b>88815</b>	<b>100%</b>	<b>67933</b>	<b>100%</b>	<b>66374</b>	<b>100%</b>	<b>79639</b>	<b>100%</b>	<b>85270</b>	<b>100%</b>

A continuación, se muestran gráficos circulares que muestran los porcentajes de cada tipo de vehículo que cubrió cada segmento durante la semana del aforo.

#### a. Para el segmento 01 - ambas direcciones:

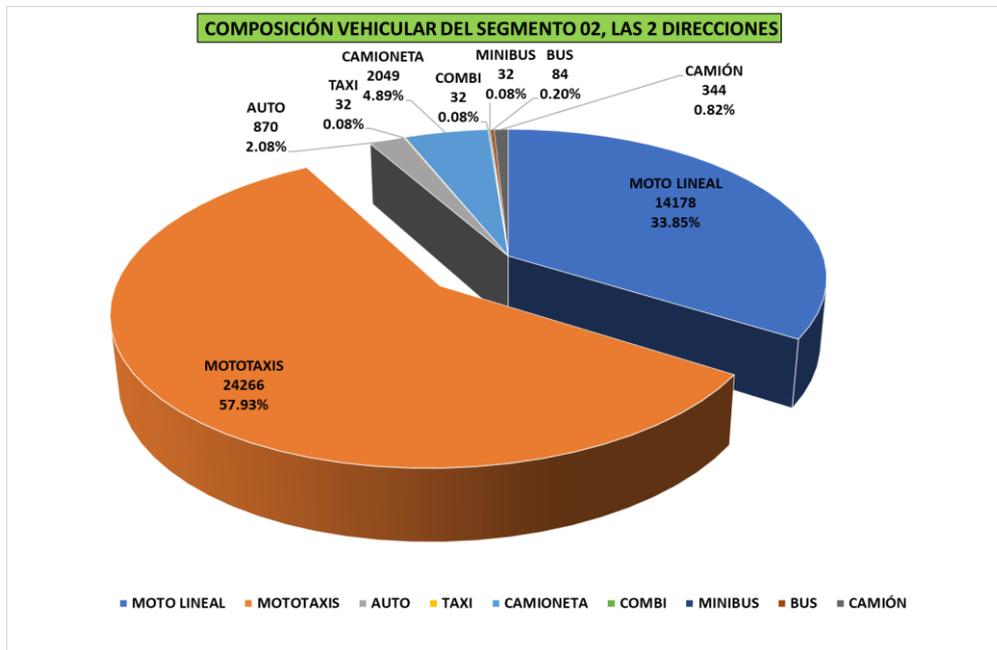
**Figura 29:** Composición vehicular del segmento 01, ambas direcciones



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

**b. Para el segmento 02 - ambas direcciones:**

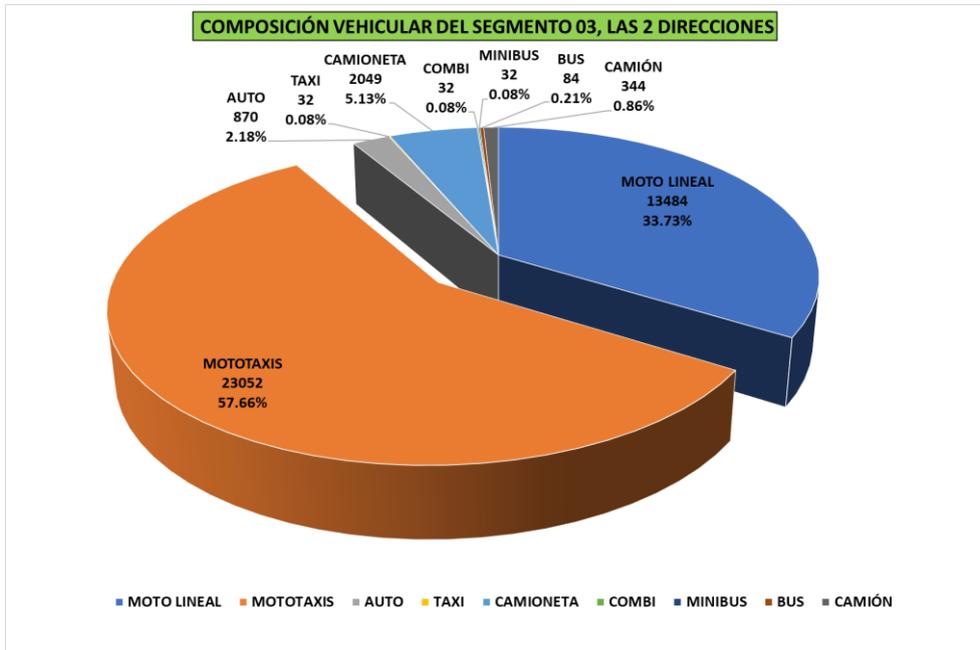
**Figura 30:** Composición vehicular del segmento 02, ambas direcciones



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

**c. Para el segmento 03 - Ambas direcciones:**

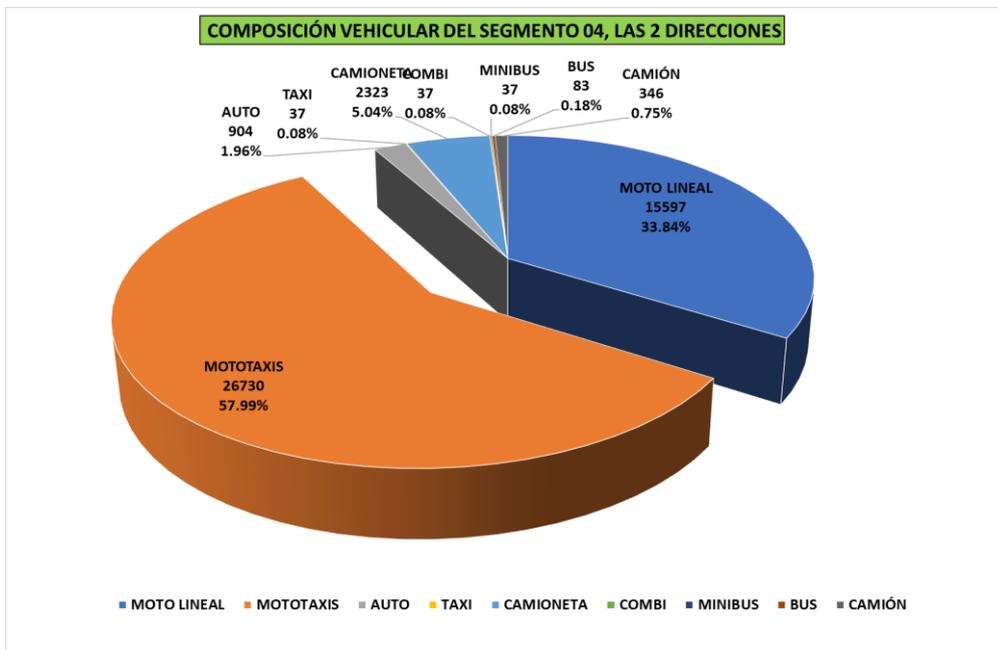
**Figura 31:** Composición vehicular del segmento 03, Ambas direcciones



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

**d. Para el segmento 04 - Ambas direcciones:**

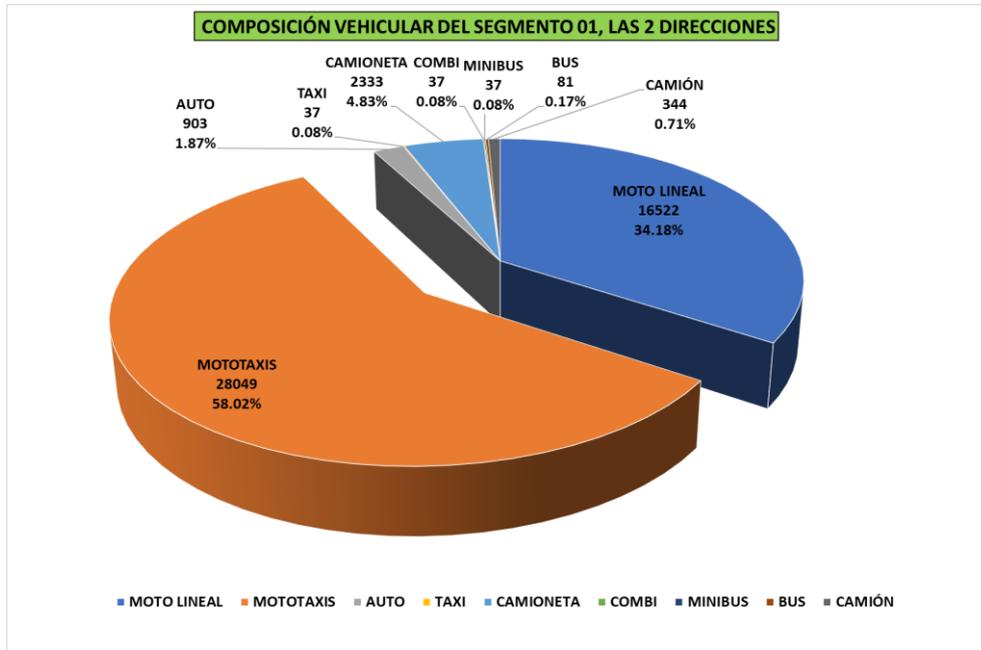
**Figura 32:** Composición vehicular del segmento 04, Ambas direcciones



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

**e. Para el segmento 05 - Ambas direcciones:**

**Figura 33:** Composición vehicular del segmento 05, Ambas direcciones



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

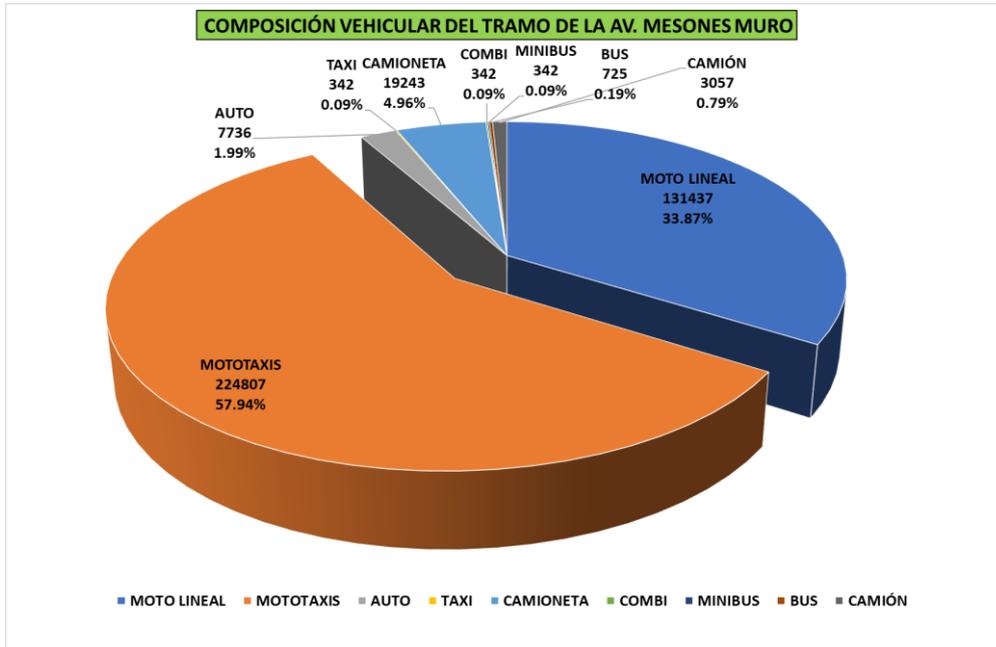
#### 3.11.2.4. Resumen Composición vehicular de tramo en estudio

La siguiente tabla muestra el tráfico total que se midió en el tramo estudiado, es decir de la Av. Mesones Muro Comprendida entre la Calle Marañón y la Calle Sánchez Carrión.

**Tabla 30:** Composición vehicular total del tramo en estudio.

VEHÍCULO	TOTAL	
	Nº veh.	% veh.
MOTO LINEAL	131437	33,87%
MOTOTAXIS	224807	57,94%
AUTO	7736	1,99%
TAXI	342	0,09%
CAMIONETA	19243	4,96%
COMBI	342	0,09%
MINIBUS	342	0,09%
BUS	725	0,19%
CAMIÓN	3057	0,79%
<b>TOTAL</b>	<b>388031</b>	<b>100%</b>

**Figura 34:** Composición vehicular total del tramo en estudio

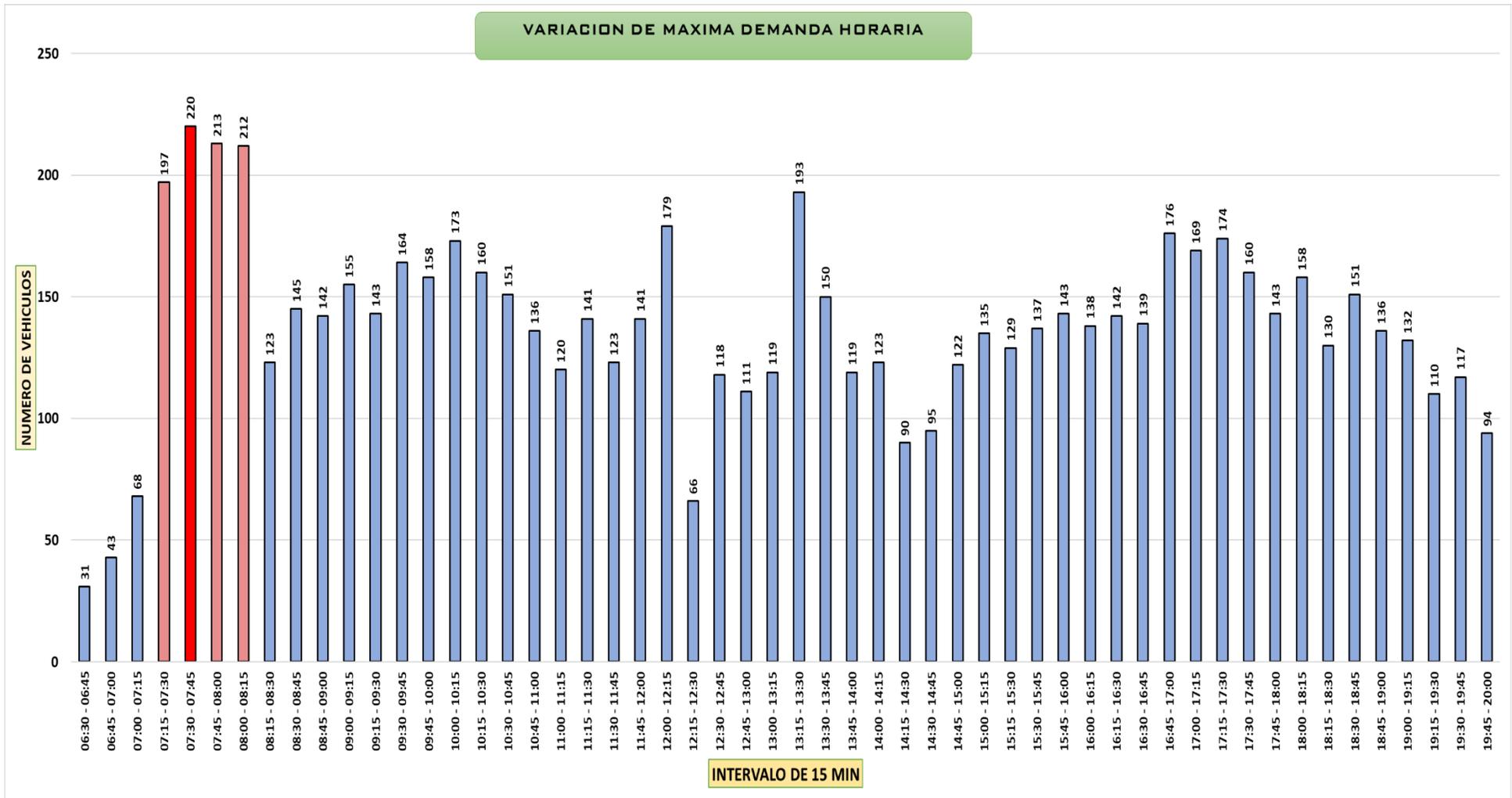


Fuente: Datos recogidos en instrumento.

### 3.11.3. Análisis de flujo vehicular

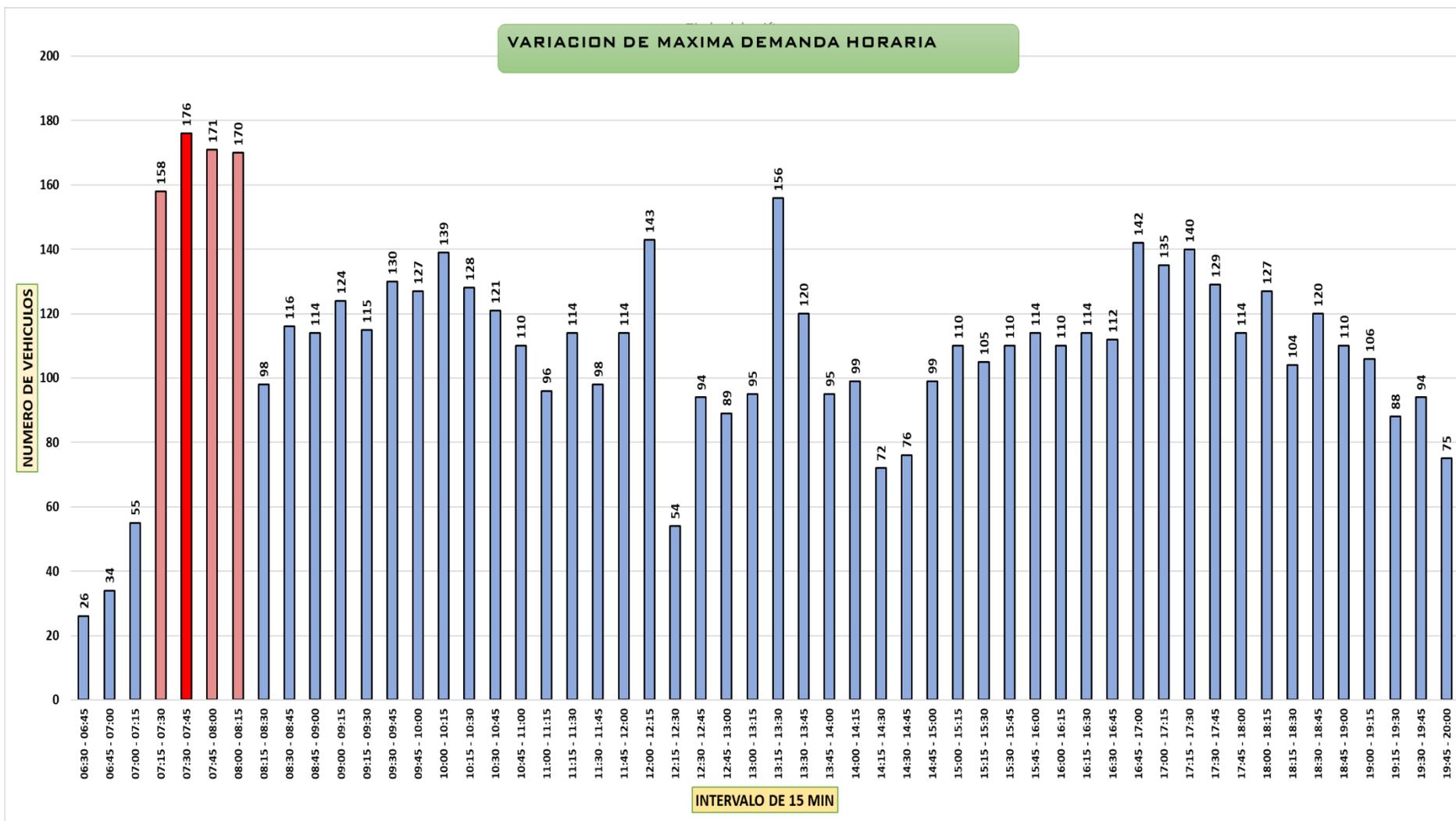
Este análisis se realizó para el flujo de vehículos en el día de máxima demanda (**Lunes 12 de setiembre 2022**). Se crearon histogramas de flujo de vehículos para cada segmento de ese día para comprender mejor los cambios de tráfico a lo largo del día. Además, se determinó la tasa de flujo, el volumen horario de máxima demanda y el factor horario de máxima demanda (FHMD). De las tablas N°17 y N°24 anteriores, se puede observar que el lunes 12 de Setiembre de 2022 es el día de máxima demanda para todos los segmentos en ambos sentidos.

Figura 35: Histograma del 12/09/2022 del segmento 01, en dirección de viaje A



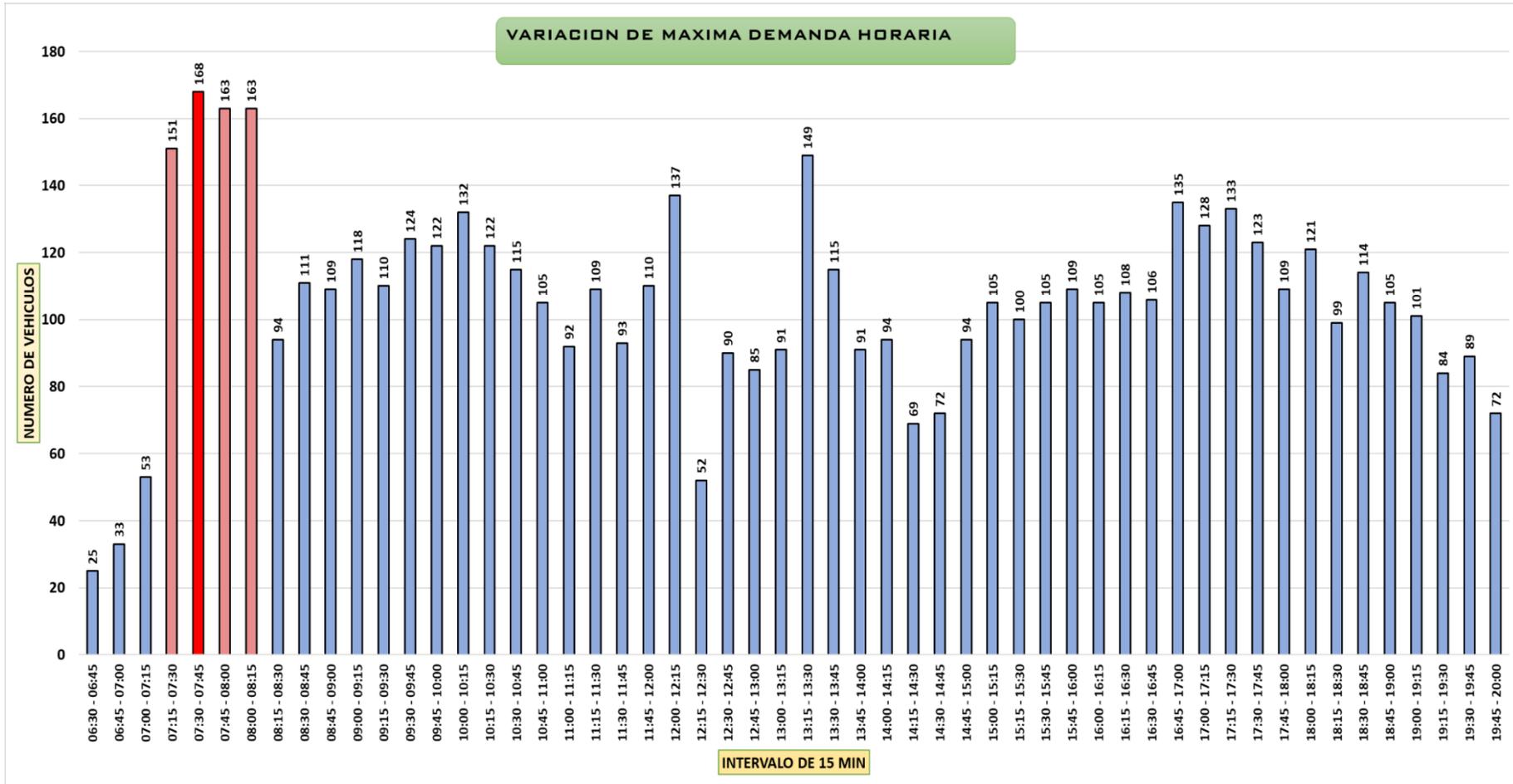
Fuente: Datos recogidos en instrumento.

Figura 36: Histograma del 12/09/2022 del segmento 02, en dirección de viaje A



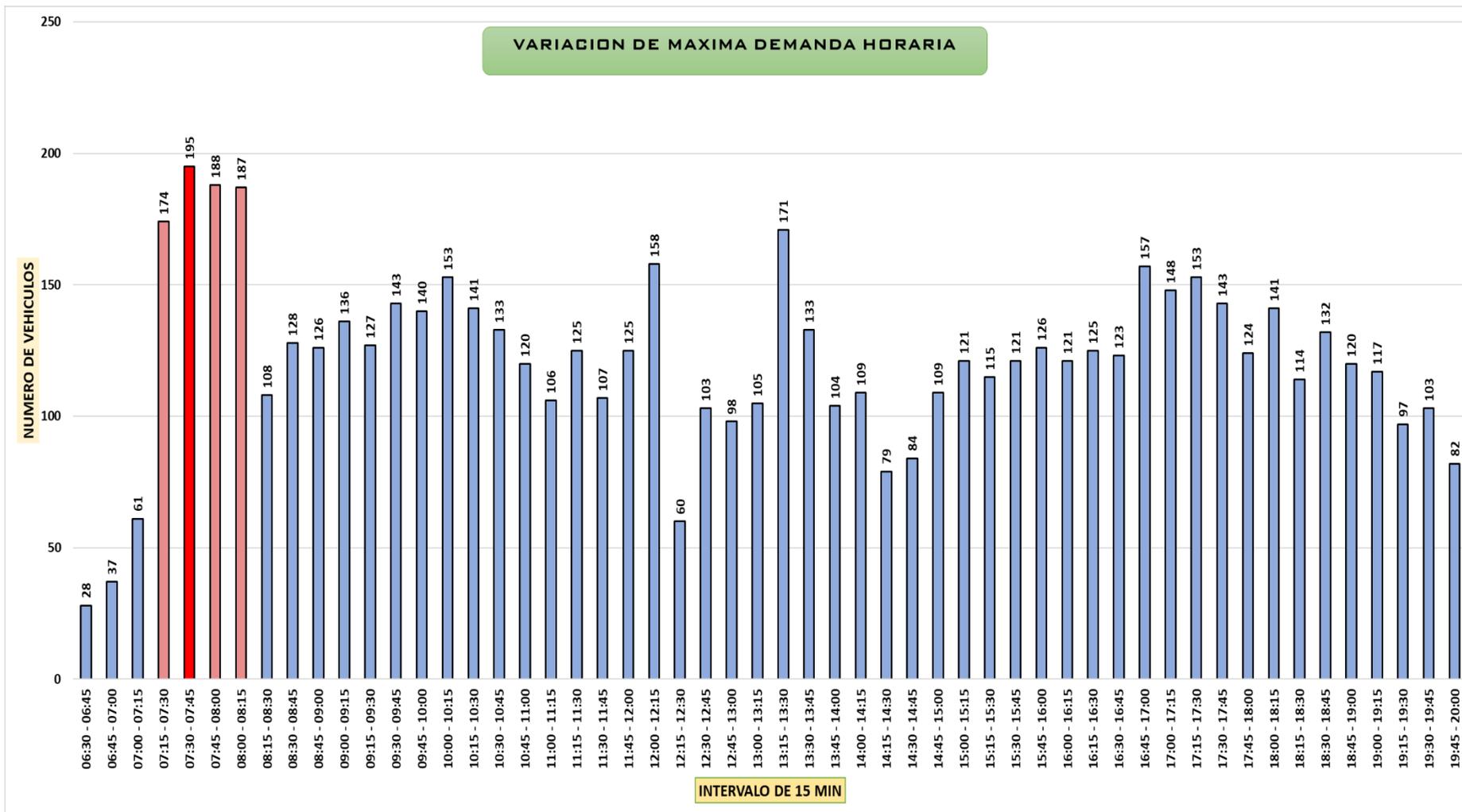
Fuente: Datos recogidos en instrumento.

Figura 37: Histograma del 12/09/2022 del segmento 03, en dirección de viaje A



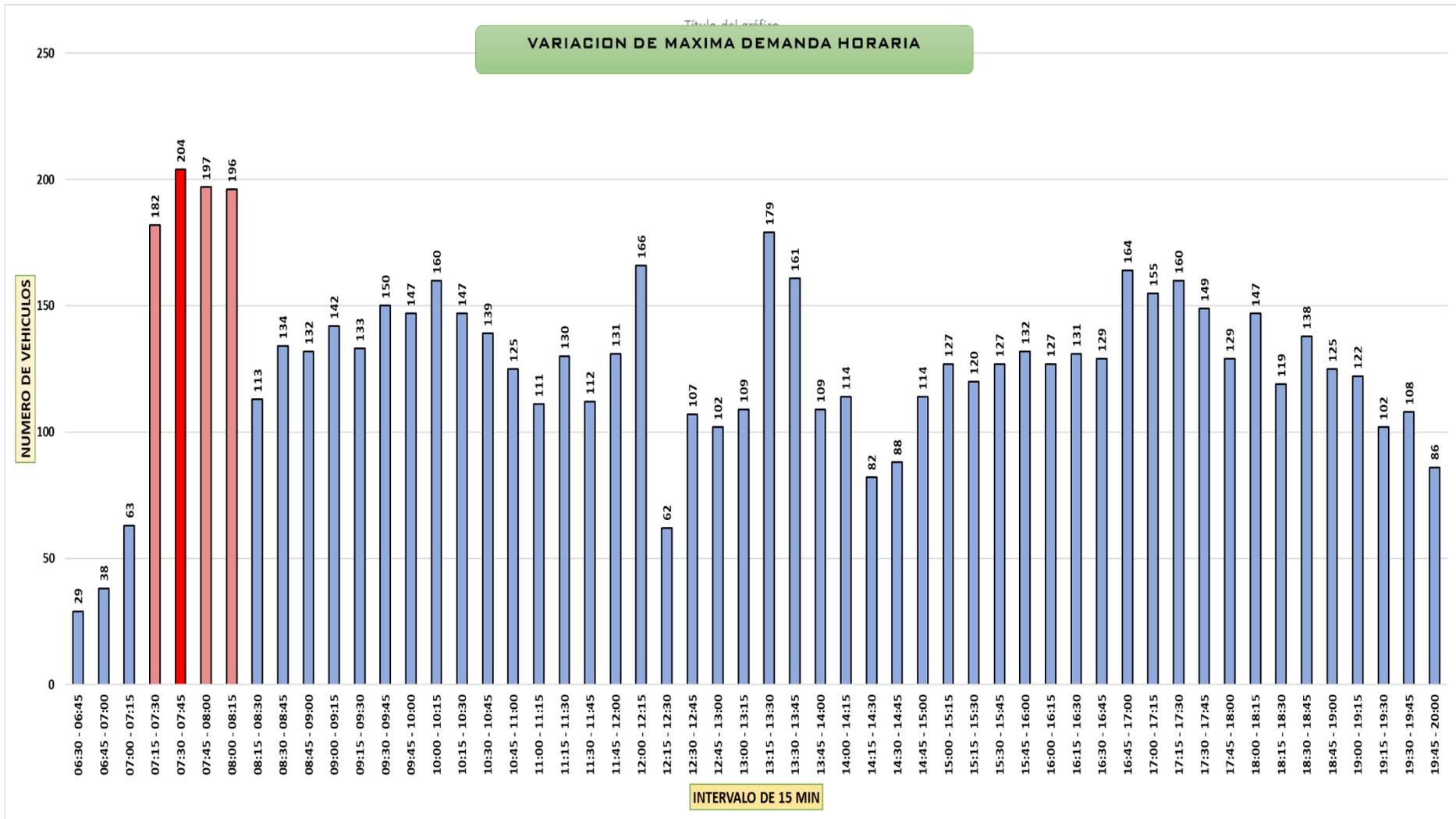
Fuente: Datos recogidos en instrumento.

Figura 38: Histograma del 12/09/2022 del segmento 04, en dirección de viaje A



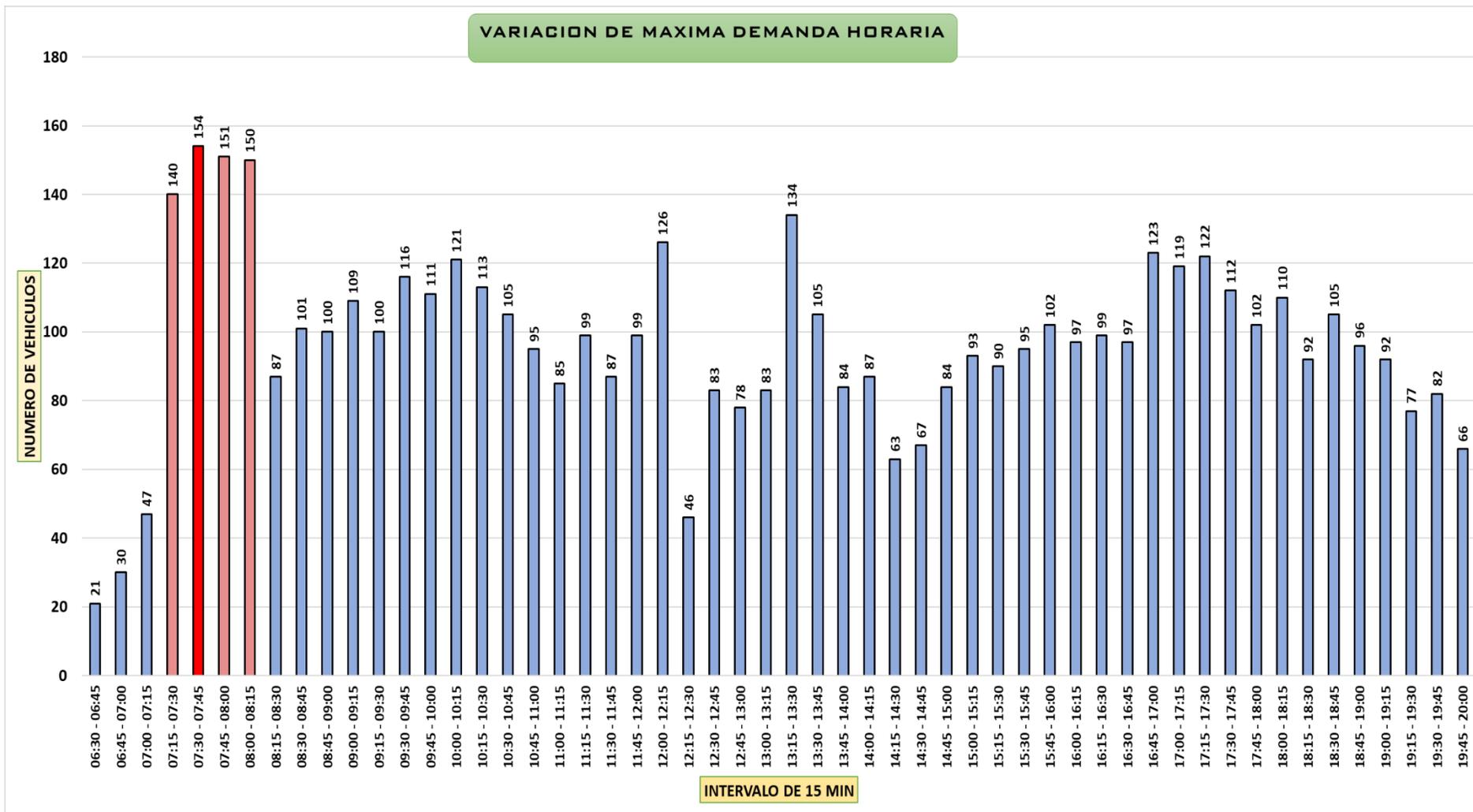
Fuente: Datos recogidos en instrumento.

Figura 39: Histograma del 12/09/2022 del segmento 05, en dirección de viaje A



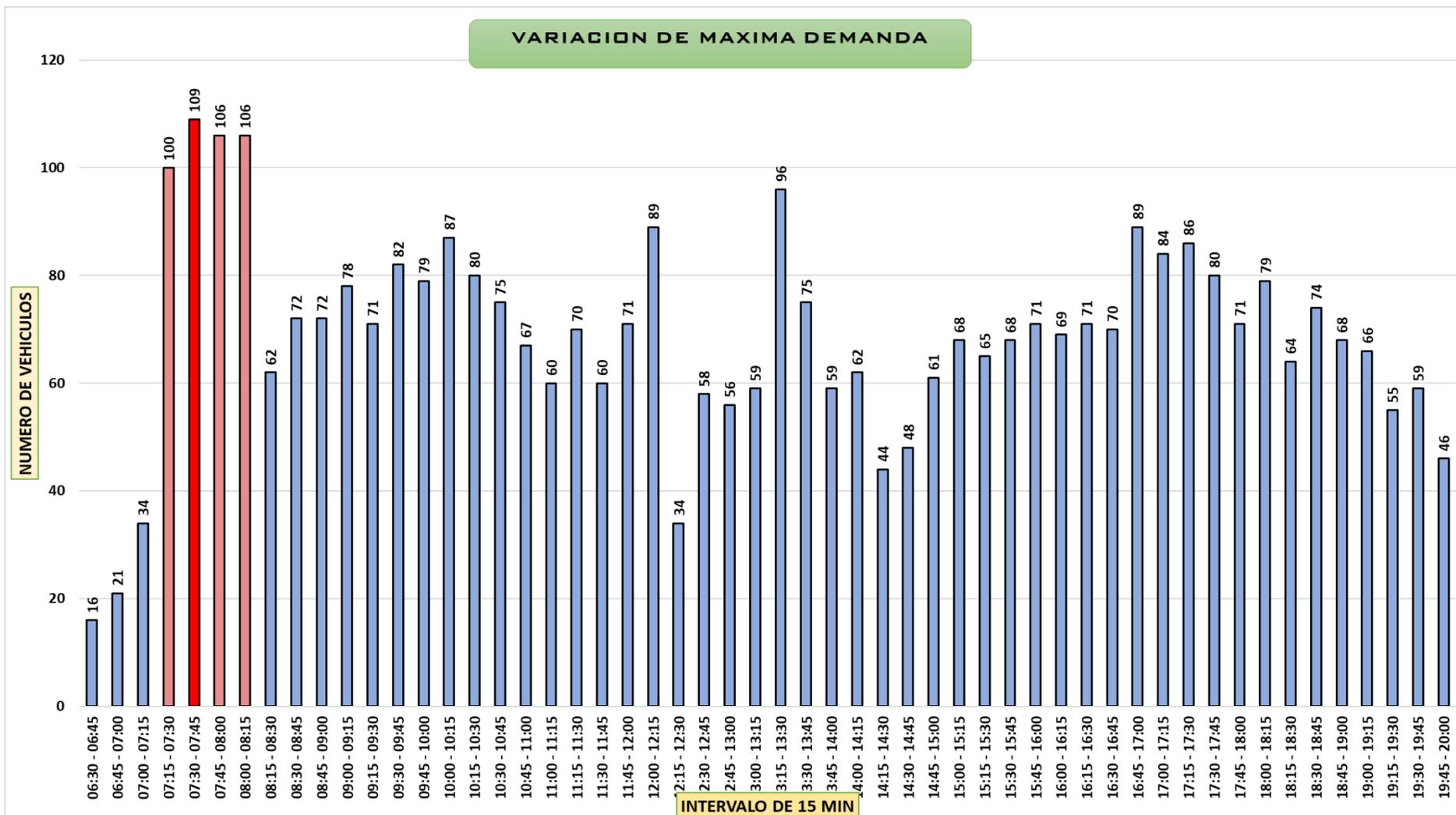
Fuente: Datos recogidos en instrumento.

Figura 40: Histograma del 12/09/2022 del segmento 01, en dirección de viaje B



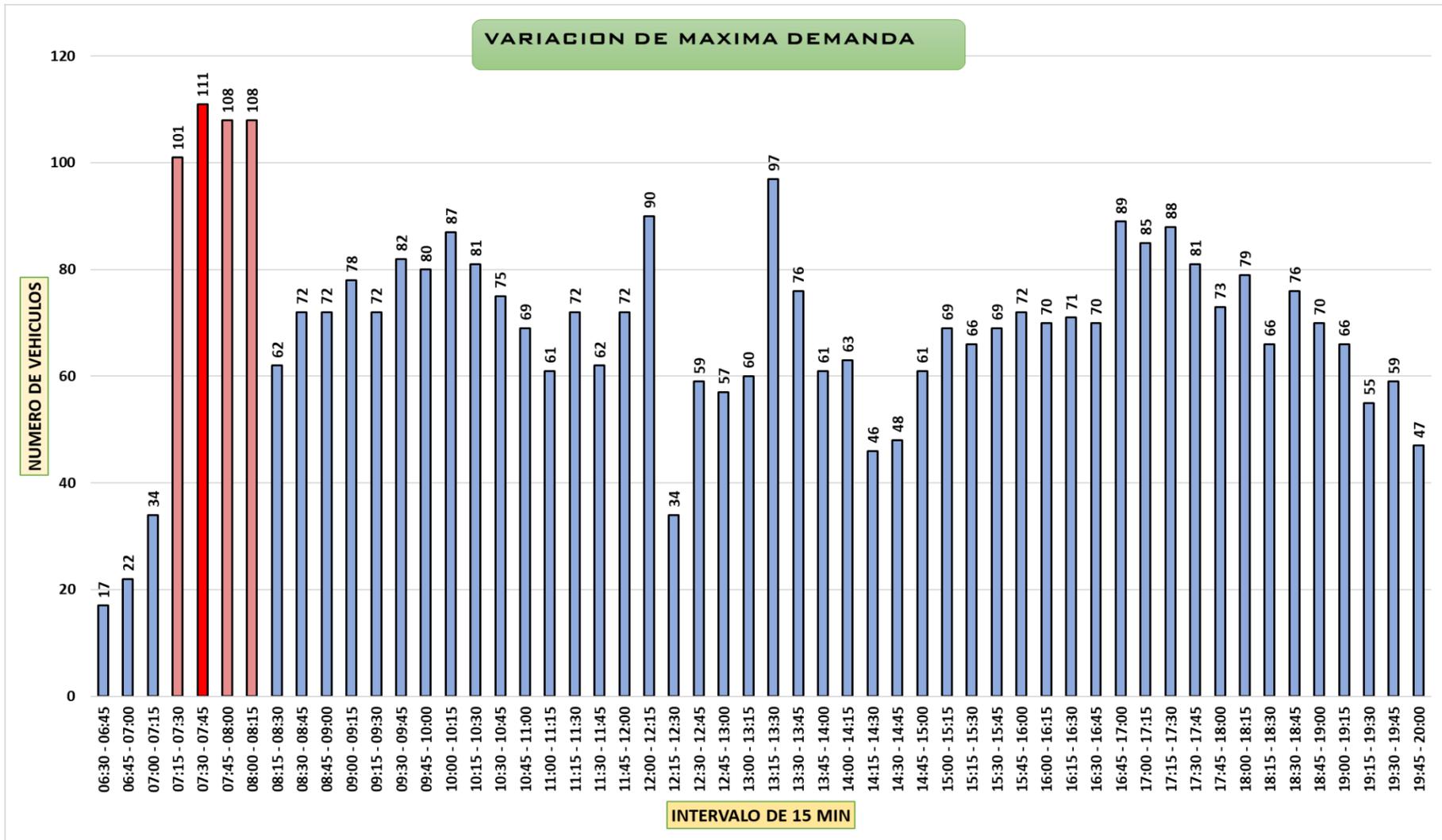
Fuente: Datos recogidos en instrumento.

Figura 41: Histograma del 12/09/2022 del segmento 02, en dirección de viaje B



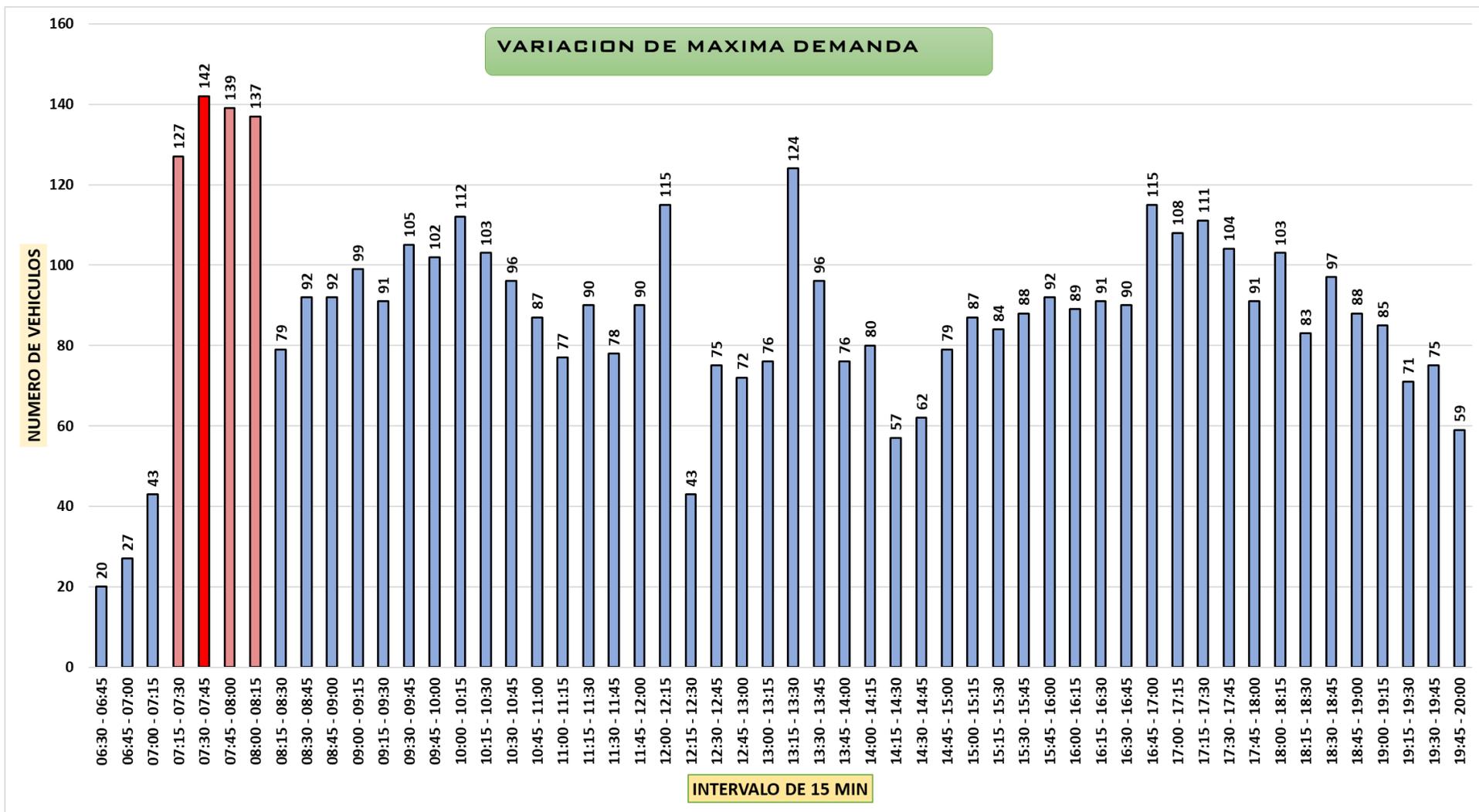
Fuente: Datos recogidos en instrumento.

Figura 42: Histograma del 12/09/2022 del segmento 03, en dirección de viaje B



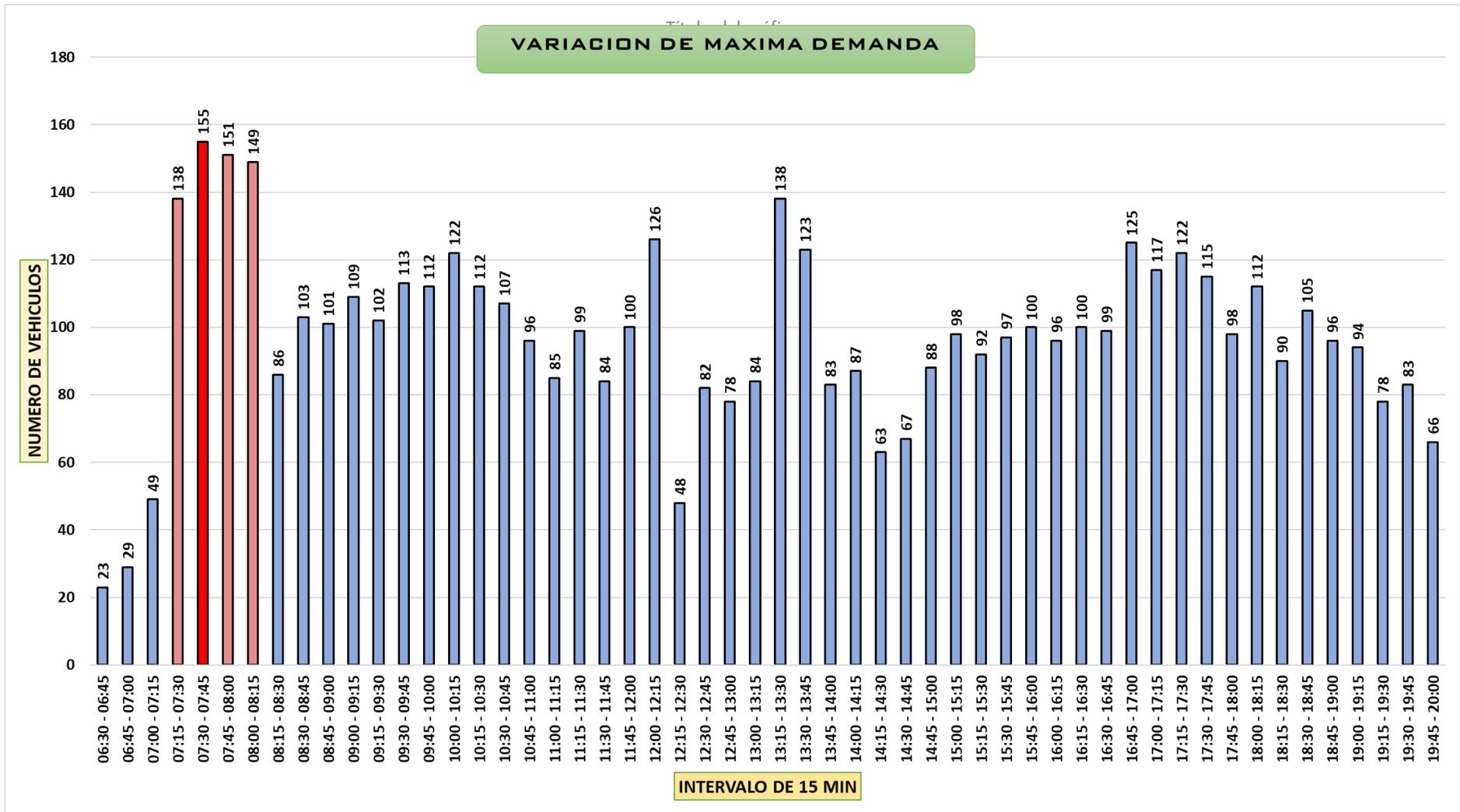
Fuente: Datos recogidos en instrumento.

Figura 43: Histograma del 12/09/2022 del segmento 04, en dirección de viaje B



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

Figura 44: Histograma del 12/09/2022 del segmento 05, en dirección de viaje B



Fuente: Datos recogidos en instrumento.

### 3.11.4. Hora de máxima demanda, VHMD, Qmáx, tasa de flujo horario y FHMD

A continuación, se presentan el resumen de aforos del día de máxima demanda.

**Tabla 31:** Resumen del aforo del día 12/09/22 en la dirección de viaje A

HORA	SEGMENTO 01		SEGMENTO 02		SEGMENTO 03		SEGMENTO 04		SEGMENTO 05	
	VEHÍCULOS	SUMA ACUM.								
06:30 - 06:45	31	339	26	273	25	262	28	300	29	312
06:45 - 07:00	43	528	34	423	33	405	37	467	38	487
07:00 - 07:15	68	698	55	560	53	535	61	618	63	646
07:15 - 07:30	197	842	158	675	151	645	174	744	182	779
07:30 - 07:45	220	768	176	615	168	588	195	678	204	710
07:45 - 08:00	213	693	171	555	163	531	188	611	197	640
08:00 - 08:15	212	622	170	498	163	477	187	549	196	575
08:15 - 08:30	123	565	98	452	94	432	108	498	113	521
08:30 - 08:45	145	585	116	469	111	448	128	517	134	541
08:45 - 09:00	142	604	114	483	109	461	126	532	132	557
09:00 - 09:15	155	620	124	496	118	474	136	546	142	572
09:15 - 09:30	143	638	115	511	110	488	127	563	133	590
09:30 - 09:45	164	655	130	524	124	500	143	577	150	604
09:45 - 10:00	158	642	127	515	122	491	140	567	147	593
10:00 - 10:15	173	620	139	498	132	474	153	547	160	571
10:15 - 10:30	160	567	128	455	122	434	141	500	147	522
10:30 - 10:45	151	548	121	441	115	421	133	484	139	505
10:45 - 11:00	136	520	110	418	105	399	120	458	125	478
11:00 - 11:15	120	525	96	422	92	404	106	463	111	484
11:15 - 11:30	141	584	114	469	109	449	125	515	130	539
11:30 - 11:45	123	509	98	409	93	392	107	450	112	471
11:45 - 12:00	141	504	114	405	110	389	125	446	131	466
12:00 - 12:15	179	474	143	380	137	364	158	419	166	437
12:15 - 12:30	66	414	54	332	52	318	60	366	62	380
12:30 - 12:45	118	541	94	434	90	415	103	477	107	497
12:45 - 13:00	111	573	89	460	85	440	98	507	102	551
13:00 - 13:15	119	581	95	466	91	446	105	513	109	558
13:15 - 13:30	193	585	156	470	149	449	171	517	179	563
13:30 - 13:45	150	482	120	386	115	369	133	425	161	466
13:45 - 14:00	119	427	95	342	91	326	104	376	109	393
14:00 - 14:15	123	430	99	346	94	329	109	381	114	398
14:15 - 14:30	90	442	72	357	69	340	79	393	82	411
14:30 - 14:45	95	481	76	390	72	371	84	429	88	449
14:45 - 15:00	122	523	99	424	94	404	109	466	114	488
15:00 - 15:15	135	544	110	439	105	419	121	483	127	506
15:15 - 15:30	129	547	105	439	100	419	115	483	120	506
15:30 - 15:45	137	560	110	448	105	427	121	493	127	517
15:45 - 16:00	143	562	114	450	109	428	126	495	132	519
16:00 - 16:15	138	595	110	478	105	454	121	526	127	551
16:15 - 16:30	142	626	114	503	108	477	125	553	131	579
16:30 - 16:45	139	658	112	529	106	502	123	581	129	608
16:45 - 17:00	176	679	142	546	135	519	157	601	164	628
17:00 - 17:15	169	646	135	518	128	493	148	568	155	593
17:15 - 17:30	174	635	140	510	133	486	153	561	160	585
17:30 - 17:45	160	591	129	474	123	452	143	522	149	544
17:45 - 18:00	143	582	114	465	109	443	124	511	129	533

18:00 - 18:15	158	575	127	461	121	439	141	507	147	529
18:15 - 18:30	130	549	104	440	99	419	114	483	119	504
18:30 - 18:45	151	529	120	424	114	404	132	466	138	487
18:45 - 19:00	136	495	110	398	105	379	120	437	125	457
19:00 - 19:15	132	453	106	363	101	346	117	399	122	418
19:15 - 19:30	110		88		84		97		102	
19:30 - 19:45	117		94		89		103		108	
19:45 - 20:00	94		75		72		82		86	

**Tabla 32:** Resumen del aforo del día 12/09/22 en la dirección de viaje B

HORA	SEGMENTO 01		SEGMENTO 02		SEGMENTO 03		SEGMENTO 04		SEGMENTO 05	
	VEHÍCULOS	SUMA ACUM.								
06:30 - 06:45	21	238	16	171	17	174	20	217	23	239
06:45 - 07:00	30	371	21	264	22	268	27	339	29	371
07:00 - 07:15	47	492	34	349	34	354	43	451	49	493
07:15 - 07:30	140	595	100	421	101	428	127	545	138	593
07:30 - 07:45	154	542	109	383	111	389	142	497	155	541
07:45 - 08:00	151	489	106	346	108	350	139	447	151	489
08:00 - 08:15	150	438	106	312	108	314	137	400	149	439
08:15 - 08:30	87	397	62	284	62	284	79	362	86	399
08:30 - 08:45	101	410	72	293	72	294	92	374	103	415
08:45 - 09:00	100	425	72	303	72	304	92	387	101	425
09:00 - 09:15	109	436	78	310	78	312	99	397	109	436
09:15 - 09:30	100	448	71	319	72	321	91	410	102	449
09:30 - 09:45	116	461	82	328	82	330	105	422	113	459
09:45 - 10:00	111	450	79	321	80	323	102	413	112	453
10:00 - 10:15	121	434	87	309	87	312	112	398	122	437
10:15 - 10:30	113	398	80	282	81	286	103	363	112	400
10:30 - 10:45	105	384	75	272	75	277	96	350	107	387
10:45 - 11:00	95	366	67	257	69	264	87	332	96	364
11:00 - 11:15	85	370	60	261	61	267	77	335	85	368
11:15 - 11:30	99	411	70	290	72	296	90	373	99	409
11:30 - 11:45	87	358	60	254	62	258	78	326	84	358
11:45 - 12:00	99	354	71	252	72	255	90	323	100	356
12:00 - 12:15	126	333	89	237	90	240	115	305	126	334
12:15 - 12:30	46	290	34	207	34	210	43	266	48	292
12:30 - 12:45	83	378	58	269	59	273	75	347	82	382
12:45 - 13:00	78	400	56	286	57	290	72	368	78	423
13:00 - 13:15	83	406	59	289	60	294	76	372	84	428
13:15 - 13:30	134	410	96	292	97	297	124	376	138	431
13:30 - 13:45	105	339	75	240	76	246	96	309	123	356
13:45 - 14:00	84	301	59	213	61	218	76	275	83	300
14:00 - 14:15	87	301	62	215	63	218	80	278	87	305
14:15 - 14:30	63	307	44	221	46	224	57	285	63	316
14:30 - 14:45	67	334	48	242	48	244	62	312	67	345
14:45 - 15:00	84	362	61	262	61	265	79	338	88	375
15:00 - 15:15	93	380	68	272	69	276	87	351	98	387
15:15 - 15:30	90	384	65	273	66	277	84	353	92	385
15:30 - 15:45	95	393	68	279	69	282	88	360	97	393
15:45 - 16:00	102	395	71	281	72	283	92	362	100	395
16:00 - 16:15	97	416	69	299	70	300	89	385	96	420
16:15 - 16:30	99	438	71	314	71	315	91	404	100	441
16:30 - 16:45	97	461	70	329	70	332	90	424	99	463

16:45 - 17:00	123	476	89	339	89	343	115	438	125	479
17:00 - 17:15	119	455	84	321	85	327	108	414	117	452
17:15 - 17:30	122	446	86	316	88	321	111	409	122	447
17:30 - 17:45	112	416	80	294	81	299	104	381	115	415
17:45 - 18:00	102	409	71	288	73	294	91	374	98	405
18:00 - 18:15	110	403	79	285	79	291	103	371	112	403
18:15 - 18:30	92	385	64	272	66	278	83	353	90	385
18:30 - 18:45	105	370	74	263	76	267	97	341	105	373
18:45 - 19:00	96	347	68	248	70	250	88	319	96	351
19:00 - 19:15	92	317	66	226	66	227	85	290	94	321
19:15 - 19:30	77		55		55		71		78	
19:30 - 19:45	82		59		59		75		83	
19:45 - 20:00	66		46		47		59		66	

Datos en **rojo** = VHMD.

Datos en **amarillo** y **marrón** = volúmenes de 15 minutos, que conforman el VHMD.

Datos en **marrón** = Q<sub>máx.</sub>

### 3.11.5. Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario (capacidad vehicular) y FHMD – dirección de viaje A.

Para el cálculo de estos parámetros se utiliza la capacidad del día de máxima demanda, que es el lunes. La Tabla No. 31 muestra dicho aforo para el sentido de conducción A.

Dado que el proceso de cálculo de estos parámetros es el mismo para todos los tramos y para cada sentido de marcha, a continuación, se explica el cálculo detallado de cada parámetro para el Segmento 01 - Dirección de viaje A, los parámetros del resto de tramos se dan en tablas resumen.

### 3.11.5.1. Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD del Segmento 01 – dirección de viaje A.

1. Establezca la hora de máxima demanda.

La hora que corresponde al volumen horario de máxima demanda se conoce como hora de mayor demanda. Segmento 01: Las horas comprendidas entre las 7:15 y las 8:15 son las de mayor tráfico en sentido A.

Los volúmenes que corresponden a cada periodo de análisis de 15 minutos -que constituye la hora de mayor demanda- se muestran en amarillo para cada segmento en la Tabla nº 31.

2. Cálculo del volumen de máxima demanda (VHMD) por horas.

De todos los volúmenes totales determinados en la etapa anterior, el volumen horario de mayor demanda es el mayor.

El VHMD para el segmento 01 - sentido de circulación A resultó ser de 842 coches según la tabla N°31; en esta tabla, el VHMD se muestra en verde sobre rojo para todos los segmentos.

3. Volumen máximo de los intervalos de 15 minutos (Q15 máx.)

El volumen máximo de los cuatro periodos que componen el VHMD se conoce como Q15max. Los volúmenes que componen el VHMD de cada segmento se muestran en la Tabla nº 31 en rojo sobre fondo verde. El Q15máx se indica igualmente en negrita sobre fondo marrón.

Los flujos correspondientes a la hora de mayor demanda del Tramo 01 en el sentido de circulación A se han suprimido para facilitar la comprensión de la Tabla N°31. La tabla siguiente los muestra.

**Tabla 33:** *Flujos en la hora de máxima demanda del Segmento 01*

(dirección A)

Período de Análisis	Volumen cada 15 minutos (Q15)	VHMD (veh/h)
07:15 - 07:30	197	<b>842</b>
<b>07:30 - 07:45</b>	<b>220</b>	
07:45 - 08:00	213	
08:00 - 08:15	212	

De la tabla se observa que el  $Q_{15\text{m}\acute{a}\text{x}}$  corresponde al periodo de análisis entra las **07:30 y 07:45**, además de estar resaltado con letras negras con fondo marrón que fue de 220 vehículos.

$$Q_{15\text{m}\acute{a}\text{x}} = 220 \text{ veh\acute{u}culos/15 minutos.}$$

#### 1. Tasa de flujo horario (capacidad vehicular):

Para determinar esta tasa de Flujo, Para ello el  $Q_{15\text{m}\acute{a}\text{x}}$ , se expresó en vehículos por hora.

$$q = \frac{\text{N}^\circ \text{ de veh\acute{u}culos}}{T} = \frac{220 \text{ veh\acute{u}culos}}{15 \text{ minutos}} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = 880 \text{ veh\acute{u}culos/hora}$$

#### 2. Factor horario de máxima demanda (FHMD):

$$FHMD_{15} = \frac{VHMD}{4(Q_{15\text{m}\acute{a}\text{x}})} = \frac{842}{4(220)} = 0.957$$

### 3.11.5.2. Hora de máxima demanda, VHMD, $Q_{15\text{m}\acute{a}\text{x}}$ , Tasa de flujo horario y

**FHMD del Segmento 02 – dirección de viaje A.**

**Hora de máxima demanda: 07:15 – 08:15 horas**

**Tabla 34:** *Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 02 (dirección A)*

Período de Análisis	Volumen cada 15 minutos (Q15)	VHMD (veh/h)
07:15 - 07:30	158	<b>675</b>
<b>07:30 - 07:45</b>	<b>176</b>	
07:45 - 08:00	171	
08:00 - 08:15	170	

**Tabla 35:** *Parámetros del segmento 02 (dirección A)*

PARÁMETROS DEL TRÁNSITO VEHICULAR	
VHMD [veh./hora]	675
Q15máx [veh./15min]	176
Tasa de flujo horario (q) [veh./hora]	704
FHMD	0.959

### 3.11.5.3. Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y

#### FHMD del Segmento 03 – dirección de viaje A.

Hora de máxima demanda: 07:15 – 08:15 horas

**Tabla 36:** *Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 03 (dirección A)*

Período de Análisis	Volumen cada 15 minutos (Q15)	VHMD (veh/h)
07:15 - 07:30	151	<b>645</b>
<b>07:30 - 07:45</b>	<b>168</b>	
07:45 - 08:00	163	
08:00 - 08:15	163	

**Tabla 37:** *Parámetros del segmento 03 (dirección A)*

PARÁMETROS DEL TRÁNSITO VEHICULAR	
VHMD [veh./hora]	645
Q15máx [veh./15min]	168
Tasa de flujo horario (q) [veh./hora]	672
FHMD	0.960

### 3.11.5.4. Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y

#### FHMD del Segmento 04 – dirección de viaje A.

Hora de máxima demanda: 07:15 – 08:15 horas

**Tabla 38:** *Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 04 (dirección A)*

Período de Análisis	Volumen cada 15 minutos (Q15)	VHMD (veh/h)
07:15 - 07:30	174	<b>744</b>
<b>07:30 - 07:45</b>	<b>195</b>	
07:45 - 08:00	188	
08:00 - 08:15	187	

**Tabla 39:** *Parámetros del segmento 04 (dirección A)*

PARÁMETROS DEL TRÁNSITO VEHICULAR	
VHMD [veh./hora]	744
Q15máx [veh./15min]	195
Tasa de flujo horario (q) [veh./hora]	780
FHMD	0.954

### 3.11.5.5. Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y

#### FHMD del Segmento 05 – dirección de viaje A.

Hora de máxima demanda: 07:15 – 08:15 horas

**Tabla 40:** *Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 05 (dirección A)*

Período de Análisis	Volumen cada 15 minutos (Q15)	VHMD (veh/h)
07:15 - 07:30	182	<b>779</b>
<b>07:30 - 07:45</b>	<b>204</b>	
07:45 - 08:00	197	
08:00 - 08:15	196	

**Tabla 41: Parámetros del segmento 05 (dirección A)**

PARÁMETROS DEL TRÁNSITO VEHICULAR	
VHMD [veh./hora]	779
Q15máx [veh./15min]	204
Tasa de flujo horario (q) [veh./hora]	816
FHMD	0.955

**3.11.6. Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario (capacidad vehicular) y FHMD – Con dirección de viaje B.**

Para calcular estas características se utiliza la capacidad del lunes, el día de mayor demanda. Esta capacidad se muestra para el sentido de circulación B en la Tabla nº 32.

Los parámetros de cálculo para el segmento en sentido de circulación B se muestran a continuación, ya que el procedimiento para determinar estos parámetros es el mismo para todos los segmentos y todos los sentidos de circulación.

**3.11.6.1. Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD del Segmento 01 – dirección de viaje B.**

**Hora de máxima demanda: 07:15 – 08:15 horas**

**Tabla 42: Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 01 (dirección B)**

Período de Análisis	Volumen cada 15 minutos (Q15)	VHMD (veh/h)
07:15 - 07:30	140	<b>595</b>
<b>07:30 - 07:45</b>	<b>154</b>	
07:45 - 08:00	151	
08:00 - 08:15	150	

**Tabla 43: Parámetros del segmento 01 (dirección B)**

### PARÁMETROS DEL TRÁNSITO VEHICULAR

VHMD [veh./hora]	595
Q15máx [veh./15min]	154
Tasa de flujo horario (q) [veh./hora]	616
FHMD	0.966

#### 3.11.6.2. Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD del Segmento 02 – dirección de viaje B.

Hora de máxima demanda: 07:15 – 08:15 horas

**Tabla 44:** *Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 02 (dirección B)*

Período de Análisis	Volumen cada 15 minutos (Q15)	VHMD (veh/h)
07:15 - 07:30	100	421
07:30 - 07:45	109	
07:45 - 08:00	106	
08:00 - 08:15	106	

**Tabla 45:** *Parámetros del segmento 02 (dirección B)*

### PARÁMETROS DEL TRÁNSITO VEHICULAR

VHMD [veh./hora]	421
Q15máx [veh./15min]	109
Tasa de flujo horario (q) [veh./hora]	436
FHMD	0.966

#### 3.11.6.3. Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD del Segmento 03 – dirección de viaje B.

Hora de máxima demanda: 07:15 – 08:15 horas

**Tabla 46:** *Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 03 (dirección B)*

Período de Análisis	Volumen cada 15 minutos (Q15)	VHMD (veh/h)
07:15 - 07:30	101	428
<b>07:30 - 07:45</b>	<b>111</b>	
07:45 - 08:00	108	
08:00 - 08:15	108	

**Tabla 47:** *Parámetros del segmento 03 (dirección B)*

PARÁMETROS DEL TRÁNSITO VEHICULAR	
VHMD [veh./hora]	428
Q15máx [veh./15min]	111
Tasa de flujo horario (q) [veh./hora]	444
FHMD	0.964

#### 3.11.6.4. Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario

y FHMD del Segmento 04 – dirección de viaje B.

Hora de máxima demanda: 07:15 – 08:15 horas

**Tabla 48:** *Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 2 (dirección B)*

Período de Análisis	Volumen cada 15 minutos (Q15)	VHMD (veh/h)
07:15 - 07:30	127	545
<b>07:30 - 07:45</b>	<b>142</b>	
07:45 - 08:00	139	
08:00 - 08:15	137	

**Tabla 49:** *Parámetros del segmento 02 (dirección B)*

PARÁMETROS DEL TRÁNSITO VEHICULAR	
VHMD [veh./hora]	545
Q15máx [veh./15min]	142
Tasa de flujo horario (q) [veh./hora]	568
FHMD	0.960

**3.11.6.5. Hora de máxima demanda, VHMD, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD del Segmento 05 – dirección de viaje B.**

**Hora de máxima demanda: 07:15 – 08:15 horas**

**Tabla 50:** *Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 05 (dirección B)*

<b>Período de Análisis</b>	<b>Volumen cada 15 minutos (Q15)</b>	<b>VHMD (veh/h)</b>
07:15 - 07:30	138	<b>593</b>
<b>07:30 - 07:45</b>	<b>155</b>	
07:45 - 08:00	151	
08:00 - 08:15	149	

**Tabla 51:** *Parámetros del segmento 05 (dirección B)*

<b>PARÁMETROS DEL TRÁNSITO VEHICULAR</b>	
<b>VHMD</b> [veh./hora]	593
<b>Q15máx</b> [veh./15min]	155
<b>Tasa de flujo horario (q)</b> [veh./hora]	620
<b>FHMD</b>	0.956

### 3.11.7. Nivel de servicio de cada Segmento

#### 3.11.7.1. Nivel de servicio del Segmento 01 (Ambas direcciones)

Figura 45: Nivel de Servicio del Segmento 01



Fuente: Elaboración propia.

El tramo 01 con sus dos sentidos de circulación, A y B, se observa en la ilustración. A continuación, se muestra el cálculo del nivel de servicio para el tramo comprendido entre la calle Orellana y la calle Alfredo Bastos.

## PASO 0 1: DATOS DE ENTRADA

**Tabla 52:** Datos de entrada del Segmento 01 (Ambas Direcciones)

DATO DE ENTRADA	DIRECCIÓN DE VIAJE	
	A	B
Capacidad vehicular [ <b>Tasa de flujo horario (q)</b> ]	880 veh/h	616 veh/h
Tasa de flujo del segmento medio [( $v_m$ ) = VHMD]	842 veh/h	595 veh/h
Número de carriles de giro exclusivos	0	0
Ancho de intersección aguas arriba ( $W_i$ )	10.40m = 34.12ft	10.60m = 34.78ft
Número de carriles directos ( $N_{th}$ )	2	2
Longitud del segmento (L) *	104.45m = 342.68ft	106.57m = 349,64ft
Longitud mediana restrictiva	95.50m = 313,32ft	95.50m = 313,32ft
Proporción de segmento con bordillo ( $P_{curb}$ )	1	1
N° de aproximaciones en la dirección de viaje ( $N_{ap,s}$ )	2	2
N° de aprox. en la dirección opuesta de viaje ( $N_{ap,o}$ )	2	2
Duración del periodo de análisis	0.25 h.	0.25 h.
Límite de velocidad ( $S_{pl}$ )	40km/h = 24.85mi/h	40km/h = 24.85mi/h

**Nota:** Dado que la longitud de la sección varía en ambas direcciones, se utilizó el promedio (**346.17 pies**) en el cálculo.

## PASO 2: DETERMINAR EL TIEMPO EN MOVIMIENTO

La velocidad de flujo abierto, el factor de ajuste por proximidad del vehículo y el tiempo de movimiento adicional resultante de las fuentes de retardo en el centro del segmento deben calcularse antes de poder determinar el tiempo de movimiento.

### a) Velocidad de flujo libre ( $S_f$ )

Para el cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$S_f = S_{fo} f_L \quad (Ec.2.11)$$

Donde:

- $S_{fo}$  = Flujo libre de velocidad.
- $f_L$  = Ajuste de espacio mediante señal.

Se presenta el valor de las constantes  $S_{fo}$ ,  $f_L$  y de  $S_f$

### a.1) Cálculo de la velocidad de flujo libre base ( $S_{fo}$ )

$$S_{fo} = S_o + f_{cs} + f_A \text{ (Ec.2.12)}$$

Donde:

- $S_o$  = Constante de la velocidad (mi/h)
- $f_{cs}$  = Sección transversal y su ajuste (mi/h)
- $f_A$  = Puntos de acceso y su ajuste (mi/h)

### 1. Velocidad constante ( $S_o$ )

$$S_o = 25.6 + 0.47 S_{pl} \text{ (Ec.2.13)}$$

Donde:

- $S_{pl}$  = Límite de velocidad publicado (mi/h)

El artículo N°162 del Reglamento Nacional de Tránsito de 2009 establece que el Límite de Velocidad Publicado (LSP) de una avenida es de 60 km/h por tratarse de una AV. En un entorno urbano, 40 km/h equivalen a 24,85 mi/h.

Entonces:

$$S_o = 25.6 + 0.47 S_{pl}$$

$$S_o = 25.6 + 0.47 * (24.85)$$

$$S_o = 37,28 \text{ mi/h}$$

$S_o$  Tiene el mismo valor para ambas direcciones de viaje del segmento.

### 2. Factor de ajuste para la sección transversal ( $f_{cs}$ )

$$f_{cs} = 1.5 P_{rm} - 0.47 P_{curb} - 3.7 P_{curb} P_{rm} \text{ (Ec.2.14)}$$

Donde:

- $P_{rm}$  = Longitud del enlace de acuerdo con la mediana y restricción.
  - $P_{curb}$  = Lado derecho del borde con el segmento en proporción.
- Para la dirección de viaje "A".

$$P_{rm} = \frac{L}{(Long.resit.-w_i)} = \frac{287.89}{353.51 - 39.90} = 0,92$$

$$P_{curb} = 1$$

Entonces:

$$f_{cs} = 1.5(0.92) - 0.47(1) - 3.7(1)(0.92) = -2.49$$

- Para la dirección de viaje "B".

$$P_{rm} = \frac{L}{(Long.resit.-w_i)} = \frac{313.32}{349.64 - 34.78} = 1,00$$

$$P_{curb} = 1$$

Entonces:

$$f_{cs} = 1.5(1.00) - 0.47(1) - 3.7(1)(1.00) = -2,66$$

### 3. Factor de ajuste para puntos de acceso (f<sub>A</sub>):

$$f_A = -\frac{0.078D_a}{N_{th}} \quad (Ec.2.15)$$

Con:

$$D_a = \frac{5280(N_{ap,s} + N_{ap,o})}{L - W_i} \quad (Ec.2.16)$$

Donde:

- $f_A$  = Densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/milla).

- Cálculo de  $D_a$  y  $f_A$  para la dirección de viaje "A"

$$D_a = \frac{5280(2 + 2)}{346.17 - 34.12} = 67,68$$

$$f_A = -\frac{0.078(67.68)}{2} = -2,64$$

- Cálculo de  $D_a$  y  $f_A$  para la dirección de viaje "B"

$$D_a = \frac{5280(2 + 2)}{346.17 - 34.78} = 67,83$$

$$f_A = -\frac{0.078(67.83)}{2} = -2,65$$

#### 4. Velocidad de flujo libre base ( $S_{fo}$ )

Con los valores encontrados en las secciones anteriores y con la siguiente ecuación se calculó el  $S_{fo}$ .

$$S_{fo} = S_o + f_{cs} + f_A \text{ (Ec.2.12)}$$

- Para la dirección de viaje "A":

$$S_{fo} = 37.28 + (-2.70) + (-2,65) = 31.94 \text{ mi/h}$$

- Para la dirección de viaje "B":

$$S_{fo} = 37.28 + (-2.66) + (-2,65) = 31.98 \text{ mi/h}$$

#### **a.2) Cálculo del factor de ajuste de espaciado de señal ( $f_L$ )**

$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{S_{fo} - 19.5}{\max(L_s, 400)} \leq 1 \text{ (Ec.2.17)}$$

Dónde:

- $L_s$  = Distancia entre intersecciones.

- Cálculo de  $f_L$  para la dirección de viaje A:

$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{31.94 - 19.5}{\max(346.17, 400)} = 0,87$$

- Cálculo de  $f_L$  para la dirección de viaje B:

$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{31.98 - 19.5}{\max(346.17, 400)} = 0,87$$

#### **a.3) Cálculo de la velocidad de flujo libre ( $S_f$ )**

$$S_f = S_{fo} f_L \text{ (Ec.2.11)}$$

- Cálculo de  $S_f$  para la dirección de viaje A:

$$S_f = 31.94 \times 0.87 = 27,91 \text{ mi/h}$$

- Cálculo de  $S_f$  para la dirección de viaje B:

$$S_f = 31.98 \times 0.87 = 27,93 \text{ mi/h}$$

**b) Factor de ajuste de proximidad del vehículo ( $f_v$ )**

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{V_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}} \quad (\text{Ec.2.18})$$

- Cálculo de  $f_v$  para la dirección de viaje A:

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{842}{52.8 \times 2 \times 27.91}\right)^{0.21}} = 1,04$$

- Cálculo de  $f_v$  para la dirección de viaje B:

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{596}{52.8 \times 2 \times 27.93}\right)^{0.21}} = 1,02$$

**c) Demora debido a vehículos que giran hacia un punto de acceso**

Para calcular el retraso se ha utilizado la tabla nº 7. El número de coches por carril en el centro de la sección se calcula para cada sentido de circulación con el fin de ser utilizado.

- Volumen por carril (dirección de viaje A):

$$\text{Vol. carril} = 842 / 2 = 421 \text{ veh/h/ln.}$$

- Volumen por carril (dirección de viaje B):

$$\text{Vol. carril} = 595 / 2 = 298 \text{ veh/h/ln.}$$

- A partir de estos datos, se ha realizado una extrapolación del retraso en dos carriles para un volumen por carril de 500 veh/h/ln:

- Para la dirección de viaje "A"

$$d_{ap,i}=0.17 \text{ seg/veh/pto}$$

- Para la dirección de viaje "B"

$$d_{ap,i}=0.08 \text{ seg/veh/pto.}$$

#### d) Cálculo del tiempo en movimiento

Para el cálculo se usó la siguiente ecuación:

$$t_R = \frac{6 - l_1}{0.0025L} f_x + \frac{3600L}{5280s_f} f_v + \sum_{i=1}^{N_{op}} d_{ap,i} + d_{other} \quad (\text{Ec. 2.19})$$

Donde:

- $l_1$  = Tiempo perdido de arranque (2 para intersecciones con semáforos)
- $f_x$  = Factor de ajuste de tipo de control (1 si hay semáforo, 0 si no lo hay)
- $d_{other}$  = Demoras debido a otras fuentes (0 según HCM)

- Cálculo de  $t_R$  para la dirección de viaje A

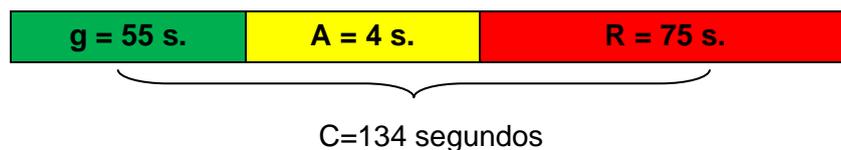
$$t_R = \frac{6 - 0}{0.0025 * (346.17)} 0 + \frac{3600 * (346.17)}{5280 * (27.91)} 1.04 + \frac{0.17}{2} 2 + \frac{0.17}{2} 2 + 1 = 10,10 \text{ s.}$$

- Cálculo de  $t_R$  para la dirección de viaje B

$$t_R = \frac{6-2}{0.0025*(346.17)} 0 + \frac{3600*(346.17)}{5280*(27.93)} 1.02 + \frac{0.08}{2} 2 + \frac{0.08}{2} 2 + 0 = 13,43 \text{ s.}$$

### PASO 3. DETERMINAR LA DURACIÓN DE LA FASE DE LA SEÑAL

- Para la dirección de viaje A:



### PASO 4. DETERMINAR LA DEMORA DIRECTA (d<sub>t</sub>)

$$d_t = \frac{d_{th}v_tN_t + d_{sl}v_{sl}(1 - P_L) + d_{sr}v_{sr}(1 - P_r)}{v_{th}} \quad (\text{Ec. 2.20})$$

- Para la dirección de viaje A:

$$d_t = \frac{10.54 * 421 * 1 + 0 * 0 * (1 - 0) + 7.54 * 421 (1 - 0.18)}{842} = 8,36 \text{ seg/veh}$$

- Para la dirección de viaje B:

$$d_t = \frac{10.19 * 298 * 1 + 0 * 0 * (1 - 0.27) + 7.58 * 298 (1 - 0.32)}{596} = 8,36 \text{ seg/veh}$$

**Nota:**  $v_{th} = v_m$ , debido a la ausencia de carriles de giro designados. Sobre la base de la capacidad de día punta, se calcularon los caudales y los coeficientes de giro ( $P_L$  y  $P_r$ ). Las tablas A.12 y A.13 del Apéndice C representan los resultados del cálculo de los retrasos directos.

#### PASO 5. DETERMINAR LA VELOCIDAD DE VIAJE ( $S_{T,seg}$ )

$$S_{T,seg} = \frac{3600L}{5280(t_R + d_t)} \quad (\text{Ec. 2.21})$$

- Para la dirección de viaje A:

$$S_{T,seg} = \frac{3600(346.17)}{5280(10.10 + 8.36)} = 11,64 \text{ mi/h}$$

- Para la dirección de viaje B:

$$S_{T,seg} = \frac{3600(346.17)}{5280(13.43 + 7.67)} = 10,18 \text{ mi/h}$$

#### PASO 6. DETERMINAR EL NIVEL DE SERVICIO

La velocidad de desplazamiento, dada como porcentaje de la velocidad base de flujo libre ( $S_{(T,seg)}/S_{f0}$ ), y la relación volumen/capacidad definen el nivel de servicio. Una vez obtenidas estas cifras, el grado de servicio se determina utilizando la Tabla nº 53.

**Tabla 53: Determinar el nivel de servicio**

Velocidad de desplazamiento como porcentaje de la velocidad base de flujo libre (%)	<u>Nivel de servicio por relación volumen-capacidad</u>	
	$\leq 1.0$	$\geq 1$
>85	A	F
>67-85	B	F
>50-67	C	F
>40-50	D	F
>30-40	E	F
$\leq 30$	F	F

Fuente: HCM, 2010.

- Para la dirección de viaje A:

$$NS = \frac{ST, seg}{SFo} = \frac{11.64}{31.94} = 36,45\%$$

$$X = \frac{Volumen}{Capacidad} = \frac{842}{880} = 0,96$$

Para estos valores, según la tabla N° 53, la dirección de viaje A, del Segmento 01 presenta un **Nivel de servicio E**.

- Para la dirección de viaje B:

$$NS = \frac{ST, seg}{SFo} = \frac{10.18}{31.98} = 31,84\%$$

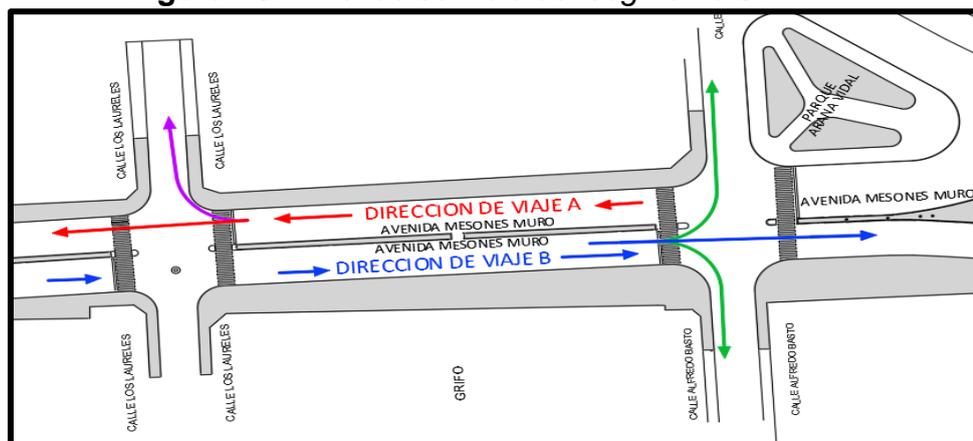
$$X = \frac{Volumen}{Capacidad} = \frac{595}{616} = 0,97$$

Para estos valores, según la tabla N° 53, la dirección de viaje B del Segmento 01 presenta un **nivel de servicio E**

- **Nota:** Dado que el cálculo del nivel de servicio es el mismo para todos los tramos, los comentarios y observaciones realizados en el procedimiento del Segmento 01 se omiten en el cálculo de los siguientes tramos.

### 3.11.7.2. Nivel de servicio del segmento 02 (Ambas direcciones)

Figura 46: Nivel de servicio del segmento 02



Fuente: Elaboración propia.

#### PASO 0 1: DATOS DE ENTRADA

Tabla 54: Datos de entrada del segmento 02 (Ambas Direcciones)

DATO DE ENTRADA	DIRECCIÓN DE VIAJE	
	A	B
Capacidad vehicular [Tasa de flujo horario (q)]	704 veh/h	436 veh/h
Tasa de flujo del segmento medio [( $v_m$ ) = VHMD]	675 veh/h	421 veh/h
Número de carriles de giro exclusivos	0	0
Ancho de intersección aguas arriba ( $W_i$ )	16.4m =53.81ft	15.6m =51.18ft
Número de carriles directos ( $N_{th}$ )	2	2
Longitud del segmento (L) *	103.23m =338.68ft	105.45m =345.96ft
Longitud mediana restrictiva	87.8m =288.06ft	87.8m =288.06ft
Proporción de segmento con bordillo ( $P_{curb}$ )	1	1
Nº de aproximaciones en la dirección de viaje ( $N_{ap,s}$ )	1	2
Nº de aprox. en la dirección opuesta de viaje ( $N_{ap,o}$ )	2	1
Duración del periodo de análisis	0.25 h.	0.25 h.
Límite de velocidad ( $S_{pl}$ )	40km/h = 24.85mi/h	40km/h = 24.85mi/h

**Nota:** Dado que la longitud de la sección varía en ambas direcciones, se utilizó el promedio (**342.32 pies**) en el cálculo.

## PASO 2: DETERMINAR EL TIEMPO EN MOVIMIENTO

La velocidad de flujo abierto, el factor de ajuste por proximidad del vehículo y el tiempo de movimiento adicional resultante de las fuentes de retardo en el centro del segmento deben calcularse antes de poder determinar el tiempo de movimiento.

### e) Velocidad de flujo libre ( $S_f$ )

$$S_f = S_{fo} f_L \text{ (Ec.2.11)}$$

Donde:

- $S_{fo}$  = Flujo libre de base velocidad (mi/h)
- $f_L$  = El espacio de señal con su factor de ajuste.

A continuación, se desarrolla el cálculo de las variables  $S_{fo}$ ,  $f_L$  y de  $S_f$

### a.1) Cálculo de la velocidad de flujo libre base ( $S_{fo}$ )

$$S_{fo} = S_o + f_{cs} + f_A \text{ (Ec.2.12)}$$

Donde:

- $S_o$  = constante de velocidad (mi/h)
- $f_{cs}$  = La sección transversal y ajuste (mi/h)
- $f_A$  = Los puntos de acceso y ajuste (mi/h)

#### 1. Velocidad constante ( $S_o$ )

$$S_o = 25.6 + 0.47 S_{pl} \text{ (Ec.2.13)}$$

Donde:

- $S_{pl}$  = Límite de velocidad publicado (mi/h)

El artículo N°162 del Reglamento Nacional de Tránsito de 2009 establece que el Límite de Velocidad Publicado (LSP) de una avenida es de 60 km/h por tratarse de una AV. En un entorno urbano, 40 km/h equivalen a 24,85 mi/h.

Entonces:

$$S_o = 25,6 + 0.47S_{pl}$$

$$S_o = 25,6 + 0.47*(24.85)$$

$$S_o = 37,28 \text{ mi/h}$$

$S_o$  Tiene el mismo valor para ambas direcciones de viaje del segmento.

## 2. Factor de ajuste para la sección transversal ( $f_{cs}$ )

$$f_{cs} = 1.5P_{rm} - 0.47P_{curb} - 3.7P_{curb}P_{rm} \quad (Ec.2.14)$$

Donde:

- $P_{rm}$  = La longitud de la mediana con restricción de enlace.
  - $P_{curb}$  = Lado derecho del segmento del borde y su proporción.
- Para la dirección de viaje "A".

$$P_{rm} = \frac{L}{(Long.resit. - w_i)} = \frac{288.06}{338.68 - 53.81} = 1,01$$

$$P_{curb} = 1$$

Entonces:

$$f_{cs} = 1.5(1.01) - 0.47(1) - 3.7(1)(1.01) = -2,69$$

- Para la dirección de viaje "B".

$$P_{rm} = \frac{L}{(Long.resit. - w_i)} = \frac{288.06}{345.96 - 51.18} = 0,98$$

$$P_{curb} = 1$$

Entonces:

$$f_{cs} = 1.5(0.98) - 0.47(1) - 3.7(1)(0.98) = -2,66$$

## 3. Factor de ajuste para puntos de acceso ( $f_A$ ):

$$f_A = -\frac{0.078D_a}{N_{th}} \quad (Ec.2.15)$$

Con:

$$D_a = \frac{5280(N_{ap,s} + N_{ap,o})}{L - w_i} \quad (Ec.2.16)$$

Donde:

- $f_A$  = Densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/milla).

- Cálculo de  $D_a$  y  $f_A$  para la dirección de viaje "A"

$$D_a = \frac{5280(1 + 2)}{342,32 - 53,81} = 54,90$$

$$f_A = -\frac{0,078(54,90)}{2} = -2,14$$

- Cálculo de  $D_a$  y  $f_A$  para la dirección de viaje "B"

$$D_a = \frac{5280(2 + 1)}{342,32 - 51,18} = 54,41$$

$$f_A = -\frac{0,078(54,41)}{2} = -2,12$$

#### 4. Velocidad de flujo libre base ( $S_{fo}$ )

Con los valores encontrados en las secciones anteriores y con la siguiente ecuación se calculó el  $S_{fo}$ .

$$S_{fo} = S_o + f_{cs} + f_A \quad (Ec.2.12)$$

- Para la dirección de viaje "A":

$$S_{fo} = 37,28 + (-2,69) + (-2,14) = 32,44 \text{ mi/h}$$

- Para la dirección de viaje "B":

$$S_{fo} = 37,28 + (-2,62) + (-2,12) = 32,54 \text{ mi/h}$$

#### **a.2) Cálculo del factor de ajuste de espaciado de señal ( $f_L$ )**

$$f_L = 1,02 - 4,7 \frac{S_{fo}^{-19,5}}{\max(L_s, 400)} \leq 1 \quad (Ec.2.17)$$

Dónde:

- $L_s$  = Distancia entre intersecciones.

- Cálculo de  $f_L$  para la dirección de viaje A:

$$f_L = 1,02 - 4,7 \frac{32,44 - 19,5}{\max(342.32,400)} = 0,87$$

- Cálculo de  $f_L$  para la dirección de viaje B:

$$f_L = 1,02 - 4,7 \frac{32,54 - 19,5}{\max(342.32,400)} = 0,87$$

### a.3) Cálculo de la velocidad de flujo libre ( $S_f$ )

$$S_f = S_{fo} f_L \text{ (Ec.2.11)}$$

- Cálculo de  $S_f$  para la dirección de viaje A:

$$S_f = 32,44 \times 0,87 = 28,16 \text{ mi/h}$$

- Cálculo de  $S_f$  para la dirección de viaje B:

$$S_f = 32,54 \times 0,87 = 28,20 \text{ mi/h}$$

### f) Factor de ajuste de proximidad del vehículo ( $f_v$ )

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{V_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}} \text{ (Ec.2.18)}$$

- Cálculo de  $f_v$  para la dirección de viaje A:

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{675}{52.8 \times 2 \times 28.16}\right)^{0.21}} = 1,03$$

- Cálculo de  $f_v$  para la dirección de viaje B:

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{421}{52.8 \times 2 \times 28.80}\right)^{0.21}} = 1,02$$

### g) Demora debido a vehículos que giran hacia un punto de acceso

Para calcular el retraso se ha utilizado la tabla nº 7. El número de coches por carril en el centro de la sección se calcula para cada sentido de circulación con el fin de ser utilizado.

- Volumen por carril (dirección de viaje A):

$$\text{Vol. carril} = 675 / 2 = 338 \text{ veh/h/ln.}$$

- Volumen por carril (dirección de viaje B):

$$\text{Vol. carril} = 421 / 2 = 211 \text{ veh/h/ln.}$$

- Con estos valores se partió de la demora en 2 carriles para un volumen por carril de 500 veh/h/ln y se extrapoló y se obtuvo:

- Para la dirección de viaje "A"

$$d_{ap,i}=0,09 \text{ seg/veh/pto}$$

- Para la dirección de viaje "B"

$$d_{ap,i}=0,02 \text{ seg/veh/pto.}$$

## h) Cálculo del tiempo en movimiento

Para el cálculo se usó la siguiente ecuación:

$$t_R = \frac{6 - l_1}{0,0025L} f_x + \frac{3600L}{5280s_f} f_v + \sum_{i=1}^{N_{op}} d_{ap,i} + d_{other} \quad (\text{Ec. 2.19})$$

Donde:

- $l_1$  = Tiempo perdido de arranque (2 para intersecciones con semáforos)
- $f_x$  = Factor de ajuste de tipo de control (1 si hay semáforo, 0 si no lo hay)
- $d_{other}$  = Demoras debido a otras fuentes (0 según HCM)

- Cálculo de  $t_R$  para la dirección de viaje A

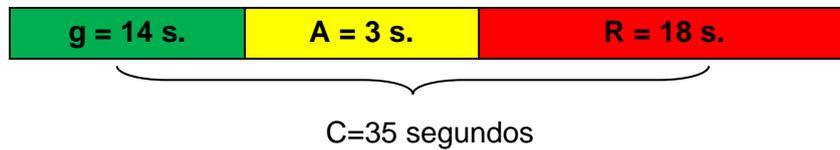
$$t_R = \frac{6 - 2}{0,0025 * (342,32)} 1 + \frac{3600 * (342,32)}{5280 * (28,16)} 1,03 + \frac{0,09}{2} 1 + \frac{0,09}{2} 2 + 1 = 14,32 \text{ s.}$$

- Cálculo de  $t_R$  para la dirección de viaje B

$$t_R = \frac{6-0}{0,0025*(342.32)} 0 + \frac{3600*(342.32)}{5280*(28.20)} 1,02 + \frac{0,02}{2} 2 + \frac{0,02}{2} 1 + 0 = 8,43 \text{ s.}$$

### PASO 3. DETERMINAR LA DURACIÓN DE LA FASE DE LA SEÑAL

- Para la dirección de viaje A:



### PASO 4. DETERMINAR LA DEMORA DIRECTA ( $d_t$ )

$$d_t = \frac{d_{th}v_tN_t + d_{sl}v_{sl}(1 - P_L) + d_{sr}v_{sr}(1 - P_r)}{v_{th}} \quad (\text{Ec. 2.20})$$

- Para la dirección de viaje A:

$$d_t = \frac{7,70 * 338 * 1 + 0 * 0 * (1 - 0) + 7,68 * 338 (1 - 0,15)}{675} = 7,11 \text{ seg/veh}$$

- Para la dirección de viaje B:

$$d_t = \frac{7,57 * 211 * 1 + 0 * 0 * (1 - 0,25) + 7,40 * 211 (1 - 0,20)}{421} = 6,75 \text{ seg/veh}$$

**Nota:**  $v_{th} = v_m$ , debido a la ausencia de carriles de giro designados. Sobre la base de la capacidad de día punta, se calcularon los caudales y los coeficientes de giro ( $P_L$  y  $P_r$ ). Las tablas A.12 y A.13 del Apéndice C representan los resultados del cálculo de los retrasos directos.

### PASO 5. DETERMINAR LA VELOCIDAD DE VIAJE ( $S_{T,seg}$ )

$$S_{T,seg} = \frac{3600L}{5280(t_R + d_t)} \quad (\text{Ec. 2.21})$$

- Para la dirección de viaje A:

$$S_{T,seg} = \frac{3600(342,32)}{5280(14,32 + 7,11)} = 9,91 \text{ mi/h}$$

- Para la dirección de viaje B:

$$S_{T,seg} = \frac{3600(346,17)}{5280(8,43 + 6,75)} = 14,00 \text{ mi/h}$$

#### PASO 6. DETERMINAR EL NIVEL DE SERVICIO

La velocidad de desplazamiento, que se expresa como porcentaje de la velocidad base de flujo libre ( $S_{(T,seg)}/S_{f0}$ ), y la relación volumen/capacidad definen el nivel de servicio. Una vez obtenidos estos valores, el grado de servicio se determina utilizando la Tabla n° 55.

**Tabla 55: Determinar el nivel de servicio**

Velocidad de desplazamiento como porcentaje de la velocidad base de flujo libre (%)	Nivel de servicio por relación volumen-capacidad	
	≤ 1.0	≥ 1
>85	A	F
>67-85	B	F
>50-67	C	F
>40-50	D	F
>30-40	E	F
≤30	F	F

Fuente: HCM, 2010.

- Para la dirección de viaje A:

$$NS = \frac{S_{T,seg}}{S_{F0}} = \frac{9,91}{32,44} = 30,56\%$$

$$X = \frac{\text{Volumen}}{\text{Capacidad}} = \frac{675}{704} = 0,96$$

Para estos valores, según la tabla N° 55, la dirección de viaje A, del Segmento 02 presenta un **nivel de servicio E.**

- Para la dirección de viaje B:

$$NS = \frac{ST, seg}{SFo} = \frac{14,00}{32,54} = 43,02\%$$

$$X = \frac{Volumen}{Capacidad} = \frac{421}{436} = 0,97$$

Para estos valores, según la tabla N° 55, la dirección de viaje B del segmento N° 02 presenta un **Nivel de servicio D**

- **Nota:** Dado que el cálculo del nivel de servicio es el mismo para todos los tramos, los comentarios y observaciones realizados en el procedimiento del Segmento 01 se omiten en el cálculo de los siguientes tramos.

### 3.11.7.3. Nivel de servicio del segmento 03 (Ambas direcciones)

Figura 47: Nivel de servicio del segmento 03



Fuente: Elaboración propia.

## PASO 0 1: DATOS DE ENTRADA

**Tabla 56:** Datos de entrada del Segmento 03 (Ambas Direcciones)

DATO DE ENTRADA	DIRECCIÓN DE VIAJE	
	A	B
Capacidad vehicular [Tasa de flujo horario (q)]	672 veh/h	444 veh/h
Tasa de flujo del segmento medio [(v <sub>m</sub> ) = VHMD]	645 veh/h	428 veh/h
Número de carriles de giro exclusivos	0	0
Ancho de intersección aguas arriba (W <sub>i</sub> )	12.16m =39.9ft	11.39m =37.37ft
Número de carriles directos (N <sub>th</sub> )	2	2
Longitud del segmento (L) *	107.75m =353.51ft	108.5m =355.97ft
Longitud mediana restrictiva	87.75m =287.89ft	87.75m =287.89ft
Proporción de segmento con bordillo (P <sub>curb</sub> )	1	1
N° de aproximaciones en la dirección de viaje (N <sub>ap,s</sub> )	1	1
N° de aprox. en la dirección opuesta de viaje (N <sub>ap,o</sub> )	1	1
Duración del periodo de análisis	0.25 h.	0.25 h.
Límite de velocidad (S <sub>pl</sub> )	40km/h = 24.85mi/h	40km/h = 24.85mi/h

**Nota:** Dado que la longitud de la sección varía en ambas direcciones, se utilizó el promedio (**354.74 pies**) en el cálculo.

## PASO 2: DETERMINAR EL TIEMPO EN MOVIMIENTO

La velocidad de flujo abierto, el factor de ajuste por proximidad del vehículo y el tiempo de movimiento adicional resultante de las fuentes de retardo en el centro del segmento deben calcularse antes de poder determinar el tiempo de movimiento.

### i) Velocidad de flujo libre (S<sub>f</sub>)

Para el cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$S_f = S_{fofL} \quad (Ec.2.11)$$

Donde:

- $Sfo$  = La velocidad del flujo de libre base (mi/h)
- $fL$  = El factor ajuste del espacio de la señal.

A continuación, se desarrolla el cálculo de las variables  $Sfo$ ,  $fL$  y de  $Sf$

### a.1) Cálculo de la velocidad de flujo libre base ( $Sfo$ )

$$Sfo = So + fcs + fA \quad (Ec.2.12)$$

Donde:

- $So$  = Constante de la velocidad (mi/h)
- $fcs$  = Sección transversal y su ajuste (mi/h)
- $fA$  = Puntos de acceso y su ajuste (mi/h)

#### 1. Velocidad constante ( $So$ )

$$So = 25.6 + 0.47Spl \quad (Ec.2.13)$$

Donde:

- $Spl$  = Límite de velocidad publicado (mi/h)

El artículo N°162 del Reglamento Nacional de Tránsito de 2009 establece que el Límite de Velocidad Publicado (LSP) de una avenida es de 60 km/h por tratarse de una AV. En un entorno urbano, 40 km/h equivalen a 24,85 mi/h.

Entonces:

$$So = 25,6 + 0,47Spl$$

$$So = 25,6 + 0,47*(24,85)$$

$$So = 37,28 \text{ mi/h}$$

$So$  Tiene el mismo valor para ambas direcciones de viaje del segmento.

#### 2. Factor de ajuste para la sección transversal ( $fcs$ )

$$fcs = 1.5P_{rm} - 0.47P_{curb} - 3.7P_{curb}P_{rm} \quad (Ec.2.14)$$

Donde:

- $P_{rm}$  = Mediana restrictiva con enlace de longitud y su proporción.

- $P_{curb}$  = Borde de lado derecho segmento de proporción.

- Para la dirección de viaje "A".

$$P_{rm} = \frac{L}{(Long.resit. - w_i)} = \frac{287,89}{353,51 - 39,90} = 0,92$$

$$P_{curb} = 1$$

Entonces:

$$f_{cs} = 1,5(0,92) - 0,47(1) - 3,7(1)(0,92) = -2,49$$

- Para la dirección de viaje "B".

$$P_{rm} = \frac{L}{(Long.resit. - w_i)} = \frac{287,89}{355,97 - 37,37} = 0,90$$

$$P_{curb} = 1$$

Entonces:

$$f_{cs} = 1,5(0,90) - 0,47(1) - 3,7(1)(0,90) = -2,46$$

### 3. Factor de ajuste para puntos de acceso ( $f_A$ ):

$$f_A = -\frac{0.078D_a}{N_{th}} \quad (Ec.2.15)$$

Con:

$$D_a = \frac{5280(N_{ap,s} + N_{ap,o})}{L - w_i} \quad (Ec.2.16)$$

Donde:

- $f_A$  = Densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/milla).

- Cálculo de  $D_a$  y  $f_A$  para la dirección de viaje "A"

$$D_a = \frac{5280(1 + 1)}{354,74 - 39,90} = 33,54$$

$$f_A = -\frac{0.078(39,90)}{2} = -1,31$$

- Cálculo de  $D_a$  y  $f_A$  para la dirección de viaje "B"

$$D_a = \frac{5280(1 + 1)}{342,32 - 37,37} = 33,27$$

$$f_A = -\frac{0,078(33,27)}{2} = -1,30$$

#### 4. Velocidad de flujo libre base ( $S_{fo}$ )

Con los valores encontrados en las secciones anteriores y con la siguiente ecuación se calculó el  $S_{fo}$ .

$$S_{fo} = S_o + f_{cs} + f_A \quad (Ec.2.12)$$

- Para la dirección de viaje "A":

$$S_{fo} = 37,28 + (-2,49) + (-1,31) = 33,48 \text{ mi/h}$$

- Para la dirección de viaje "B":

$$S_{fo} = 37,28 + (-2,46) + (-1,30) = 33,52 \text{ mi/h}$$

#### **a.2) Cálculo del factor de ajuste de espaciado de señal ( $f_L$ )**

$$f_L = 1,02 - 4,7 \frac{S_{fo} - 19,5}{\max(L_s, 400)} \leq 1 \quad (Ec.2.17)$$

Dónde:

•  $L_s$  = Distancia entre intersecciones.

- Cálculo de  $f_L$  para la dirección de viaje A:

$$f_L = 1,02 - 4,7 \frac{33,48 - 19,5}{\max(354,74, 400)} = 0,86$$

- Cálculo de  $f_L$  para la dirección de viaje B:

$$f_L = 1,02 - 4,7 \frac{33,52 - 19,5}{\max(354,74, 400)} = 0,86$$

#### **a.3) Cálculo de la velocidad de flujo libre ( $S_f$ )**

$$S_f = S_{fo} f_L \quad (Ec.2.11)$$

- Cálculo de  $S_f$  para la dirección de viaje A:

$$S_f = 33,48 \times 0,86 = 28,65 \text{ mi/h}$$

- Cálculo de  $S_f$  para la dirección de viaje B:

$$S_f = 33,52 \times 0,86 = 28,67 \text{ mi/h}$$

**j) Factor de ajuste de proximidad del vehículo ( $f_v$ )**

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{V_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}} \quad (Ec.2.18)$$

- Cálculo de  $f_v$  para la dirección de viaje A:

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{645}{52.8 * 2 * 28.65}\right)^{0.21}} = 1,03$$

- Cálculo de  $f_v$  para la dirección de viaje B:

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{428}{52.8 * 2 * 28.67}\right)^{0.21}} = 1,02$$

**k) Demora debido a vehículos que giran hacia un punto de acceso**

Para calcular el retraso se ha utilizado la tabla nº 7. El número de coches por carril en el centro de la sección se calcula para cada sentido de circulación con el fin de ser utilizado.

- Volumen por carril (dirección de viaje A):

$$\text{Vol. carril} = 645 / 2 = 323 \text{ veh/h/ln.}$$

- Volumen por carril (dirección de viaje B):

$$\text{Vol. carril} = 428 / 2 = 214 \text{ veh/h/ln.}$$

- Con estos valores se partió de la demora en 2 carriles para un volumen por carril de 400 veh/h/ln y se extrapoló y se obtuvo:

- Para la dirección de viaje "A"

$$d_{ap,i}=0,07 \text{ seg/veh/pto}$$

- Para la dirección de viaje "B"

$$d_{ap,i}=0,05 \text{ seg/veh/pto.}$$

## I) Cálculo del tiempo en movimiento

Para el cálculo se usó la siguiente ecuación:

$$t_R = \frac{6 - l_1}{0.0025L} f_x + \frac{3600L}{5280s_f} f_v + \sum_{i=1}^{N_{op}} d_{ap,i} + d_{other} \quad (\text{Ec. 2.19})$$

Donde:

- $l_1$  = Tiempo perdido de arranque (2 para intersecciones con semáforos)
- $f_x$  = Factor de ajuste de tipo de control (1 si hay semáforo, 0 si no lo hay)
- $d_{other}$  = Demoras debido a otras fuentes (0 según HCM)

- Cálculo de  $t_R$  para la dirección de viaje A

$$t_R = \frac{6 - 0}{0,0025 * (354,74)} 0 + \frac{3600 * (354,74)}{5280 * (28,65)} 1,03 + \frac{0,07}{2} 1 + \frac{0,07}{2} 1 + 1 = 9,73 \text{ s.}$$

- Cálculo de  $t_R$  para la dirección de viaje B

$$t_R = \frac{6 - 0}{0,0025 * (354,74)} 0 + \frac{3600 * (354,74)}{5280 * (28,67)} 1,02 + \frac{0,05}{2} 1 + \frac{0,05}{2} 1 + 0 = 8,62 \text{ s.}$$

### PASO 3. DETERMINAR LA DURACIÓN DE LA FASE DE LA SEÑAL

Este paso se omite no hay intersecciones aguas abajo señalizada.

### PASO 4. DETERMINAR LA DEMORA DIRECTA ( $d_t$ )

$$d_t = \frac{d_{th} v_t N_t + d_{sl} v_{sl} (1 - P_L) + d_{sr} v_{sr} (1 - P_r)}{v_{th}} \quad (\text{Ec. 2.20})$$

- Para la dirección de viaje A:

$$d_t = \frac{5,59 * 323 * 1 + 0 * 0 * (1 - 0) + 8,14 * 323 (1 - 0,20)}{645} = 6,25 \text{ seg/veh}$$

- Para la dirección de viaje B:

$$d_t = \frac{7,57 * 214 * 1 + 0 * 0 * (1 - 0) + 7,40 * 214(1 - 0,15)}{428} = 6,05 \text{ seg/veh}$$

**Nota:**  $v_{th} = v_m$ , debido a la ausencia de carriles de giro designados. Sobre la base de la capacidad de día punta, se calcularon los caudales y los coeficientes de giro ( $P_L$  y  $P_r$ ).

Las tablas A.12 y A.13 del Apéndice C representan los resultados del cálculo de los retrasos directos.

#### **PASO 5. DETERMINAR LA VELOCIDAD DE VIAJE ( $S_{T,seg}$ )**

$$S_{T,seg} = \frac{3600L}{5280(t_R + d_t)} \quad (Ec. 2.21)$$

- Para la dirección de viaje A:

$$S_{T,seg} = \frac{3600(342,32)}{5280(9,73 - 6,25)} = 13,78 \text{ mi/h}$$

- Para la dirección de viaje B:

$$S_{T,seg} = \frac{3600(342,32)}{5280(8,62 - 6,05)} = 15,01 \text{ mi/h}$$

#### **PASO 6. DETERMINAR EL NIVEL DE SERVICIO**

La velocidad de desplazamiento, que se expresa como porcentaje de la velocidad base de flujo libre ( $S_{(T,seg)}/S_{f0}$ ), y la relación volumen/capacidad definen el nivel de servicio. Una vez obtenidos estos valores, el grado de servicio se determina utilizando la Tabla nº 55.

**Tabla 57: Determinar el nivel de servicio**

Velocidad de desplazamiento como porcentaje de la velocidad base de flujo libre (%)	Nivel de servicio por relación volumen-capacidad	
	$\leq 1.0$	$\geq 1$
>85	A	F
>67-85	B	F
>50-67	C	F
>40-50	D	F
>30-40	E	F
$\leq 30$	F	F

Fuente: HCM, 2010.

- Para la dirección de viaje A:

$$NS = \frac{ST, seg}{SFo} = \frac{13,78}{33,48} = 41,15\%$$

$$X = \frac{Volumen}{Capacidad} = \frac{645}{672} = 0,96$$

Para estos valores, según la tabla N° 57, la dirección de viaje A, del Segmento 03 presenta un **nivel de servicio D**.

- Para la dirección de viaje B:

$$NS = \frac{ST, seg}{SFo} = \frac{15,01}{33,52} = 44,78\%$$

$$X = \frac{Volumen}{Capacidad} = \frac{428}{444} = 0,97$$

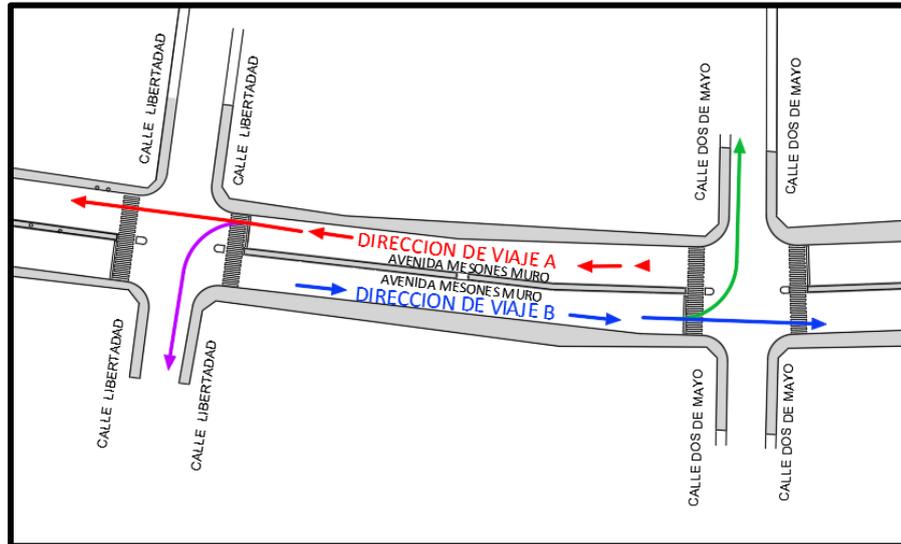
Para estos valores, según la tabla N° 57, la dirección de viaje B del segmento N° 03 presenta un **nivel de servicio D**

- **Nota:** Dado que el cálculo del nivel de servicio es el mismo para todos los tramos, los comentarios y observaciones realizados en el procedimiento del Segmento 01

se omiten en el cálculo de los siguientes tramos.

### 3.11.7.4. Nivel de servicio del segmento 04 (Ambas direcciones)

Figura 48: Nivel de servicio del segmento 04



Fuente: Elaboración propia.

### PASO 0 1: DATOS DE ENTRADA

Tabla 58: Datos de entrada del Segmento 04 (Ambas Direcciones)

DATO DE ENTRADA	DIRECCIÓN DE VIAJE	
	A	B
Capacidad vehicular [Tasa de flujo horario (q)]	780 veh/h	568 veh/h
Tasa de flujo del segmento medio [(v <sub>m</sub> ) = VHMD]	744 veh/h	545 veh/h
Número de carriles de giro exclusivos	0	0
Ancho de intersección aguas arriba (W <sub>i</sub> )	10.95m =35.93ft	10.8m =35.43ft
Número de carriles directos (N <sub>th</sub> )	2	2
Longitud del segmento (L) *	110.04m =361.02ft	111.25m =364.99ft
Longitud mediana restrictiva	91.04m =298.69ft	91.04m =298.69ft
Proporción de segmento con bordillo (P <sub>curb</sub> )	1	1
N° de aproximaciones en la dirección de viaje (N <sub>ap,s</sub> )	1	1
N° de aprox. en la dirección opuesta de viaje (N <sub>ap,o</sub> )	1	1
Duración del periodo de análisis	0.25 h.	0.25 h.
Límite de velocidad (S <sub>pl</sub> )	40km/h = 24.85mi/h	40km/h = 24.85mi/h

**Nota:** Dado que la longitud de la sección varía en ambas direcciones, se utilizó el promedio (**363.01 pies**) en el cálculo.

## PASO 2: DETERMINAR EL TIEMPO EN MOVIMIENTO

La velocidad de flujo abierto, el factor de ajuste por proximidad del vehículo y el tiempo de movimiento adicional resultante de las fuentes de retardo en el centro del segmento deben calcularse antes de poder determinar el tiempo de movimiento.

### m) Velocidad de flujo libre (S<sub>f</sub>)

Para el cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$S_f = S_{fo} f_L \quad (Ec.2.11)$$

Donde:

- $S_{fo}$  = Flujo libre de base (mi/h)
- $f_L$  = Señal de espaciado.

A continuación, se desarrolla el cálculo de las variables  $S_{fo}$ ,  $f_L$  y de  $S_f$

#### a.1) Cálculo de la velocidad de flujo libre base (S<sub>fo</sub>)

$$Sfo = So + fcs + fA \text{ (Ec.2.12)}$$

Donde:

- $So$  = Constante de la velocidad (mi/h)
- $fcs$  = Sección transversal (mi/h)
- $fA$  = Puntos de acceso en su ajuste (mi/h)

### 1. Velocidad constante ( $So$ )

$$So = 25.6 + 0.47Spl \text{ (Ec.2.13)}$$

Donde:

- $Spl$  = Límite de velocidad publicado (mi/h)

El artículo N°162 del Reglamento Nacional de Tránsito de 2009 establece que el Límite de Velocidad Publicado (LSP) de una avenida es de 60 km/h por tratarse de una AV. En un entorno urbano, 40 km/h equivalen a 24,85 mi/h.

Entonces:

$$So = 25,6 + 0,47Spl$$

$$So = 25,6 + 0,47*(24,85)$$

$$So = 37,28 \text{ mi/h}$$

$So$  Tiene el mismo valor para ambas direcciones de viaje del segmento.

### 2. Factor de ajuste para la sección transversal ( $fcs$ )

$$fcs = 1.5P_{rm} - 0.47P_{curb} - 3.7P_{curb}P_{rm} \text{ (Ec.2.14)}$$

Donde:

- $P_{rm}$  = Longitud de proporción con mediana de restricción.
  - $P_{curb}$  = Borde derecho del borde.
- Para la dirección de viaje "A".

$$P_{rm} = \frac{L}{(Long.resit. - w_i)} = \frac{298,69}{361,02 - 35,93} = 0,92$$

$$P_{curb} = 1$$

Entonces:

$$f_{cs} = 1,5(0,92) - 0,47(1) - 3,7(1)(0,92) = -2,49$$

- Para la dirección de viaje "B".

$$P_{rm} = \frac{L}{(Long.resit. - w_i)} = \frac{298,69}{364,99 - 35,43} = 0,91$$

$$P_{curb} = 1$$

Entonces:

$$f_{cs} = 1,5(0,91) - 0,47(1) - 3,7(1)(0,91) = -2,46$$

### 3. Factor de ajuste para puntos de acceso ( $f_A$ ):

$$f_A = -\frac{0,078D_a}{N_{th}} \quad (Ec.2.15)$$

Con:

$$D_a = \frac{5280(N_{ap,s} + N_{ap,o})}{L - W_i} \quad (Ec.2.16)$$

Donde:

- $f_A$  = Densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/milla).

- Cálculo de  $D_a$  y  $f_A$  para la dirección de viaje "A"

$$D_a = \frac{5280(1 + 1)}{363,01 - 35,93} = 32,29$$

$$f_A = -\frac{0,078(32,29)}{2} = -1,26$$

- Cálculo de  $D_a$  y  $f_A$  para la dirección de viaje "B"

$$D_a = \frac{5280(1 + 1)}{363,01 - 35,43} = 32,24$$

$$f_A = -\frac{0,078(32,24)}{2} = -1,26$$

### 4. Velocidad de flujo libre base ( $S_{fo}$ )

Con los valores encontrados en las secciones anteriores y con la siguiente ecuación se calculó el  $S_{fo}$ .

$$S_{fo} = S_o + f_{cs} + f_A \quad (Ec.2.12)$$

- Para la dirección de viaje "A":

$$S_{fo} = 37,28 + (-2,49) + (-1,26) = 33,53 \text{ mi/h}$$

- Para la dirección de viaje "B":

$$S_{fo} = 37,28 + (-2,46) + (-1,26) = 33,56 \text{ mi/h}$$

### a.2) Cálculo del factor de ajuste de espaciado de señal ( $f_L$ )

$$f_L = 1,02 - 4,7 \frac{S_{fo} - 19,5}{\max(L_s, 400)} \leq 1 \quad (Ec.2.17)$$

Dónde:

•  $L_s$  = Distancia entre intersecciones.

- Cálculo de  $f_L$  para la dirección de viaje A:

$$f_L = 1,02 - 4,7 \frac{33,53 - 19,5}{\max(363,01, 400)} = 0,86$$

- Cálculo de  $f_L$  para la dirección de viaje B:

$$f_L = 1,02 - 4,7 \frac{33,56 - 19,5}{\max(363,01, 400)} = 0,85$$

### a.3) Cálculo de la velocidad de flujo libre ( $S_f$ )

$$S_f = S_{fo} f_L \quad (Ec.2.11)$$

- Cálculo de  $S_f$  para la dirección de viaje A:

$$S_f = 33,53 \times 0,86 = 28,67 \text{ mi/h}$$

- Cálculo de  $S_f$  para la dirección de viaje B:

$$S_f = 33,56 \times 0,85 = 28,69 \text{ mi/h}$$

**n) Factor de ajuste de proximidad del vehículo ( $f_v$ )**

$$f_V = \frac{2}{1 + \left(\frac{V_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}} \quad (Ec.2.18)$$

- Cálculo de  $f_v$  para la dirección de viaje A:

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{744}{52.8 * 2 * 28.67}\right)^{0.21}} = 1,03$$

- Cálculo de  $f_v$  para la dirección de viaje B:

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{545}{52.8 * 2 * 28.69}\right)^{0.21}} = 1,02$$

**o) Demora debido a vehículos que giran hacia un punto de acceso**

Para calcular el retraso se ha utilizado la tabla nº 7. El número de coches por carril en el centro de la sección se calcula para cada sentido de circulación con el fin de ser utilizado.

- Volumen por carril (dirección de viaje A):

$$\text{Vol. carril} = 744 / 2 = 372 \text{ veh/h/ln.}$$

- Volumen por carril (dirección de viaje B):

$$\text{Vol. carril} = 545 / 2 = 273 \text{ veh/h/ln.}$$

- A partir de estos datos, se ha realizado una extrapolación del retraso en dos carriles para un volumen por carril de 400 veh/h/ln:

- Para la dirección de viaje "A"

$$d_{ap,i} = 0,12 \text{ seg/veh/pto}$$

- Para la dirección de viaje "B"

$$d_{ap,i} = 0,07 \text{ seg/veh/pto.}$$

**p) Cálculo del tiempo en movimiento**

Para el cálculo se usó la siguiente ecuación:

$$t_R = \frac{6 - l_1}{0,0025L} f_x + \frac{3600L}{5280s_f} f_v + \sum_{i=1}^{N_{op}} d_{ap,i} + d_{other} \quad (\text{Ec. 2.19})$$

Donde:

- $l_1$  = Tiempo en el que se pierde el arranque.
- $f_x$  = Ajuste por el factor del tipo de control.
- $d_{other}$  = Fuentes de otras demoras.

- Cálculo de  $t_R$  para la dirección de viaje A

$$t_R = \frac{6 - 0}{0,0025 * (354,74)} 0 + \frac{3600 * (354,74)}{5280 * (28,65)} 1,03 + \frac{0,07}{2} 1 + \frac{0,07}{2} 1 + 1 = 9,73 \text{ s.}$$

- Cálculo de  $t_R$  para la dirección de viaje B

$$t_R = \frac{6 - 0}{0,0025 * (354,74)} 0 + \frac{3600 * (354,74)}{5280 * (28,67)} 1,02 + \frac{0,05}{2} 1 + \frac{0,05}{2} 1 + 0 = 8,62 \text{ s.}$$

**PASO 3. DETERMINAR LA DURACIÓN DE LA FASE DE LA SEÑAL**

- Para la dirección de viaje A:



C=33 segundos

Para la dirección de viaje B:



C=30 segundos

**PASO 4. DETERMINAR LA DEMORA DIRECTA ( $d_t$ )**

$$d_t = \frac{d_{th} v_t N_t + d_{sl} v_{sl} (1 - P_L) + d_{sr} v_{sr} (1 - P_r)}{v_{th}} \quad (\text{Ec. 2.20})$$

- Para la dirección de viaje A:

$$d_t = \frac{10,67 * 372 * 1 + 0 * 0 * (1 - 0) + 4,56 * 372 (1 - 0,15)}{744} = 7,27 \text{ seg/veh}$$

- Para la dirección de viaje B:

$$d_t = \frac{10,27 * 273 * 1 + 0 * 0 * (1 - 0,25) + 4,49 * 273(1 - 0,20)}{545} = 6,93 \text{ seg/veh}$$

**Nota:**  $v_{th} = v_m$ , debido a la ausencia de carriles de giro designados. Sobre la base de la capacidad de día punta, se calcularon los caudales y los coeficientes de giro ( $P_L$  y  $P_r$ ). Las tablas A.12 y A.13 del Apéndice C representan los resultados del cálculo de los retrasos directos.

#### **PASO 5. DETERMINAR LA VELOCIDAD DE VIAJE ( $S_{T,seg}$ )**

$$S_{T,seg} = \frac{3600L}{5280(t_R + d_t)} \quad (Ec. 2.21)$$

- Para la dirección de viaje A:

$$S_{T,seg} = \frac{3600(363,01)}{5280(10,01 - 7,27)} = 13,04 \text{ mi/h}$$

- Para la dirección de viaje B:

$$S_{T,seg} = \frac{3600(363,01)}{5280(8,88 - 6,93)} = 14,25 \text{ mi/h}$$

#### **PASO 6. DETERMINAR EL NIVEL DE SERVICIO**

Ya que no hay carriles de giro dedicados. Los ratios de giro ( $P_L$  y  $P_r$ ) y los caudales se calcularon a partir de la capacidad en día punta.

Las tablas A.12 y A.13 del apéndice C muestran los resultados del cálculo directo de los retrasos.

**Tabla 59:** *Determinar el nivel de servicio*

Velocidad de desplazamiento como porcentaje de la velocidad base de flujo libre (%)	Nivel de servicio por relación volumen-capacidad	
	≤ 1.0	≥ 1
>85	A	F
>67-85	B	F
>50-67	C	F
>40-50	D	F
>30-40	E	F
≤30	F	F

Fuente: HCM, 2010.

- Para la dirección de viaje A:

$$NS = \frac{ST, seg}{SFO} = \frac{13,04}{33,53} = 38,88\%$$

$$X = \frac{Volumen}{Capacidad} = \frac{744}{780} = 0,95$$

Para estos valores, según la tabla N° 59, la dirección de viaje A, del Segmento 04 presenta un **nivel de servicio E**.

- Para la dirección de viaje B:

$$NS = \frac{ST, seg}{SFO} = \frac{14,25}{33,56} = 42,47\%$$

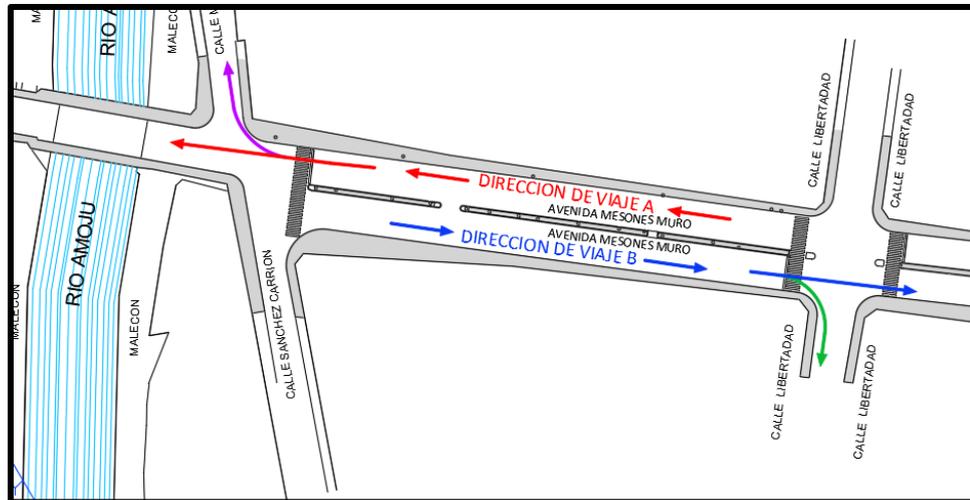
$$X = \frac{Volumen}{Capacidad} = \frac{545}{568} = 0,96$$

Para estos valores, según la tabla N° 59, la dirección de viaje B del segmento 04 presenta un **nivel de servicio D**

- **Nota:** Dado que el cálculo del nivel de servicio es el mismo para todos los tramos, los comentarios y observaciones realizados en el procedimiento del Segmento 01 se omiten en el cálculo de los siguientes tramos.

### 3.11.7.5. Nivel de servicio del segmento 05 (Ambas direcciones)

Figura 49: Nivel de servicio del segmento 05



Fuente: Elaboración propia.

### PASO 0 1: DATOS DE ENTRADA

Tabla 60: Datos de entrada del Segmento 05 (Ambas Direcciones)

DATO DE ENTRADA	DIRECCIÓN DE VIAJE	
	A	B
Capacidad vehicular [ <b>Tasa de flujo horario (q)</b> ]	816 veh/h	620 veh/h
Tasa de flujo del segmento medio [ <b>(v<sub>m</sub>) = VHMD</b> ]	779 veh/h	593 veh/h
Número de carriles de giro exclusivos	0	0
Ancho de intersección aguas arriba (W <sub>i</sub> )	9.95m =32.64ft	10.35m =33.96ft
Número de carriles directos (N <sub>th</sub> )	2	2
Longitud del segmento (L) *	142.4m =467.19ft	137.4m =450.79ft
Longitud mediana restrictiva	126.4m =414.7ft	126.4m =414.7ft
Proporción de segmento con bordillo (P <sub>curb</sub> )	1	1
N° de aproximaciones en la dirección de viaje (N <sub>ap,s</sub> )	1	1
N° de aprox. en la dirección opuesta de viaje (N <sub>ap,o</sub> )	1	1
Duración del periodo de análisis	0.25 h.	0.25 h.
Límite de velocidad (S <sub>pl</sub> )	40km/h = 24.85mi/h	40km/h = 24.85mi/h

**Nota:** Dado que la longitud de la sección varía en ambas direcciones, se utilizó el promedio (**458,99 pies**) en el cálculo.

## PASO 2: DETERMINAR EL TIEMPO EN MOVIMIENTO

La velocidad de flujo abierto, el factor de ajuste por proximidad del vehículo y el tiempo de movimiento adicional resultante de las fuentes de retardo en el centro del segmento deben calcularse antes de poder determinar el tiempo de movimiento.

### q) Velocidad de flujo libre (S<sub>f</sub>)

Para el cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$S_f = S_{fo} f_L \quad (Ec.2.11)$$

Donde:

- $S_{fo}$  = Flujo libre de base. (mi/h)
- $f_L$  = Espacio de señal de ajuste.

A continuación, se desarrolla el cálculo de las variables  $S_{fo}$ ,  $f_L$  y de  $S_f$

#### a.1) Cálculo de la velocidad de flujo libre base (S<sub>fo</sub>)

$$Sfo = So + fcs + fA \text{ (Ec.2.12)}$$

Donde:

- $So$  = Constante de velocidad (mi/h)
- $fcs$  = Sección transversal y ajuste (mi/h)
- $fA$  = Puntos de acceso (mi/h)

### 1. Velocidad constante ( $So$ )

$$So = 25,6 + 0,47Spl \text{ (Ec.2.13)}$$

Donde:

- $Spl$  = Límite de velocidad publicado (mi/h)

El artículo N°162 del Reglamento Nacional de Tránsito de 2009 establece que el Límite de Velocidad Publicado (LSP) de una avenida es de 60 km/h por tratarse de una AV. En un entorno urbano, 40 km/h equivalen a 24,85 mi/h.

Entonces:

$$So = 25,6 + 0,47Spl$$

$$So = 25,6 + 0,47*(24,85)$$

$$So = 37,28 \text{ mi/h}$$

$So$  Tiene el mismo valor para ambas direcciones de viaje del segmento.

### 2. Factor de ajuste para la sección transversal ( $fcs$ )

$$fcs = 1.5P_{rm} - 0.47P_{curb} - 3.7P_{curb}P_{rm} \text{ (Ec.2.14)}$$

Donde:

- $P_{rm}$  = Mediana restrictiva de la proporción de longitud.
  - $P_{curb}$  = Borde de lado derecho del segmento.
- Para la dirección de viaje "A".

$$P_{rm} = \frac{L}{(Long.resit. - w_i)} = \frac{298,69}{361,02 - 35,93} = 0.95$$

$$P_{curb} = 1$$

Entonces:

$$f_{cs} = 1,5(0,95) - 0,47(1) - 3,7(1)(0,95) = -2,57$$

- Para la dirección de viaje "B".

$$P_{rm} = \frac{L}{(Long.resit. - w_i)} = \frac{298,69}{364,99 - 35,43} = 0,99$$

$$P_{curb} = 1$$

Entonces:

$$f_{cs} = 1,5(0,99) - 0,47(1) - 3,7(1)(0,99) = -2,66$$

### 3. Factor de ajuste para puntos de acceso ( $f_A$ ):

$$f_A = -\frac{0,078D_a}{N_{th}} \quad (Ec.2.15)$$

Con:

$$D_a = \frac{5280(N_{ap,s} + N_{ap,o})}{L - W_i} \quad (Ec.2.16)$$

Donde:

•  $f_A$  = Densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/milla).

- Cálculo de  $D_a$  y  $f_A$  para la dirección de viaje "A"

$$D_a = \frac{5280(1 + 1)}{458,99 - 32,64} = 24,77$$

$$f_A = -\frac{0,078(24,77)}{2} = -0,97$$

- Cálculo de  $D_a$  y  $f_A$  para la dirección de viaje "B"

$$D_a = \frac{5280(1 + 1)}{458,99 - 33,96} = 24,85$$

$$f_A = -\frac{0,078(24,85)}{2} = -0,97$$

#### 4. Velocidad de flujo libre base ( $S_{fo}$ )

Con los valores encontrados en las secciones anteriores y con la siguiente ecuación se calculó el  $S_{fo}$ .

$$S_{fo} = S_o + f_{cs} + f_A \quad (\text{Ec.2.12})$$

- Para la dirección de viaje "A":

$$S_{fo} = 37,28 + (-2,57) + (-0,97) = 33,74 \text{ mi/h}$$

- Para la dirección de viaje "B":

$$S_{fo} = 37,28 + (-2,66) + (-0,97) = 33,65 \text{ mi/h}$$

#### **a.2) Cálculo del factor de ajuste de espaciado de señal ( $f_L$ )**

$$f_L = 1,02 - 4,7 \frac{S_{fo} - 19,5}{\max(L_s, 400)} \leq 1 \quad (\text{Ec.2.17})$$

Dónde:

•  $L_s$  = Distancia entre intersecciones.

- Cálculo de  $f_L$  para la dirección de viaje A:

$$f_L = 1,02 - 4,7 \frac{33,74 - 19,5}{\max(458,99, 400)} = 0,87$$

- Cálculo de  $f_L$  para la dirección de viaje B:

$$f_L = 1,02 - 4,7 \frac{33,65 - 19,5}{\max(458,99, 400)} = 0,88$$

#### **a.3) Cálculo de la velocidad de flujo libre ( $S_f$ )**

$$S_f = S_{fo} f_L \quad (\text{Ec.2.11})$$

- Cálculo de  $S_f$  para la dirección de viaje A:

$$S_f = 33,74 \times 0,87 = 29,50 \text{ mi/h}$$

- Cálculo de  $S_f$  para la dirección de viaje B:

$$S_f = 33,65 \times 0,88 = 29,45 \text{ mi/h}$$

**r) Factor de ajuste de proximidad del vehículo ( $f_v$ )**

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{V_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}} \quad (\text{Ec.2.18})$$

- Cálculo de  $f_v$  para la dirección de viaje A:

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{779}{52.8 * 2 * 29.50}\right)^{0.21}} = 1,03$$

- Cálculo de  $f_v$  para la dirección de viaje B:

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{593}{52.8 * 2 * 29.45}\right)^{0.21}} = 1,02$$

**s) Demora debido a vehículos que giran hacia un punto de acceso**

Para calcular el retraso se ha utilizado la tabla nº 7. El número de coches por carril en el centro de la sección se calcula para cada sentido de circulación con el fin de ser utilizado.

- Volumen por carril (dirección de viaje A):

$$\text{Vol. carril} = 779 / 2 = 390 \text{ veh/h/ln.}$$

- Volumen por carril (dirección de viaje B):

$$\text{Vol. carril} = 593 / 2 = 297 \text{ veh/h/ln.}$$

- Con estos valores se partió de la demora en 2 carriles para un volumen por carril de 600 veh/h/ln y se extrapoló y se obtuvo:

- Para la dirección de viaje "A"

$$d_{ap,i} = 0,14 \text{ seg/veh/pto}$$

- Para la dirección de viaje "B"

$$d_{ap,i}=0,08 \text{ seg/veh/pto.}$$

### t) Cálculo del tiempo en movimiento

Para el cálculo se usó la siguiente ecuación:

$$t_R = \frac{6 - l_1}{0.0025L} f_x + \frac{3600L}{5280s_f} f_v + \sum_{i=1}^{N_{op}} d_{ap,i} + d_{other} \quad (\text{Ec. 2.19})$$

Donde:

- $l_1$  = Tiempo perdido de arranque (2 para intersecciones con semáforos)
- $f_x$  = Factor de ajuste de tipo de control (1 si hay semáforo, 0 si no lo hay)
- $d_{other}$  = Demoras debido a otras fuentes (0 según HCM)

- Cálculo de  $t_R$  para la dirección de viaje A

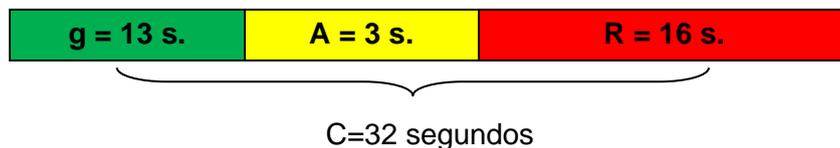
$$t_R = \frac{6 - 0}{0,0025 * (458,99)} 0 + \frac{3600 * (458,99)}{5280 * (29,50)} 1,03 + \frac{0,14}{2} 1 + \frac{0,14}{2} 1 + 1 = 12,07 \text{ s.}$$

- Cálculo de  $t_R$  para la dirección de viaje B

$$t_R = \frac{6 - 2}{0,0025 * (458,99)} 1 + \frac{3600 * (458,99)}{5280 * (29,45)} 1,02 + \frac{0,08}{2} 1 + \frac{0,08}{2} 1 + 0 = 14,43 \text{ s.}$$

### PASO 3. DETERMINAR LA DURACIÓN DE LA FASE DE LA SEÑAL

- Para la dirección de viaje B:



### PASO 4. DETERMINAR LA DEMORA DIRECTA ( $d_t$ )

$$d_t = \frac{d_{th} v_t N_t + d_{sl} v_{sl} (1 - P_L) + d_{sr} v_{sr} (1 - P_r)}{v_{th}} \quad (\text{Ec. 2.20})$$

- Para la dirección de viaje A:

$$d_t = \frac{10,91 * 390 * 1 + 0 * 0 * (1 - 0) + 10,17 * 390 (1 - 0,10)}{779} = 10,03 \text{ seg/veh}$$

- Para la dirección de viaje B:

$$d_t = \frac{9,21 * 297 * 1 + 0 * 0 * (1 - 0,25) + 5,03 * 297(1 - 0,20)}{593} = 6,87 \text{ seg/veh}$$

**Nota:**  $t_h = v_m$ , debido a la ausencia de carriles de giro designados. Sobre la base de la capacidad de día punta, se calcularon los caudales y los coeficientes de giro ( $P_L$  y  $P_r$ ).

Las tablas A.12 y A.13 del Apéndice C representan los resultados del cálculo de los retrasos directos.

#### **PASO 5. DETERMINAR LA VELOCIDAD DE VIAJE ( $S_{T,seg}$ )**

$$S_{T,seg} = \frac{3600L}{5280(t_R + d_t)} \quad (Ec. 2.21)$$

- Para la dirección de viaje A:

$$S_{T,seg} = \frac{3600(458,99)}{5280(12,07 - 10,03)} = 12,89 \text{ mi/h}$$

- Para la dirección de viaje B:

$$S_{T,seg} = \frac{3600(458,99)}{5280(14,43 - 6,87)} = 13,38 \text{ mi/h}$$

#### **PASO 6. DETERMINAR EL NIVEL DE SERVICIO**

La velocidad de desplazamiento, que se expresa como porcentaje de la velocidad base de flujo libre ( $S_{(T,seg)}/S_{f0}$ ), y la relación volumen/capacidad definen el nivel de servicio. Una vez obtenidos estos valores, el grado de

servicio se determina utilizando la Tabla n° 55.

**Tabla 61: Determinar el nivel de servicio**

Velocidad de desplazamiento como porcentaje de la velocidad base de flujo libre (%)	Nivel de servicio por relación volumen-capacidad	
	≤ 1.0	≥ 1
>85	A	F
>67-85	B	F
>50-67	C	F
>40-50	D	F
>30-40	E	F
≤30	F	F

Fuente: HCM, 2010.

- Para la dirección de viaje A:

$$NS = \frac{ST, \text{seg}}{SFo} = \frac{120,89}{33,74} = 38,20\%$$

$$X = \frac{\text{Volumen}}{\text{Capacidad}} = \frac{779}{816} = 0,95$$

Para estos valores, según la tabla N° 61, la dirección de viaje A, del Segmento 05 presenta un **nivel de servicio E**.

- Para la dirección de viaje B:

$$NS = \frac{ST, \text{seg}}{SFo} = \frac{13,38}{33,65} = 39,75\%$$

$$X = \frac{\text{Volumen}}{\text{Capacidad}} = \frac{593}{620} = 0,96$$

Para estos valores, según la tabla N° 61, la dirección de viaje B del segmento 05 presenta un **nivel de servicio E**

- **Nota:** Dado que el cálculo del nivel de servicio es el mismo para todos los tramos, los comentarios y observaciones realizados en el procedimiento del Segmento 01 se omiten en el cálculo de los siguientes tramos.

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados

Para esta investigación se tomó en cuenta 5 estaciones en el tramo de estudio, mediante los cuales se recogieron datos que se procesaron y se llegaron a los resultados que se han descrito en esta investigación.

#### 4.1.1. Tramo de estudio – características de geometría

La tabla que se presenta se detallan las características geométricas del tramo que se estudió, que fueron determinadas mediante el levantamiento topográfico y las observaciones realizadas.

**Tabla 62:** *Características de los segmentos estudiados en dirección de viaje A*

CARACTERÍSTICA GEOMÉTRICA	SEGMENTO				
	1	2	3	4	5
Ancho promedio de calzada (m)	21,4	17,40	17,40	14,50	14,50
Ancho de carril (m)	10,70	8,00	8,00	6,50	8,00
Bombeo (%)	2%	2%	2%	2%	2%
Pendiente (%)	3,15%	2,79%	0,55%	0,81%	0,46%

**Tabla 63:** Características de los segmentos estudiados en dirección de viaje B

CARACTERÍSTICA GEOMÉTRICA	SEGMENTO				
	1	2	3	4	5
Ancho promedio de calzada (m)	21,4	17,40	17,40	14,50	14,50
Ancho de carril (m)	10,70	8,00	8,00	6,50	8,00
Bombeo (%)	2%	2%	2%	2%	2%
Pendiente (%)	-3,15%	-2,79%	-0,55%	-0,81%	-0,46%

La pendiente mínima es igual a 0.35% según lo establecido en las normas DG-2018, sin embargo, se observó que todas las estaciones tienen pendiente muy superior a lo estipulado en la norma técnica.

#### 4.1.2. Composición y flujo vehicular

**Tabla 64:** Resumen de la composición semanal vehicular de cada segmento

VEHÍCULO	SEGMENTO 1		SEGMENTO 2		SEGMENTO 3		SEGMENTO 4		SEGMENTO 5		TOTAL	
	N° veh.	% veh.	N° veh.	% veh.								
MOTO LINEAL	30045	33,83%	22946	33,78%	22358	33,68%	26974	33,87%	29114	34,14%	131437	33,87%
MOTOTAXIS	51565	58,06%	39329	57,89%	38271	57,66%	46270	58,10%	49372	57,90%	224807	57,94%
AUTO	1747	1,97%	1410	2,08%	1424	2,15%	1492	1,87%	1663	1,95%	7736	1,99%
TAXI	68	0,08%	65	0,10%	66	0,10%	69	0,09%	74	0,09%	342	0,09%
CAMIONETA	4444	5,00%	3338	4,91%	3409	5,14%	3986	5,01%	4066	4,77%	19243	4,96%
COMBI	68	0,08%	65	0,10%	66	0,10%	69	0,09%	74	0,09%	342	0,09%
MINIBUS	68	0,08%	65	0,10%	66	0,10%	69	0,09%	74	0,09%	342	0,09%
BUS	141	0,16%	142	0,21%	142	0,21%	136	0,17%	164	0,19%	725	0,19%
CAMIÓN	669	0,75%	573	0,84%	572	0,86%	574	0,72%	669	0,78%	3057	0,79%
<b>TOTAL</b>	<b>88815</b>	<b>100%</b>	<b>67933</b>	<b>100%</b>	<b>66374</b>	<b>100%</b>	<b>79639</b>	<b>100%</b>	<b>85270</b>	<b>100%</b>	<b>388031</b>	<b>100%</b>

Según la tabla se identificó que la vía que tiene el mayor volumen de vehículos durante toda la jornada del conteo vehicular el **Segmento 01** ubicado entre las Calle Marañón y Calle Alfredo Bastos con un volumen vehicular de **88815 vehículos por semana** y también la otra intersección que le sigue es **Segmento 05** del tramo entre las Calle Libertad y Calle Sánchez Carrión, con un volumen vehicular de **85270 vehículos por**

**semana**, además que la vía de menor volumen vehicular es del **Segmento 03** del tramo entre la Calle Los Laureles y la Calle Dos de Mayo, con un volumen vehicular de **66374 vehículos por semana**, estas vías fueron evaluadas en ambos carril puesto que son vías de doble calzada.

Se determinó que para el tramo estudiado el día de máxima demanda es lunes 12 de Setiembre del 2022.

#### 4.1.3. Características del tráfico

##### 4.1.3.1. Hora de máxima demanda, VHMD, Q<sub>15máx.</sub> y FHMD de los segmentos

**Tabla 65:** Resumen de las características del tráfico vehicular – dirección de viaje A

TRAMO	VHMD	Hora de Máxima Demanda	Q <sub>15máx</sub>	FHMD
Segmento 01	842 Veh/h	07:15 - 08:15	220 Veh	0,957
Segmento 02	675 Veh/h	07:15 - 08:15	176 Veh	0,959
Segmento 03	645 Veh/h	07:15 - 08:15	168 Veh	0,960
Segmento 04	744 Veh/h	07:15 - 08:15	195 Veh	0,954
Segmento 05	779 Veh/h	07:15 - 08:15	204 Veh	0,955

**Tabla 66:** Resumen de las características del tráfico vehicular – dirección de viaje B

TRAMO	VHMD	Hora de Máxima Demanda	Q <sub>15máx</sub>	FHMD
Segmento 01	595 Veh/h	07:15 - 08:15	154 Veh	0,966
Segmento 02	421 Veh/h	07:15 - 08:15	109 Veh	0,966
Segmento 03	428 Veh/h	07:15 - 08:15	111 Veh	0,964
Segmento 04	545 Veh/h	07:15 - 08:15	142 Veh	0,960
Segmento 05	593 Veh/h	07:15 - 08:15	155 Veh	0,956

Podemos confirmar que existe un flujo vehicular uniforme durante toda la hora de máxima demanda, comprendida en el intervalo 07:15 am - 08:15 am, observando las Tablas 65 y 66, que también muestran el  $Q_{max15}$  para cada segmento en cada sentido y el Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) para cada segmento en cada sentido y los factores de la hora punta (FHDM). Estos valores se obtienen próximos a la unidad.

#### 4.1.4. Velocidad de flujo libre

**Tabla 67:** Velocidad flujo libre de los Segmentos en Ambas direcciones de viaje.

TRAMO	VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE ( $S_f$ )	
	Dirección de viaje A	Dirección de viaje B
Segmento 01	27.91 mi/h = 44.91km/h	27.93 mi/h = 44.94km/h
Segmento 02	28.16 mi/h = 45.32km/h	28.2 mi/h = 45.39km/h
Segmento 03	28.65 mi/h = 46.11km/h	28.67 mi/h = 46.14km/h
Segmento 04	28.67 mi/h = 46.14km/h	28.69 mi/h = 46.16km/h
Segmento 05	29.5 mi/h = 47.47km/h	29.45 mi/h = 47.39km/h

De la siguiente tabla podemos decir que la velocidad de flujo libre esta entre los 27.91mi/h y los 29.50mi/h, es decir que durante la hora pico se forman las colas debido a la interrupción de las intersecciones y por ser una intersección de acceso a un colegio en la hora pico.

La tabla muestra que todas las velocidades de flujo libre calculadas están por debajo de los 60 km/h, que es la velocidad máxima permitida en las

carreteras según la Sección 162 de la Ley de Tráfico Vial de 2009.

#### 4.1.5. Velocidad de viaje

**Tabla 68:** *Resumen de la velocidad de viaje de los Segmentos en Ambas direcciones de viaje*

TRAMO	VELOCIDAD DE VIAJE (St,seg)	
	Dirección de viaje A	Dirección de viaje B
Segmento 01	11.64 mi/h = 18.73km/h	10.18 mi/h = 16.39km/h
Segmento 02	9.91 mi/h = 15.95km/h	14 mi/h = 22.53km/h
Segmento 03	13.78 mi/h = 22.17km/h	15.01 mi/h = 24.16km/h
Segmento 04	13.04 mi/h = 20.98km/h	14.25 mi/h = 22.94km/h
Segmento 05	12.89 mi/h = 20.74km/h	13.38 mi/h = 21.53km/h

De la tabla se observa que todas las velocidades calculadas son menores que 60 km/h, esta es la máxima velocidad permitida en avenidas según el reglamento nacional de tránsito del 2009, artículo N°162.

#### 4.1.6. Capacidad vehicular

**Tabla 69:** *Resumen de la capacidad vehicular de los Segmentos en ambas direcciones.*

TRAMO	CAPACIDAD VEHICULAR [Tasa de flujo horario (q)]	
	Dirección de viaje A	Dirección de viaje B
Segmento 01	880 veh/h	616 veh/h
Segmento 02	704 veh/h	436 veh/h
Segmento 03	672 veh/h	444 veh/h
Segmento 04	780 veh/h	568 veh/h
Segmento 05	816 veh/h	620 veh/h

La capacidad vehicular es superior a los 436 vehículos por hora y se presenta en el Segmento 02 de la Dirección del viaje B e inferior a los 880 vehículos por hora que se presenta en el segmento 01 de la dirección de viaje A.

#### 4.1.7. Relación volumen capacidad de las estaciones

**Tabla 70:** *Relación Volumen/Capacidad de los segmentos en ambas direcciones*

TRAMO	RELACIÓN VOLUMEN/CAPACIDAD (X)	
	Dirección de viaje A	Dirección de viaje B
Segmento 01	0,96	0,97
Segmento 02	0,96	0,97
Segmento 03	0,96	0,96
Segmento 04	0,95	0,96
Segmento 05	0,95	0,96

De la tabla se observa que todas las estaciones tienen una relación volumen/capacidad muy cercana a uno, de lo cual se concluye que las estaciones están llegando a límite de su capacidad.

#### 4.1.8. Nivel de servicio de las estaciones

**Tabla 71:** *Resumen del nivel de servicio de cada Segmento en ambas direcciones*

TRAMO	NIVEL DE SERVICIO	
	Dirección de viaje A	Dirección de viaje B
Segmento 01	E	E
Segmento 02	E	D
Segmento 03	D	D
Segmento 04	E	D
Segmento 05	E	E

De la tabla se observa que todos los segmentos del tramo de la Av. Mesones Muro comprendido entre la Calle Marañón y la Calle Sánchez Carrión, en su dirección de viaje A presenta un nivel de servicio E a excepto el Segmento 03 que presenta un nivel de Servicio E, y en su dirección de viaje B presenta un nivel de servicio D a excepto el Segmento 01 y 02 que presentan un nivel de Servicio E.

Las actividades de nivel de servicio E se definen en la metodología HCM-2010 como aquellas que tienen una relación volumen/capacidad inferior a

uno y un retraso de control de entre 55 y 80 s/veh. Este nivel se suele conceder cuando la duración del ciclo es larga, el avance es desfavorable y la relación volumen/capacidad es grande. Son frecuentes las interrupciones de un solo episodio.

En el caso de las porciones, ocurre lo mismo. La tabla nº 70 indica que la relación volumen/capacidad más baja es de 0,95, lo que indica que la relación volumen/capacidad es alta. Durante las horas punta, el tiempo de ciclo de los semáforos es largo (135 s). También se observaron fallos de ciclo individuales durante los periodos de alta demanda, ya que las líneas se llenaban con frecuencia.

#### 4.2. Contrastación de hipótesis

Los segmentos que componen el tramo en estudio operan con un nivel de servicio E, con excepción del Tramo 03, que presenta un nivel de servicio E en su sentido de circulación A, y un nivel de servicio D en su sentido de circulación B, con excepción de los Tramos 01 y 02, que presentan un nivel de servicio E. Esto se determinó aplicando la metodología HCM-2010 a los datos obtenidos por medición topográfica y medición manual. Además, se ha comprobado que la capacidad de carga de vehículos de cada tramo es superior a 436 coches por hora y carril.

Tal como se describe:

TRAMO	NIVEL DE SERVICIO	
	Dirección de viaje A	Dirección de viaje B
Segmento 01	E	E
Segmento 02	E	D
Segmento 03	D	D
Segmento 04	E	D
Segmento 05	E	E

Las hipótesis planteadas en la investigación fueron las siguientes:

El nivel de servicio que presenta la avenida Mesones Muro corresponde al nivel D y la capacidad de vehicular mayor a 1000 vehículos por hora.

**Hipótesis nula**

El nivel de servicio que presenta la avenida Mesones Muro corresponde al nivel A y la capacidad de vehicular menor a 1000 vehículos por hora.

**En efecto:**

Se rechaza la hipótesis propuesta porque el tramo de Mesones Muro comprendido entre las calles Marañón y Sánchez Carrión no opera al nivel de servicio E en todos los tramos, a pesar de que la capacidad vehicular de cada segmento en cada sentido es superior a 436 vehículos por hora.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- La Avenida Mesones Muro proporciona un nivel de servicio E en el sentido de la marcha A, excepto en el Tramo 03, que proporciona un nivel de servicio E, y un nivel de servicio D en el sentido de la marcha B, excepto en los Tramos 01 y 02, que proporcionan un nivel de servicio E. Estos tramos están situados entre las calles Marañón y Sánchez Carrión.
- El aforo de vehículos de la Avenida Mesones Muro en sus segmentos 01, 02, 03, 04 y 05, entre las calles Marañón y Sánchez Carrión, presenta los siguientes valores: 880 veh/h, 704 veh/h, 672 veh/h, 780 veh/h y 816 veh/h para el sentido de circulación A, y 616 veh/h, 436 veh/h, 444 veh/h, 568 veh/h y 620 veh/h para cada segmento de estudio, respectivamente.
- Se realizó el levantamiento topográfico para poder obtener las características geométricas del tramo de estudio de la Av. Mesones Muro, utilizando el levantamiento con estación total con varias estaciones.
- Se concluye que el Estudio de Tráfico de la Av. Mesones Muro Se realizó para cada Segmento de estado en ambas direcciones de viaje A y B resultando; que la Hora de máxima demanda para el sentido de viaje A y B de todos los Segmentos, está comprendido entre las 07:15 y las 08:15 horas; con este intervalo de hora de máxima demanda se obtuvo el volumen de Máxima Demanda Horaria (VHMD) para la dirección de viaje A en los segmentos 01, 02, 03, 04, 05 fue de 842 veh/h, 675 veh/h, 645 veh/h, 744

veh/h, 779 veh/h respectivamente, y para la dirección de viaje B en los segmentos 01, 02, 03, 04, 05 fue de 595 Veh/h, 421 veh/h, 428 veh/h, 545 veh/h, 593 veh/h respectivamente, Además también se obtuvo el  $Q_{15max}$  en la dirección de viaje A para los segmentos 01, 02, 03, 04, 05 fue de 220 Veh, 176 veh, 168 veh, 195 veh, 204 veh respectivamente y en la dirección de viaje B para los Segmentos 01, 02, 03, 04, 05 fue de 154 veh, 109 veh, 111 veh, 142 veh, 155 veh respectivamente. Finalizando con el cálculo del Factor Horario de Máxima Demanda FHMD en la dirección de viaje A para los segmentos 01, 02, 03, 04, 05 fue de 0.957, 0.959, 0.960, 0.954, 0.955 respectivamente y en la dirección de viaje B para los segmentos 01, 02, 03, 04, 05 fue de 0.966, 0.966, 0.964, 0.960, 0.956 respectivamente, como se puede observar los valores del FHMD se aproximan a 1, se concluye que la Av. Mesones Muro está muy cercana a su máxima capacidad vehicular.

- Las características geométricas que presentó la Av, Mesones Muro que presento cada segmento de estudio en ambas direcciones fueren las mismas obteniendo el ancho promedio de calzada 17.05 (m), ancho de carril 8.25 (m), bombeo 2 (%) y la pendiente máxima de 3.15(%) y la mínima de 0.46(%).
- Se concluye que la composición del flujo de tráfico preponderante de la Av. Mesones Muro son las motos líneas y las moto taxis. El segmento 01 presenta 88815 vehículos de los cuales el 33.83% y 58.06% son las motos lineales y mototaxis respectivamente, el Segmento 02 presenta 67933 vehículos de los cuales el 33.78% y 57.89% son las motos lineales y mototaxis respectivamente, segmento 03 presenta 66374 vehículos de los cuales el 33.68% y 57.66% son las motos lineales y mototaxis respectivamente, segmento 04 de 79639 vehículos de los cuales el 33.87%

y 58.10% son las motos lineales y mototaxis respectivamente, segmento 05 de 85270 vehículos de los cuales el 34.14% y 57.90% son las motos lineales y mototaxis respectivamente.

- Se concluye que el Día de máxima demanda en el estudio fue el lunes 12 de setiembre del 2022 y la Hora de la demanda máxima está comprendida entre las 07:15 y 08:15 horas.
- Se concluyo que la demanda máxima por hora de la Av. Mesones Muro para la dirección de viaje A en los segmentos 01, 02, 03, 04, 05 fue de 842 veh/h, 675 veh/h, 645 veh/h, 744 veh/h, 779 veh/h respectivamente, y para la dirección de viaje B en los segmentos 01, 02, 03, 04, 05 fue de 595 veh/h, 421 veh/h, 428 veh/h, 545 veh/h, 593 veh/h respectivamente. Y el flujo de demanda máxima para 15 minutos ( $Q_{15max}$ ) de la Av. Mesones Muro en la dirección de viaje A para los segmentos 01, 02, 03, 04, 05 fue de 220 veh, 176 veh, 168 veh, 195 veh, 204 veh respectivamente y en la dirección de viaje B para los segmentos 01, 02, 03, 04, 05 fue de 154 veh, 109 veh, 111 veh, 142 veh, 155 veh respectivamente.
- Se concluye que la Av. Mesones Muro presento una velocidad libre básico comprendida entre 27.91mi/h y los 29.50mi/h, es decir que durante la hora pico se forman las colas debido a la interrupción de las intersecciones, lo cual se obtuvo que en su dirección de viaje a para el segmento 01 de 27.91 mi/h = 44.91km/h, segmento 02 de 28.16 mi/h = 45.32km/h, segmento 03 de 28.65 mi/h = 46.11km/h, segmento 04 de 28.67 mi/h = 46.14km/h, segmento 05 de 29.5 mi/h = 47.47km/h, y en su dirección de viaje B para el segmento 01 de 27.93 mi/h = 44.94km/h, segmento 02 de 28.2 mi/h = 45.39km/h, segmento 03 de 28.67 mi/h = 46.14km/h, segmento 04 de 28.69

mi/h = 46.16km/h, segmento 05 de 29.45 mi/h = 47.39km/h. Y la velocidad de viaje calculada que presento la Av. Mesones Muro son menores que 60 km/h, esta es la máxima velocidad permitida en avenidas según el reglamento nacional de tránsito del 2009, artículo N°162, su velocidad de viaje que presunto en su dirección de viaje A para el segmento 01 es de 11.64 mi/h = 18.73km/h, segmento 02 es de 9.91 mi/h = 15.95km/h, segmento 03 es de 13.78 mi/h = 22.17km/h, segmento 04 es de 13.04 mi/h = 20.98km/h, segmento 05 es de 12.89 mi/h = 20.74km/h, y en su dirección de viaje B para el segmento 01 es de 10.18 mi/h = 16.39km/h, segmento 02 es de 14 mi/h = 22.53km/h, segmento 03 es de 15.01 mi/h = 24.16km/h, segmento 04 es de 14.25 mi/h = 22.94km/h, segmento 05 es de 13.38 mi/h = 21.53km/h.

- Se concluye que los niveles de servicio de la Av. Mesones Muro en cada uno de sus segmentos comprendidos comprendido entre la calle Marañón y la calle Sánchez Carrión, en su dirección de viaje A, presenta un nivel de servicio E a excepto el Segmento 03 que presenta un nivel de servicio D, y en su dirección de viaje B, presenta un nivel de servicio D a excepto el segmento 01 y 02 que presentan un nivel de servicio E.

## 5.2. Recomendaciones

- Para obtener resultados de composición de vehículos más precisos, se recomienda que los responsables de mantener los registros de vehículos se capaciten sobre la clasificación de vehículos definida en la normativa vehicular nacional vigente y expliquen todos los tipos de vehículos que componen una clase.
- Para realizar estudios de tráfico se recomienda tener pleno conocimiento sobre la Metodología HCM-2010.
- Se recomienda para próximos estudios sobre nivel de servicio y capacidad vehicular en la ciudad de Jaén se realice de forma integral y no solo de una calle.
- Fomentar la colaboración entre las autoridades locales, regionales y nacionales, así como con instituciones académicas y expertos en tráfico, para obtener una visión integral de los desafíos de tráfico en la Avenida Mesones Muro.
- Reconocer que la evaluación del nivel de servicio y capacidad vehicular es un proceso continuo. Se debe establecer un programa de seguimiento constante para adaptarse a cambios en la demanda de tráfico y para evaluar la efectividad de las soluciones implementadas.
- Considerar el impacto ambiental de las medidas propuestas para mejorar la capacidad vial. Esto puede incluir la evaluación de la calidad del aire, la mitigación del ruido y la sostenibilidad en el diseño de infraestructura.
- Implementar programas de educación vial y concientización para promover comportamientos seguros y eficientes entre los conductores, peatones y ciclistas que utilizan la avenida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bañón, L; Beviá, J. 2000. Manual de Carreteras: Elementos Proyecto, Universidad de Alicante, ES. tomo 1, p.154-168.
- Chamorro Durand, B. G. (2020). Propuesta de optimización del nivel del tráfico vehicular del jirón Abtao cuerdas 5, 6, 7 y 8 de la ciudad de Huánuco 2019. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Cal, R; Cárdenas J. 2000. Ingeniería de tránsito: Fundamentos y Aplicaciones.
- Cárdenas GJ. 2013. Diseño geométrico de vías. 2 edición. Bogotá. Colombia
- Cornelio Muñoz, J. R. (2019). Evaluación del nivel de servicio por análisis de tráfico en la intersección semaforizada de las Av. Próceres y Av. Minero del Distrito de Yanacancha – Pasco – 2018. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Coraspe, L; Marsiglia, O. 2011. Análisis de flujo vehicular en las avenidas que convergen en la plaza de las banderas (Av. República, Av. Menca de Leoni, prolongación Pasco Orinoco y Prolongación Av. República) ciudad Bolívar- Estado Bolívar. Tesis ing. Civil Bolívar, BO. Universidad Oriente Núcleo de Bolívar. 260p.
- Chávez L, V.2005. Manual de diseño geométrico de vías urbanas.
- Duarte, F. (2021). Plan de mejoramiento de flujo vehicular en la intersección de la avenida principal de la Tahona y avenids la guairita, municipio de Baruta, Edo Miranda . Universidad Nueva Esparta.
- Jerez H y Morales S (2014). Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de las intersecciones con mayor demanda de la ciudad de Azogues
- Llanos, J. (2018). Análisis del nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas

con mayor afluencia de la av. hoyos rubio

García, E. ed. 7 ed. México DF, ME. Alfaomega SA. 517 p.

Highway Capacity Manual. (2010 a). Capítulo 4, Traffic Flow and Capacity Concepts (Vol. 1). Washington: Transportation Research Board.

Highway Capacity Manual. (2010 b). Capítulo 17, Urban Street Segments (Vol. 3). Washington: Transportation Research Board.

Huamán, SM. 2007. Estudio del congestionamiento vehicular en la zona monumental de la ciudad de Cajamarca. Tesis Mag. Se. Cajamarca, PE. Universidad Nacional de Cajamarca. 84 p.

Ministerio de Transportes Comunicaciones. (2018). Manual de seguridad vial. Viciministerio de transportes.

MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, PE). 2009. Reglamento Nacional de Tránsito: Decreto Supremo N°016-2009-MTC. Lima, El Peruano.

MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). 2014. Manual de carreteras - diseño geométrico - DG 2014. Lima, Perú. 329p.

MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). 2016. Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras. Lima, Perú. 395p.

Morales, R. y Gonzáles, J. (2013) Control de tráfico vehicular por medio de semáforos inteligentes tesis de título en Ingeniería Civil. Venezuela: Universidad Rafael Urdaneta.

Organización Mundial de la Salud. (2021). El nivel del servicio en el tráfico vehicular y la salud en ciudades.

Ordóñez M, GA. 2009. Aplicación del manual de capacidad de Carreteras (HCM) versión 2,000. Para la evaluación del nivel de servicios de carreteras

multicarriles. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Paico Malca, C. J. (2021). Influencia del flujo vehicular en el nivel de servicio de la avenida La paz, ubicada entre la avenida Independencia y Diego Ferré, de la ciudad de Cajamarca. <https://doi.org/Universidad Privada del Norte>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2021). Norma CE.010 Componentes Estructurales para pavimento urbanos.

Tapia, J; Veizaga, R. 2006. Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Ingeniería de Tráfico. Lic. Ing. Civil. Cochabamba, 80. Universidad Mayor de San Simón. 419 p.

## ANEXOS

### Anexo A: Registro fotográfico

REGISTRO FOTOGRÁFICO				FICHA DE CAMPO
Tesis:	Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular	Motivo:	Tesis Para Título Profesional	
				
<b>Foto N° 01:</b> La intersección en entre la Av. Mesones Muro y la Calle Marañon, y la ubicación del punto de intersección y conteo "INICIO"		<b>Foto N° 02:</b> El aforo de la intersección entre la calle Marañon y la Avenida Mesones Muro en el Punto de Conteo "INICIO".		
				
<b>Foto N° 03:</b> Inicio del Levantamiento Topográfico y toma de sus características geométricas de la Av. Mesones Muro.		<b>Foto N° 04:</b> Punto de conteo en la intersección de la Av. Mesones Muro con la Calle los Laureles "Est. 02".		

REGISTRO FOTOGRÁFICO				FICHA DE CAMPO
Tesis:	Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular	Motivo:	Tesis Para Título Profesional	
				
<p><b>Foto N° 05:</b> Cambio de estación del levantamiento topográfico en la intersección de la Av. Mesones Muro con la Calle los Laureles "Est. 02".</p>		<p><b>Foto N° 06:</b> Estación de conteo de la Avenida Mesones Muro con la calle Dos de mayo "Est. 03".</p>		
				
<p><b>Foto N° 07:</b> El aforo vehicular que transcurre en la intersección de la Av. Mesones Muro con la Calle Dos de Mayo.</p>		<p><b>Foto N° 08:</b> La intersección de la Av. Mesones Muro con la Calle Dos de Mayo</p>		

REGISTRO FOTOGRÁFICO				FICHA DE CAMPO
Tesis:	Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular	Motivo:	Tesis Para Título Profesional	
				
<p><b>Foto N° 09:</b> Cambio de estación para el levantamiento topográfico en la Av. Mesones Muro</p>		<p><b>Foto N° 10:</b> El aforo vehicular en la intersección de la Av. Mesones Muro con la Calle Libertad en el Punto de Conteo Est. 04.</p>		



## Anexo C: Aforos diarios de cada Segmento

Tabla A. 2: Aforo del día lunes 12/09/2022, Segmento 01 - dirección de viaje A

HORA	MOTOTAXIS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES
	MOTO LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN
06:30 - 06:45	9	17	1	0	2	0	0	0	2
06:45 - 07:00	9	28	0	0	4	0	0	2	0
07:00 - 07:15	6	50	2	0	7	0	0	0	3
07:15 - 07:30	75	100	8	1	11	1	0	1	0
07:30 - 07:45	99	107	6	0	8	0	0	0	0
07:45 - 08:00	81	115	5	1	10	0	0	0	1
08:00 - 08:15	87	111	4	0	8	0	0	1	1
08:15 - 08:30	24	84	4	0	10	0	0	0	1
08:30 - 08:45	36	96	2	0	8	0	0	0	3
08:45 - 09:00	36	94	2	0	8	0	1	0	1
09:00 - 09:15	48	92	2	1	8	1	0	0	3
09:15 - 09:30	36	95	2	0	6	0	0	0	4
09:30 - 09:45	48	103	4	0	8	0	0	0	1
09:45 - 10:00	57	85	4	0	10	0	0	0	2
10:00 - 10:15	72	92	1	0	8	0	0	0	0
10:15 - 10:30	51	96	4	0	8	0	1	0	0
10:30 - 10:45	42	96	3	0	6	0	0	0	4
10:45 - 11:00	51	77	2	0	4	0	0	0	2
11:00 - 11:15	45	63	1	0	8	1	0	0	2
11:15 - 11:30	54	71	7	0	5	0	0	2	2
11:30 - 11:45	39	75	4	0	5	0	0	0	0
11:45 - 12:00	36	87	4	0	7	0	1	2	4
12:00 - 12:15	60	107	4	0	8	0	0	0	0
12:15 - 12:30	6	50	2	0	7	0	0	0	1
12:30 - 12:45	30	75	3	0	10	0	0	0	0
12:45 - 13:00	30	70	1	0	9	0	0	0	1
13:00 - 13:15	33	72	3	0	7	0	1	0	3
13:15 - 13:30	87	92	2	0	10	0	0	0	2
13:30 - 13:45	57	83	2	0	8	0	0	0	0
13:45 - 14:00	51	63	1	0	4	0	0	0	0
14:00 - 14:15	51	64	1	0	7	0	0	0	0
14:15 - 14:30	33	48	2	0	5	0	0	0	2
14:30 - 14:45	39	48	1	1	6	0	0	0	0
14:45 - 15:00	42	69	2	0	7	0	0	0	2
15:00 - 15:15	42	82	2	0	7	0	0	0	2
15:15 - 15:30	42	77	2	0	7	0	0	0	1
15:30 - 15:45	36	90	2	0	9	0	0	0	0
15:45 - 16:00	45	85	4	0	8	0	0	0	1
16:00 - 16:15	39	84	4	0	9	0	1	0	1
16:15 - 16:30	42	89	2	0	8	1	0	0	0
16:30 - 16:45	42	90	1	0	6	0	0	0	0
16:45 - 17:00	72	96	1	0	7	0	0	0	0
17:00 - 17:15	66	98	1	0	4	0	0	0	0
17:15 - 17:30	66	101	2	0	5	0	0	0	0
17:30 - 17:45	51	96	6	0	6	0	0	0	1
17:45 - 18:00	54	78	4	1	5	0	0	0	1
18:00 - 18:15	69	76	6	0	7	0	0	0	0
18:15 - 18:30	48	70	5	0	5	0	0	2	0
18:30 - 18:45	39	99	3	0	9	0	0	1	0
18:45 - 19:00	51	77	2	0	4	1	0	1	0
19:00 - 19:15	54	69	2	0	6	0	0	0	1
19:15 - 19:30	36	69	1	0	4	0	0	0	0
19:30 - 19:45	42	70	1	0	3	0	0	0	1
19:45 - 20:00	30	61	0	0	3	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>2526</b>	<b>4332</b>	<b>147</b>	<b>5</b>	<b>369</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>56</b>

**Tabla A. 3: Aforo del día lunes 12/09/2022, Segmento 02 - dirección de viaje A**

HORA	MOTOTAXIS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES
	MOTO LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN
06:30 - 06:45	7	14	1	0	2	0	0	0	2
06:45 - 07:00	7	22	0	0	3	0	0	2	0
07:00 - 07:15	5	40	2	0	6	0	0	0	2
07:15 - 07:30	60	80	6	1	9	1	0	1	0
07:30 - 07:45	79	86	5	0	6	0	0	0	0
07:45 - 08:00	65	92	4	1	8	0	0	0	1
08:00 - 08:15	70	89	3	0	6	0	0	1	1
08:15 - 08:30	19	67	3	0	8	0	0	0	1
08:30 - 08:45	29	77	2	0	6	0	0	0	2
08:45 - 09:00	29	75	2	0	6	0	1	0	1
09:00 - 09:15	38	74	2	1	6	1	0	0	2
09:15 - 09:30	29	76	2	0	5	0	0	0	3
09:30 - 09:45	38	82	3	0	6	0	0	0	1
09:45 - 10:00	46	68	3	0	8	0	0	0	2
10:00 - 10:15	58	74	1	0	6	0	0	0	0
10:15 - 10:30	41	77	3	0	6	0	1	0	0
10:30 - 10:45	34	77	2	0	5	0	0	0	3
10:45 - 11:00	41	62	2	0	3	0	0	0	2
11:00 - 11:15	36	50	1	0	6	1	0	0	2
11:15 - 11:30	43	57	6	0	4	0	0	2	2
11:30 - 11:45	31	60	3	0	4	0	0	0	0
11:45 - 12:00	29	70	3	0	6	0	1	2	3
12:00 - 12:15	48	86	3	0	6	0	0	0	0
12:15 - 12:30	5	40	2	0	6	0	0	0	1
12:30 - 12:45	24	60	2	0	8	0	0	0	0
12:45 - 13:00	24	56	1	0	7	0	0	0	1
13:00 - 13:15	26	58	2	0	6	0	1	0	2
13:15 - 13:30	70	74	2	0	8	0	0	0	2
13:30 - 13:45	46	66	2	0	6	0	0	0	0
13:45 - 14:00	41	50	1	0	3	0	0	0	0
14:00 - 14:15	41	51	1	0	6	0	0	0	0
14:15 - 14:30	26	38	2	0	4	0	0	0	2
14:30 - 14:45	31	38	1	1	5	0	0	0	0
14:45 - 15:00	34	55	2	0	6	0	0	0	2
15:00 - 15:15	34	66	2	0	6	0	0	0	2
15:15 - 15:30	34	62	2	0	6	0	0	0	1
15:30 - 15:45	29	72	2	0	7	0	0	0	0
15:45 - 16:00	36	68	3	0	6	0	0	0	1
16:00 - 16:15	31	67	3	0	7	0	1	0	1
16:15 - 16:30	34	71	2	0	6	1	0	0	0
16:30 - 16:45	34	72	1	0	5	0	0	0	0
16:45 - 17:00	58	77	1	0	6	0	0	0	0
17:00 - 17:15	53	78	1	0	3	0	0	0	0
17:15 - 17:30	53	81	2	0	4	0	0	0	0
17:30 - 17:45	41	77	5	0	5	0	0	0	1
17:45 - 18:00	43	62	3	1	4	0	0	0	1
18:00 - 18:15	55	61	5	0	6	0	0	0	0
18:15 - 18:30	38	56	4	0	4	0	0	2	0
18:30 - 18:45	31	79	2	0	7	0	0	1	0
18:45 - 19:00	41	62	2	0	3	1	0	1	0
19:00 - 19:15	43	55	2	0	5	0	0	0	1
19:15 - 19:30	29	55	1	0	3	0	0	0	0
19:30 - 19:45	34	56	1	0	2	0	0	0	1
19:45 - 20:00	24	49	0	0	2	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>2025</b>	<b>3467</b>	<b>124</b>	<b>5</b>	<b>293</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>49</b>

**Tabla A. 4: Aforo del día lunes 12/09/2022, Segmento 03 - dirección de viaje A**

HORA	MOTOTAXIS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES
	MOTO LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN
06:30 - 06:45	7	13	1	0	2	0	0	0	2
06:45 - 07:00	7	21	0	0	3	0	0	2	0
07:00 - 07:15	5	38	2	0	6	0	0	0	2
07:15 - 07:30	57	76	6	1	9	1	0	1	0
07:30 - 07:45	75	82	5	0	6	0	0	0	0
07:45 - 08:00	62	87	4	1	8	0	0	0	1
08:00 - 08:15	67	85	3	0	6	0	0	1	1
08:15 - 08:30	18	64	3	0	8	0	0	0	1
08:30 - 08:45	28	73	2	0	6	0	0	0	2
08:45 - 09:00	28	71	2	0	6	0	1	0	1
09:00 - 09:15	36	70	2	1	6	1	0	0	2
09:15 - 09:30	28	72	2	0	5	0	0	0	3
09:30 - 09:45	36	78	3	0	6	0	0	0	1
09:45 - 10:00	44	65	3	0	8	0	0	0	2
10:00 - 10:15	55	70	1	0	6	0	0	0	0
10:15 - 10:30	39	73	3	0	6	0	1	0	0
10:30 - 10:45	32	73	2	0	5	0	0	0	3
10:45 - 11:00	39	59	2	0	3	0	0	0	2
11:00 - 11:15	34	48	1	0	6	1	0	0	2
11:15 - 11:30	41	54	6	0	4	0	0	2	2
11:30 - 11:45	29	57	3	0	4	0	0	0	0
11:45 - 12:00	28	67	3	0	6	0	1	2	3
12:00 - 12:15	46	82	3	0	6	0	0	0	0
12:15 - 12:30	5	38	2	0	6	0	0	0	1
12:30 - 12:45	23	57	2	0	8	0	0	0	0
12:45 - 13:00	23	53	1	0	7	0	0	0	1
13:00 - 13:15	25	55	2	0	6	0	1	0	2
13:15 - 13:30	67	70	2	0	8	0	0	0	2
13:30 - 13:45	44	63	2	0	6	0	0	0	0
13:45 - 14:00	39	48	1	0	3	0	0	0	0
14:00 - 14:15	39	48	1	0	6	0	0	0	0
14:15 - 14:30	25	36	2	0	4	0	0	0	2
14:30 - 14:45	29	36	1	1	5	0	0	0	0
14:45 - 15:00	32	52	2	0	6	0	0	0	2
15:00 - 15:15	32	63	2	0	6	0	0	0	2
15:15 - 15:30	32	59	2	0	6	0	0	0	1
15:30 - 15:45	28	68	2	0	7	0	0	0	0
15:45 - 16:00	34	65	3	0	6	0	0	0	1
16:00 - 16:15	29	64	3	0	7	0	1	0	1
16:15 - 16:30	32	67	2	0	6	1	0	0	0
16:30 - 16:45	32	68	1	0	5	0	0	0	0
16:45 - 17:00	55	73	1	0	6	0	0	0	0
17:00 - 17:15	50	74	1	0	3	0	0	0	0
17:15 - 17:30	50	77	2	0	4	0	0	0	0
17:30 - 17:45	39	73	5	0	5	0	0	0	1
17:45 - 18:00	41	59	3	1	4	0	0	0	1
18:00 - 18:15	52	58	5	0	6	0	0	0	0
18:15 - 18:30	36	53	4	0	4	0	0	2	0
18:30 - 18:45	29	75	2	0	7	0	0	1	0
18:45 - 19:00	39	59	2	0	3	1	0	1	0
19:00 - 19:15	41	52	2	0	5	0	0	0	1
19:15 - 19:30	28	52	1	0	3	0	0	0	0
19:30 - 19:45	32	53	1	0	2	0	0	0	1
19:45 - 20:00	23	47	0	0	2	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	1926	3293	124	5	293	5	5	12	49

**Tabla A. 5: Aforo del día lunes 12/09/2022, Segmento 04 - dirección de viaje A**

HORA	MOTOTAXIS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES
	MOTO LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN
06:30 - 06:45	8	15	1	0	2	0	0	0	2
06:45 - 07:00	8	24	0	0	3	0	0	2	0
07:00 - 07:15	6	44	2	0	7	0	0	0	2
07:15 - 07:30	66	88	7	1	10	1	0	1	0
07:30 - 07:45	87	95	6	0	7	0	0	0	0
07:45 - 08:00	72	101	4	1	9	0	0	0	1
08:00 - 08:15	77	98	3	0	7	0	0	1	1
08:15 - 08:30	21	74	3	0	9	0	0	0	1
08:30 - 08:45	32	85	2	0	7	0	0	0	2
08:45 - 09:00	32	83	2	0	7	0	1	0	1
09:00 - 09:15	42	81	2	1	7	1	0	0	2
09:15 - 09:30	32	84	2	0	6	0	0	0	3
09:30 - 09:45	42	90	3	0	7	0	0	0	1
09:45 - 10:00	51	75	3	0	9	0	0	0	2
10:00 - 10:15	64	81	1	0	7	0	0	0	0
10:15 - 10:30	45	85	3	0	7	0	1	0	0
10:30 - 10:45	37	85	2	0	6	0	0	0	3
10:45 - 11:00	45	68	2	0	3	0	0	0	2
11:00 - 11:15	40	55	1	0	7	1	0	0	2
11:15 - 11:30	47	63	7	0	4	0	0	2	2
11:30 - 11:45	34	66	3	0	4	0	0	0	0
11:45 - 12:00	32	77	3	0	7	0	1	2	3
12:00 - 12:15	53	95	3	0	7	0	0	0	0
12:15 - 12:30	6	44	2	0	7	0	0	0	1
12:30 - 12:45	26	66	2	0	9	0	0	0	0
12:45 - 13:00	26	62	1	0	8	0	0	0	1
13:00 - 13:15	29	64	2	0	7	0	1	0	2
13:15 - 13:30	77	81	2	0	9	0	0	0	2
13:30 - 13:45	51	73	2	0	7	0	0	0	0
13:45 - 14:00	45	55	1	0	3	0	0	0	0
14:00 - 14:15	45	56	1	0	7	0	0	0	0
14:15 - 14:30	29	42	2	0	4	0	0	0	2
14:30 - 14:45	34	42	1	1	6	0	0	0	0
14:45 - 15:00	37	61	2	0	7	0	0	0	2
15:00 - 15:15	37	73	2	0	7	0	0	0	2
15:15 - 15:30	37	68	2	0	7	0	0	0	1
15:30 - 15:45	32	79	2	0	8	0	0	0	0
15:45 - 16:00	40	75	3	0	7	0	0	0	1
16:00 - 16:15	34	74	3	0	8	0	1	0	1
16:15 - 16:30	37	78	2	0	7	1	0	0	0
16:30 - 16:45	37	79	1	0	6	0	0	0	0
16:45 - 17:00	64	85	1	0	7	0	0	0	0
17:00 - 17:15	58	86	1	0	3	0	0	0	0
17:15 - 17:30	58	89	2	0	4	0	0	0	0
17:30 - 17:45	45	85	6	0	6	0	0	0	1
17:45 - 18:00	47	68	3	1	4	0	0	0	1
18:00 - 18:15	61	67	6	0	7	0	0	0	0
18:15 - 18:30	42	62	4	0	4	0	0	2	0
18:30 - 18:45	34	87	2	0	8	0	0	1	0
18:45 - 19:00	45	68	2	0	3	1	0	1	0
19:00 - 19:15	47	61	2	0	6	0	0	0	1
19:15 - 19:30	32	61	1	0	3	0	0	0	0
19:30 - 19:45	37	62	1	0	2	0	0	0	1
19:45 - 20:00	26	54	0	0	2	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>2228</b>	<b>3819</b>	<b>129</b>	<b>5</b>	<b>332</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>49</b>

**Tabla A. 6: Aforo del día lunes 12/09/2022, Segmento 05 - dirección de viaje A**

HORA	MOTOTAXIS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES
	MOTO LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN
06:30 - 06:45	8	16	1	0	2	0	0	0	2
06:45 - 07:00	8	25	0	0	3	0	0	2	0
07:00 - 07:15	6	46	2	0	7	0	0	0	2
07:15 - 07:30	69	92	7	1	11	1	0	1	0
07:30 - 07:45	91	100	6	0	7	0	0	0	0
07:45 - 08:00	76	106	4	1	9	0	0	0	1
08:00 - 08:15	81	103	3	0	7	0	0	1	1
08:15 - 08:30	22	78	3	0	9	0	0	0	1
08:30 - 08:45	34	89	2	0	7	0	0	0	2
08:45 - 09:00	34	87	2	0	7	0	1	0	1
09:00 - 09:15	44	85	2	1	7	1	0	0	2
09:15 - 09:30	34	88	2	0	6	0	0	0	3
09:30 - 09:45	44	95	3	0	7	0	0	0	1
09:45 - 10:00	54	79	3	0	9	0	0	0	2
10:00 - 10:15	67	85	1	0	7	0	0	0	0
10:15 - 10:30	47	89	3	0	7	0	1	0	0
10:30 - 10:45	39	89	2	0	6	0	0	0	3
10:45 - 11:00	47	71	2	0	3	0	0	0	2
11:00 - 11:15	42	58	1	0	7	1	0	0	2
11:15 - 11:30	49	66	7	0	4	0	0	2	2
11:30 - 11:45	36	69	3	0	4	0	0	0	0
11:45 - 12:00	34	81	3	0	7	0	1	2	3
12:00 - 12:15	56	100	3	0	7	0	0	0	0
12:15 - 12:30	6	46	2	0	7	0	0	0	1
12:30 - 12:45	27	69	2	0	9	0	0	0	0
12:45 - 13:00	27	65	1	0	8	0	0	0	1
13:00 - 13:15	30	67	2	0	7	0	1	0	2
13:15 - 13:30	81	85	2	0	9	0	0	0	2
13:30 - 13:45	75	77	2	0	7	0	0	0	0
13:45 - 14:00	47	58	1	0	3	0	0	0	0
14:00 - 14:15	47	59	1	0	7	0	0	0	0
14:15 - 14:30	30	44	2	0	4	0	0	0	2
14:30 - 14:45	36	44	1	1	6	0	0	0	0
14:45 - 15:00	39	64	2	0	7	0	0	0	2
15:00 - 15:15	39	77	2	0	7	0	0	0	2
15:15 - 15:30	39	71	2	0	7	0	0	0	1
15:30 - 15:45	34	83	2	0	8	0	0	0	0
15:45 - 16:00	42	79	3	0	7	0	0	0	1
16:00 - 16:15	36	78	3	0	8	0	1	0	1
16:15 - 16:30	39	82	2	0	7	1	0	0	0
16:30 - 16:45	39	83	1	0	6	0	0	0	0
16:45 - 17:00	67	89	1	0	7	0	0	0	0
17:00 - 17:15	61	90	1	0	3	0	0	0	0
17:15 - 17:30	61	93	2	0	4	0	0	0	0
17:30 - 17:45	47	89	6	0	6	0	0	0	1
17:45 - 18:00	49	71	3	1	4	0	0	0	1
18:00 - 18:15	64	70	6	0	7	0	0	0	0
18:15 - 18:30	44	65	4	0	4	0	0	2	0
18:30 - 18:45	36	91	2	0	8	0	0	1	0
18:45 - 19:00	47	71	2	0	3	1	0	1	0
19:00 - 19:15	49	64	2	0	6	0	0	0	1
19:15 - 19:30	34	64	1	0	3	0	0	0	0
19:30 - 19:45	39	65	1	0	2	0	0	0	1
19:45 - 20:00	27	57	0	0	2	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>2360</b>	<b>4007</b>	<b>129</b>	<b>5</b>	<b>333</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>49</b>

**Tabla A. 7: Aforo del día lunes 12/09/2022, Segmento 01 - dirección de viaje B**

HORA	MOTOTAXIS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES
	MOTO LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN
06:30 - 06:45	6	12	1	0	1	0	0	0	1
06:45 - 07:00	6	20	0	0	3	0	0	1	0
07:00 - 07:15	4	35	1	0	5	0	0	0	2
07:15 - 07:30	53	70	6	1	8	1	0	1	0
07:30 - 07:45	69	75	4	0	6	0	0	0	0
07:45 - 08:00	57	81	4	1	7	0	0	0	1
08:00 - 08:15	61	78	3	0	6	0	0	1	1
08:15 - 08:30	17	59	3	0	7	0	0	0	1
08:30 - 08:45	25	67	1	0	6	0	0	0	2
08:45 - 09:00	25	66	1	0	6	0	1	0	1
09:00 - 09:15	34	64	1	1	6	1	0	0	2
09:15 - 09:30	25	67	1	0	4	0	0	0	3
09:30 - 09:45	34	72	3	0	6	0	0	0	1
09:45 - 10:00	40	60	3	0	7	0	0	0	1
10:00 - 10:15	50	64	1	0	6	0	0	0	0
10:15 - 10:30	36	67	3	0	6	0	1	0	0
10:30 - 10:45	29	67	2	0	4	0	0	0	3
10:45 - 11:00	36	54	1	0	3	0	0	0	1
11:00 - 11:15	32	44	1	0	6	1	0	0	1
11:15 - 11:30	38	50	5	0	4	0	0	1	1
11:30 - 11:45	27	53	3	0	4	0	0	0	0
11:45 - 12:00	25	61	3	0	5	0	1	1	3
12:00 - 12:15	42	75	3	0	6	0	0	0	0
12:15 - 12:30	4	35	1	0	5	0	0	0	1
12:30 - 12:45	21	53	2	0	7	0	0	0	0
12:45 - 13:00	21	49	1	0	6	0	0	0	1
13:00 - 13:15	23	50	2	0	5	0	1	0	2
13:15 - 13:30	61	64	1	0	7	0	0	0	1
13:30 - 13:45	40	58	1	0	6	0	0	0	0
13:45 - 14:00	36	44	1	0	3	0	0	0	0
14:00 - 14:15	36	45	1	0	5	0	0	0	0
14:15 - 14:30	23	34	1	0	4	0	0	0	1
14:30 - 14:45	27	34	1	1	4	0	0	0	0
14:45 - 15:00	29	48	1	0	5	0	0	0	1
15:00 - 15:15	29	57	1	0	5	0	0	0	1
15:15 - 15:30	29	54	1	0	5	0	0	0	1
15:30 - 15:45	25	63	1	0	6	0	0	0	0
15:45 - 16:00	32	60	3	0	6	0	0	0	1
16:00 - 16:15	27	59	3	0	6	0	1	0	1
16:15 - 16:30	29	62	1	0	6	1	0	0	0
16:30 - 16:45	29	63	1	0	4	0	0	0	0
16:45 - 17:00	50	67	1	0	5	0	0	0	0
17:00 - 17:15	46	69	1	0	3	0	0	0	0
17:15 - 17:30	46	71	1	0	4	0	0	0	0
17:30 - 17:45	36	67	4	0	4	0	0	0	1
17:45 - 18:00	38	55	3	1	4	0	0	0	1
18:00 - 18:15	48	53	4	0	5	0	0	0	0
18:15 - 18:30	34	49	4	0	4	0	0	1	0
18:30 - 18:45	27	69	2	0	6	0	0	1	0
18:45 - 19:00	36	54	1	0	3	1	0	1	0
19:00 - 19:15	38	48	1	0	4	0	0	0	1
19:15 - 19:30	25	48	1	0	3	0	0	0	0
19:30 - 19:45	29	49	1	0	2	0	0	0	1
19:45 - 20:00	21	43	0	0	2	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1766</b>	<b>3035</b>	<b>102</b>	<b>5</b>	<b>266</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>40</b>

**Tabla A. 8: Aforo del día lunes 12/09/2022, Segmento 02 - dirección de viaje B**

HORA	MOTOTAXIS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES
	MOTO LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN
06:30 - 06:45	9	17	1	0	2	0	0	0	2
06:45 - 07:00	9	28	0	0	4	0	0	2	0
07:00 - 07:15	6	50	2	0	7	0	0	0	3
07:15 - 07:30	75	100	8	1	11	1	0	1	0
07:30 - 07:45	99	107	6	0	8	0	0	0	0
07:45 - 08:00	81	115	5	1	10	0	0	0	1
08:00 - 08:15	87	111	4	0	8	0	0	1	1
08:15 - 08:30	24	84	4	0	10	0	0	0	1
08:30 - 08:45	36	96	2	0	8	0	0	0	3
08:45 - 09:00	36	94	2	0	8	0	1	0	1
09:00 - 09:15	48	92	2	1	8	1	0	0	3
09:15 - 09:30	36	95	2	0	6	0	0	0	4
09:30 - 09:45	48	103	4	0	8	0	0	0	1
09:45 - 10:00	57	85	4	0	10	0	0	0	2
10:00 - 10:15	72	92	1	0	8	0	0	0	0
10:15 - 10:30	51	96	4	0	8	0	1	0	0
10:30 - 10:45	42	96	3	0	6	0	0	0	4
10:45 - 11:00	51	77	2	0	4	0	0	0	2
11:00 - 11:15	45	63	1	0	8	1	0	0	2
11:15 - 11:30	54	71	7	0	5	0	0	2	2
11:30 - 11:45	39	75	4	0	5	0	0	0	0
11:45 - 12:00	36	87	4	0	7	0	1	2	4
12:00 - 12:15	60	107	4	0	8	0	0	0	0
12:15 - 12:30	6	50	2	0	7	0	0	0	1
12:30 - 12:45	30	75	3	0	10	0	0	0	0
12:45 - 13:00	30	70	1	0	9	0	0	0	1
13:00 - 13:15	33	72	3	0	7	0	1	0	3
13:15 - 13:30	87	92	2	0	10	0	0	0	2
13:30 - 13:45	57	83	2	0	8	0	0	0	0
13:45 - 14:00	51	63	1	0	4	0	0	0	0
14:00 - 14:15	51	64	1	0	7	0	0	0	0
14:15 - 14:30	33	48	2	0	5	0	0	0	2
14:30 - 14:45	39	48	1	1	6	0	0	0	0
14:45 - 15:00	42	69	2	0	7	0	0	0	2
15:00 - 15:15	42	82	2	0	7	0	0	0	2
15:15 - 15:30	42	77	2	0	7	0	0	0	1
15:30 - 15:45	36	90	2	0	9	0	0	0	0
15:45 - 16:00	45	85	4	0	8	0	0	0	1
16:00 - 16:15	39	84	4	0	9	0	1	0	1
16:15 - 16:30	42	89	2	0	8	1	0	0	0
16:30 - 16:45	42	90	1	0	6	0	0	0	0
16:45 - 17:00	72	96	1	0	7	0	0	0	0
17:00 - 17:15	66	98	1	0	4	0	0	0	0
17:15 - 17:30	66	101	2	0	5	0	0	0	0
17:30 - 17:45	51	96	6	0	6	0	0	0	1
17:45 - 18:00	54	78	4	1	5	0	0	0	1
18:00 - 18:15	69	76	6	0	7	0	0	0	0
18:15 - 18:30	48	70	5	0	5	0	0	2	0
18:30 - 18:45	39	99	3	0	9	0	0	1	0
18:45 - 19:00	51	77	2	0	4	1	0	1	0
19:00 - 19:15	54	69	2	0	6	0	0	0	1
19:15 - 19:30	36	69	1	0	4	0	0	0	0
19:30 - 19:45	42	70	1	0	3	0	0	0	1
19:45 - 20:00	30	61	0	0	3	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>2526</b>	<b>4332</b>	<b>147</b>	<b>5</b>	<b>369</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>56</b>

**Tabla A. 9: Aforo del día lunes 12/09/2022, Segmento 03 - dirección de viaje B**

HORA	MOTOTAXIS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES
	MOTO LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN
06:30 - 06:45	5	9	1	0	1	0	0	0	1
06:45 - 07:00	5	14	0	0	2	0	0	1	0
07:00 - 07:15	3	25	1	0	4	0	0	0	1
07:15 - 07:30	38	50	4	1	6	1	0	1	0
07:30 - 07:45	50	54	3	0	4	0	0	0	0
07:45 - 08:00	41	57	3	1	5	0	0	0	1
08:00 - 08:15	44	56	2	0	4	0	0	1	1
08:15 - 08:30	12	42	2	0	5	0	0	0	1
08:30 - 08:45	18	48	1	0	4	0	0	0	1
08:45 - 09:00	18	47	1	0	4	0	1	0	1
09:00 - 09:15	24	46	1	1	4	1	0	0	1
09:15 - 09:30	18	48	1	0	3	0	0	0	2
09:30 - 09:45	24	51	2	0	4	0	0	0	1
09:45 - 10:00	29	43	2	0	5	0	0	0	1
10:00 - 10:15	36	46	1	0	4	0	0	0	0
10:15 - 10:30	26	48	2	0	4	0	1	0	0
10:30 - 10:45	21	48	1	0	3	0	0	0	2
10:45 - 11:00	26	39	1	0	2	0	0	0	1
11:00 - 11:15	22	32	1	0	4	1	0	0	1
11:15 - 11:30	27	36	4	0	3	0	0	1	1
11:30 - 11:45	19	38	2	0	3	0	0	0	0
11:45 - 12:00	18	44	2	0	4	0	1	1	2
12:00 - 12:15	30	54	2	0	4	0	0	0	0
12:15 - 12:30	3	25	1	0	4	0	0	0	1
12:30 - 12:45	15	38	1	0	5	0	0	0	0
12:45 - 13:00	15	35	1	0	5	0	0	0	1
13:00 - 13:15	17	36	1	0	4	0	1	0	1
13:15 - 13:30	44	46	1	0	5	0	0	0	1
13:30 - 13:45	29	42	1	0	4	0	0	0	0
13:45 - 14:00	26	32	1	0	2	0	0	0	0
14:00 - 14:15	26	32	1	0	4	0	0	0	0
14:15 - 14:30	17	24	1	0	3	0	0	0	1
14:30 - 14:45	19	24	1	1	3	0	0	0	0
14:45 - 15:00	21	34	1	0	4	0	0	0	1
15:00 - 15:15	21	42	1	0	4	0	0	0	1
15:15 - 15:30	21	39	1	0	4	0	0	0	1
15:30 - 15:45	18	45	1	0	5	0	0	0	0
15:45 - 16:00	22	43	2	0	4	0	0	0	1
16:00 - 16:15	19	42	2	0	5	0	1	0	1
16:15 - 16:30	21	44	1	0	4	1	0	0	0
16:30 - 16:45	21	45	1	0	3	0	0	0	0
16:45 - 17:00	36	48	1	0	4	0	0	0	0
17:00 - 17:15	33	49	1	0	2	0	0	0	0
17:15 - 17:30	33	51	1	0	3	0	0	0	0
17:30 - 17:45	26	48	3	0	3	0	0	0	1
17:45 - 18:00	27	39	2	1	3	0	0	0	1
18:00 - 18:15	34	38	3	0	4	0	0	0	0
18:15 - 18:30	24	35	3	0	3	0	0	1	0
18:30 - 18:45	19	50	1	0	5	0	0	1	0
18:45 - 19:00	26	39	1	0	2	1	0	1	0
19:00 - 19:15	27	34	1	0	3	0	0	0	1
19:15 - 19:30	18	34	1	0	2	0	0	0	0
19:30 - 19:45	21	35	1	0	1	0	0	0	1
19:45 - 20:00	15	31	0	0	1	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1268</b>	<b>2174</b>	<b>79</b>	<b>5</b>	<b>194</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>33</b>

**Tabla A. 10: Aforo del día lunes 12/09/2022, Segmento 04 - dirección de viaje B**

HORA	MOTOTAXIS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES
	MOTO LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN
06:30 - 06:45	6	11	1	0	1	0	0	0	1
06:45 - 07:00	6	18	0	0	2	0	0	1	0
07:00 - 07:15	4	32	1	0	5	0	0	0	1
07:15 - 07:30	48	64	5	1	7	1	0	1	0
07:30 - 07:45	64	69	4	0	5	0	0	0	0
07:45 - 08:00	53	74	3	1	7	0	0	0	1
08:00 - 08:15	56	72	2	0	5	0	0	1	1
08:15 - 08:30	15	54	2	0	7	0	0	0	1
08:30 - 08:45	23	62	1	0	5	0	0	0	1
08:45 - 09:00	23	61	1	0	5	0	1	0	1
09:00 - 09:15	31	59	1	1	5	1	0	0	1
09:15 - 09:30	23	61	1	0	4	0	0	0	2
09:30 - 09:45	31	66	2	0	5	0	0	0	1
09:45 - 10:00	37	55	2	0	7	0	0	0	1
10:00 - 10:15	47	59	1	0	5	0	0	0	0
10:15 - 10:30	33	62	2	0	5	0	1	0	0
10:30 - 10:45	27	62	1	0	4	0	0	0	2
10:45 - 11:00	33	50	1	0	2	0	0	0	1
11:00 - 11:15	29	40	1	0	5	1	0	0	1
11:15 - 11:30	34	46	5	0	3	0	0	1	1
11:30 - 11:45	25	48	2	0	3	0	0	0	0
11:45 - 12:00	23	56	2	0	5	0	1	1	2
12:00 - 12:15	39	69	2	0	5	0	0	0	0
12:15 - 12:30	4	32	1	0	5	0	0	0	1
12:30 - 12:45	19	48	1	0	7	0	0	0	0
12:45 - 13:00	19	45	1	0	6	0	0	0	1
13:00 - 13:15	21	47	1	0	5	0	1	0	1
13:15 - 13:30	56	59	1	0	7	0	0	0	1
13:30 - 13:45	37	53	1	0	5	0	0	0	0
13:45 - 14:00	33	40	1	0	2	0	0	0	0
14:00 - 14:15	33	41	1	0	5	0	0	0	0
14:15 - 14:30	21	31	1	0	3	0	0	0	1
14:30 - 14:45	25	31	1	1	4	0	0	0	0
14:45 - 15:00	27	45	1	0	5	0	0	0	1
15:00 - 15:15	27	53	1	0	5	0	0	0	1
15:15 - 15:30	27	50	1	0	5	0	0	0	1
15:30 - 15:45	23	58	1	0	6	0	0	0	0
15:45 - 16:00	29	55	2	0	5	0	0	0	1
16:00 - 16:15	25	54	2	0	6	0	1	0	1
16:15 - 16:30	27	57	1	0	5	1	0	0	0
16:30 - 16:45	27	58	1	0	4	0	0	0	0
16:45 - 17:00	47	62	1	0	5	0	0	0	0
17:00 - 17:15	42	63	1	0	2	0	0	0	0
17:15 - 17:30	42	65	1	0	3	0	0	0	0
17:30 - 17:45	33	62	4	0	4	0	0	0	1
17:45 - 18:00	34	50	2	1	3	0	0	0	1
18:00 - 18:15	45	49	4	0	5	0	0	0	0
18:15 - 18:30	31	45	3	0	3	0	0	1	0
18:30 - 18:45	25	64	1	0	6	0	0	1	0
18:45 - 19:00	33	50	1	0	2	1	0	1	0
19:00 - 19:15	34	45	1	0	4	0	0	0	1
19:15 - 19:30	23	45	1	0	2	0	0	0	0
19:30 - 19:45	27	45	1	0	1	0	0	0	1
19:45 - 20:00	19	39	0	0	1	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1625</b>	<b>2791</b>	<b>84</b>	<b>5</b>	<b>238</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>33</b>

**Tabla A. 11: Aforo del día lunes 12/09/2022, Segmento 05 - dirección de viaje B**

HORA	MOTOTAXIS		VEHÍCULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES
	MOTO LINEAL	MOTOTAXIS	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN
06:30 - 06:45	6	12	1	0	2	0	0	0	2
06:45 - 07:00	6	19	0	0	2	0	0	2	0
07:00 - 07:15	5	35	2	0	5	0	0	0	2
07:15 - 07:30	52	70	5	1	8	1	0	1	0
07:30 - 07:45	69	76	5	0	5	0	0	0	0
07:45 - 08:00	58	81	3	1	7	0	0	0	1
08:00 - 08:15	62	78	2	0	5	0	0	1	1
08:15 - 08:30	17	59	2	0	7	0	0	0	1
08:30 - 08:45	26	68	2	0	5	0	0	0	2
08:45 - 09:00	26	66	2	0	5	0	1	0	1
09:00 - 09:15	33	65	2	1	5	1	0	0	2
09:15 - 09:30	26	67	2	0	5	0	0	0	2
09:30 - 09:45	33	72	2	0	5	0	0	0	1
09:45 - 10:00	41	60	2	0	7	0	0	0	2
10:00 - 10:15	51	65	1	0	5	0	0	0	0
10:15 - 10:30	36	68	2	0	5	0	1	0	0
10:30 - 10:45	30	68	2	0	5	0	0	0	2
10:45 - 11:00	36	54	2	0	2	0	0	0	2
11:00 - 11:15	32	44	1	0	5	1	0	0	2
11:15 - 11:30	37	50	5	0	3	0	0	2	2
11:30 - 11:45	27	52	2	0	3	0	0	0	0
11:45 - 12:00	26	62	2	0	5	0	1	2	2
12:00 - 12:15	43	76	2	0	5	0	0	0	0
12:15 - 12:30	5	35	2	0	5	0	0	0	1
12:30 - 12:45	21	52	2	0	7	0	0	0	0
12:45 - 13:00	21	49	1	0	6	0	0	0	1
13:00 - 13:15	23	51	2	0	5	0	1	0	2
13:15 - 13:30	62	65	2	0	7	0	0	0	2
13:30 - 13:45	57	59	2	0	5	0	0	0	0
13:45 - 14:00	36	44	1	0	2	0	0	0	0
14:00 - 14:15	36	45	1	0	5	0	0	0	0
14:15 - 14:30	23	33	2	0	3	0	0	0	2
14:30 - 14:45	27	33	1	1	5	0	0	0	0
14:45 - 15:00	30	49	2	0	5	0	0	0	2
15:00 - 15:15	30	59	2	0	5	0	0	0	2
15:15 - 15:30	30	54	2	0	5	0	0	0	1
15:30 - 15:45	26	63	2	0	6	0	0	0	0
15:45 - 16:00	32	60	2	0	5	0	0	0	1
16:00 - 16:15	27	59	2	0	6	0	1	0	1
16:15 - 16:30	30	62	2	0	5	1	0	0	0
16:30 - 16:45	30	63	1	0	5	0	0	0	0
16:45 - 17:00	51	68	1	0	5	0	0	0	0
17:00 - 17:15	46	68	1	0	2	0	0	0	0
17:15 - 17:30	46	71	2	0	3	0	0	0	0
17:30 - 17:45	36	68	5	0	5	0	0	0	1
17:45 - 18:00	37	54	2	1	3	0	0	0	1
18:00 - 18:15	49	53	5	0	5	0	0	0	0
18:15 - 18:30	33	49	3	0	3	0	0	2	0
18:30 - 18:45	27	69	2	0	6	0	0	1	0
18:45 - 19:00	36	54	2	0	2	1	0	1	0
19:00 - 19:15	37	49	2	0	5	0	0	0	1
19:15 - 19:30	26	49	1	0	2	0	0	0	0
19:30 - 19:45	30	49	1	0	2	0	0	0	1
19:45 - 20:00	21	43	0	0	2	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1799</b>	<b>3046</b>	<b>109</b>	<b>5</b>	<b>248</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>46</b>

**Anexo C: Tablas Utilizadas**

**Tabla A. 12: Demoras en el carril derecho**

N° Veh.	DEMORAS EN EL CARRIL DERECHO									
	SEGMENTO 1		SEGMENTO 2		SEGMENTO 3		SEGMENTO 4		SEGMENTO 5	
	Direcc. A	Direcc. B	Direcc. A	Direcc. B	Direcc. A	Direcc. B	Direcc. A	Direcc. B	Direcc. A	Direcc. B
1	10.73	8.99	6.18	8.15	5.47	6.63	10.17	10.04	10.67	10.79
2	10.32	10.35	6.78	7.7	4.52	6.35	10.48	11.8	8.81	10.33
3	7.68	10.44	7.98	7.37	5.13	6.37	9.54	8.49	10.01	10.37
4	12.05	10.58	8.58	6.78	6.7	6.23	12.45	11.57	13.08	10.14
5	10.94	10.61	8.75	6.65	6.18	6.07	11.51	10.54	12.07	9.88
6	10.02	8.45	7.38	7.29	5.23	5.75	9.72	10.7	10.21	9.36
7	11.45	8.84	6.93	7.47	4.84	5.53	12.1	10.27	9.44	8.99
8	10.41	9.38	8.96	7.59	4.55	5.45	8.46	10.27	8.87	8.86
9	11.06	10.02	8.49	8.42	6.35	4.87	11.8	9.07	12.39	7.92
10	9.95	11.16	8.13	8.3	6.51	4.55	12.1	10.17	12.7	7.4
11	10.38	11.55	8	8.16	6.09	5.31	9.66	9.89	11.87	8.64
12	11.27	9.23	7.47	8.03	6.54	5.47	12.17	10.17	12.76	8.9
13	9.17	9.57	6.68	7.4	6.63	5.66	12.34	10.54	12.94	9.21
14	9.71	9.66	7.13	7.31	4.52	6.07	8.42	11.28	8.83	9.88
15	9.8	11.22	7.17	6.12	4.99	5.08	10.47	9.43	9.74	8.26
16	12.75	11.37	7.86	6.86	4.91	5.53	9.11	10.27	9.58	8.99
17	10.97	11.04	7.56	7.43	5.36	5.68	11.1	10.56	10.45	9.23
18	10.16	8.96	7.43	8.51	5.48	6.63	10.18	10.49	10.69	10.79
19	10.47	10.79	7.59	8.43	5.87	5.46	10.92	10.13	11.46	8.87
20	11.43	11.58	8.93	7.46	5.95	4.52	10.6	9.63	11.62	7.34
<b>DEMORA PROMEDIO</b>	<b>10.54</b>	<b>10.19</b>	<b>7.70</b>	<b>7.57</b>	<b>5.59</b>	<b>5.66</b>	<b>10.67</b>	<b>10.27</b>	<b>10.91</b>	<b>9.21</b>

Tabla A. 13: Demoras en el carril Izquierdo

N° Veh.	DEMORAS EN EL CARRIL DERECHO									
	SEGMENTO 1		SEGMENTO 2		SEGMENTO 3		SEGMENTO 4		SEGMENTO 5	
	Direcc. A	Direcc. B	Direcc. A	Direcc. B	Direcc. A	Direcc. B	Direcc. A	Direcc. B	Direcc. A	Direcc. B
1	6.18	8.15	7.32	7.23	8.8	7.38	3.66	4.83	11	4.61
2	6.78	7.7	7.55	8.51	8.46	8.5	4.01	4.56	10.58	5.31
3	7.98	7.37	6.87	6.14	6.3	6.43	4.73	4.37	7.88	4.02
4	7.55	7.56	8.97	8.34	6.5	8.67	5.09	4.01	8.12	5.42
5	8.75	7.64	8.28	7.59	8.98	8.7	5.19	3.94	11.22	5.44
6	7.38	7.29	7.01	7.7	8.22	6.93	4.38	4.32	10.28	4.33
7	6.93	7.47	8.72	7.4	9.39	8.05	4.1	4.42	11.74	5.03
8	8.96	7.59	6.09	7.4	8.54	7.7	5.31	4.5	10.68	4.81
9	7.43	7.01	8.51	6.53	6.54	8.22	5.04	4.98	8.18	5.14
10	8.13	8.3	8.72	7.32	8.16	9.15	4.82	4.92	10.2	5.72
11	8	8.16	6.95	7.11	8.51	9.47	4.75	4.84	10.64	5.92
12	7.47	6.78	8.76	7.32	9.25	7.57	4.42	4.76	11.56	4.73
13	6.68	7.4	8.88	7.58	7.52	7.86	3.96	4.38	9.4	4.91
14	7.62	8.93	6.06	8.13	7.79	7.92	4.22	4.33	9.74	4.95
15	7.17	7.98	7.53	6.8	8.03	9.2	4.25	3.63	10.04	5.75
16	7.86	6.86	6.57	7.4	6.45	7.55	4.66	4.07	8.06	4.72
17	7.56	7.43	8	7.61	8.99	9.06	4.49	4.4	11.24	5.66
18	7.43	6.08	7.34	7.56	8.34	7.34	4.4	5.04	10.42	4.59
19	7.52	8.43	7.86	7.31	8.59	8.85	4.5	5	10.74	5.53
20	7.37	7.46	7.64	6.93	9.38	6.45	5.29	4.42	11.72	4.03
<b>DEMORA PROMEDIO</b>	7.54	7.58	7.68	7.40	8.14	8.05	4.56	4.49	10.17	5.031

## Anexo D: Certificado de calibración de equipos

 <b>COSOLA GROUP</b> S.A.C. www.cosola.com / www.cosola.net	Av. Petit Thouars 1439, Santa Beatriz - Lima - Perú Telfs.: 01-265-0096 / 01-265-1001 E-Mail: cosola@cosola.com											
	<b>CERTIFICADO DE CALIBRACION</b>											
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>												
Nombre : ESTACION TOTAL Marca : TRIMBLE Modelo : M3 DR 5" Serie : D 051013	Precisión Angular : 05" Lectura mínima : 1"/5"/10" Precisión de distancia : (2+2 ppm x D) mm No-Prisma: (3+2 ppm x D) mm Aumento : 30x Medición sin Prisma : 1.5 m a 250 m. Medición con Prisma : 1.5 a 3000 m.c/01 prisma Lectura mínima : 1.5 m											
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACION</b>												
Nro. : 009-439/22 Fecha : 10/12/2022												
<b>ENTIDAD CERTIFICADORA: COSOLA GROUP S.A.C.</b>												
<b>METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES</b>												
<p>Para controlar y calibrar los ángulos se contrastan con un colimador TOPCON con telescopio de 40x en cuyo retículo enfocado al infinito, el grosor de sus trazos está dentro de 01"; que es patronado periódicamente por un teodolito KERN modelo DKM 2A precisión al 01" con el método de lectura Directa-Inversa.</p> <p>Para controlar y calibrar la constante promedio en las Distancias se hacen las mediciones en una base establecida con una Estación Total Marca TOPCON modelo GPT-3002W nueva de precisión en distancia de +/- (2mm + 2 ppm x D) m.s.e. = línea de la medida.</p> <p>El control angular se ejecuta en la base soporte metálica fijada en cemento específico a influencias del clima y enfocados los retículos al infinito.</p> <p>Las distancias son medidas con la Estación total instalada en una base fijada en la pared y el prisma estacionado sobre un trípode KERN de bastón centrador en cada punto de control establecido, tomando en consideración la temperatura y la presión atmosférica.</p>												
<table border="1"> <tr> <th>TEMPERATURA LABORATORIO</th> <th>HUMEDAD RELATIVA LABORATORIO</th> <th>PRES. ATM.</th> </tr> <tr> <td>24° CELSIUS</td> <td>57%</td> <td>760 mm Hg</td> </tr> </table>	TEMPERATURA LABORATORIO	HUMEDAD RELATIVA LABORATORIO	PRES. ATM.	24° CELSIUS	57%	760 mm Hg						
TEMPERATURA LABORATORIO	HUMEDAD RELATIVA LABORATORIO	PRES. ATM.										
24° CELSIUS	57%	760 mm Hg										
<table border="1"> <tr> <th>MEDICIONES DE PATRON</th> <th>MEDICIONES ANGULARES</th> <th>DIF.</th> </tr> <tr> <td>ANG. HZ: 00°00'00" / 180°00'00"</td> <td>00°00'00" / 180°00'00"</td> <td>00"</td> </tr> <tr> <td>ANG. V: 90°00'00" / 270°00'00"</td> <td>90°00'00" / 270°00'00"</td> <td>00"</td> </tr> </table>	MEDICIONES DE PATRON	MEDICIONES ANGULARES	DIF.	ANG. HZ: 00°00'00" / 180°00'00"	00°00'00" / 180°00'00"	00"	ANG. V: 90°00'00" / 270°00'00"	90°00'00" / 270°00'00"	00"			
MEDICIONES DE PATRON	MEDICIONES ANGULARES	DIF.										
ANG. HZ: 00°00'00" / 180°00'00"	00°00'00" / 180°00'00"	00"										
ANG. V: 90°00'00" / 270°00'00"	90°00'00" / 270°00'00"	00"										
<b>INCERTIDUMBRE : ANGULARES +/- 05" Distancias +/- 03mm</b>												
<b>NORMA APLICADA</b>												
Desviación estándar basada en la norma DIN 18723 ISO 17123-4 para la Estación Total M3 DR 5" fabricada por TRIMBLE.												
<b>CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>												
<table border="1"> <tr> <th>Fecha</th> <th>Mantenimiento</th> <th>Calibración</th> <th>Próxima Calibración</th> <th>Observación</th> </tr> <tr> <td>10/12/2022</td> <td></td> <td>X</td> <td>12 meses</td> <td>% 100 OPERATIVO</td> </tr> </table>	Fecha	Mantenimiento	Calibración	Próxima Calibración	Observación	10/12/2022		X	12 meses	% 100 OPERATIVO		
Fecha	Mantenimiento	Calibración	Próxima Calibración	Observación								
10/12/2022		X	12 meses	% 100 OPERATIVO								
<table border="1"> <tr> <th>Responsable de Verificación</th> <th>Propietario</th> <th>Obra</th> </tr> <tr> <td>           COSOLA GROUP S.A.C.             COSOLA GROUP S.A.C.            Pedro Andia Girao            Gerente Técnico            Firma y Sello         </td> <td>           JEAN MARCOS JERALDO CORREA PEREZ            DNI: 70040930         </td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Firma y Sello</td> <td></td> </tr> </table>	Responsable de Verificación	Propietario	Obra	COSOLA GROUP S.A.C.  COSOLA GROUP S.A.C. Pedro Andia Girao Gerente Técnico Firma y Sello	JEAN MARCOS JERALDO CORREA PEREZ DNI: 70040930			Firma y Sello				
Responsable de Verificación	Propietario	Obra										
COSOLA GROUP S.A.C.  COSOLA GROUP S.A.C. Pedro Andia Girao Gerente Técnico Firma y Sello	JEAN MARCOS JERALDO CORREA PEREZ DNI: 70040930											
	Firma y Sello											



COSOLA GROUP SAC  
Av. Du Petit Thouars Nro. 1439 - Lima  
E-mail: [cosola@cosola.com](mailto:cosola@cosola.com)  
Web: [www.cosola.com](http://www.cosola.com)  
Telf. (01) 3081396 / (01) 6056902

**FACTURA ELECTRÓNICA**  
RUC: 20600722299  
N° F001-8428

SEÑOR(ES): OLANO RUBIO JHOSVER

FECHA DE EMISIÓN: 03/09/2020

RUC 10468702407

FECHA DE VENCIMIENTO: 03/09/2020

DIRECCIÓN: JAEN

COND. DE VENTA: Al contado

PROVINCIA: JAEN

DISTRITO: JAEN

CANTIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	VALOR U.	Desc. %	Total
1	159915778339310	GPS GARMIN map 64X Serie:65J008724	S/ 1,436	0.0 %	S/ 1,436.00

SON: UN MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y SEIS CON 00/100 SOLES



OP. GRAVADAS:	S/ 1,216.95
OP. EXONERADA:	S/ 0.00
IGV :	S/ 219.05
<b>IMPORTE TOTAL:</b>	<b>S/ 1,436.00</b>

Consulta tu boleta en <https://tuboleta.bsale.com.pe>  
Contrata Factura Electronica en [www.bsale.com.pe](http://www.bsale.com.pe)

## Anexo E: Data Topográfica (Coordenadas UTM)

COORDENADAS UTM – WGS84 Datum 17S					COORDENADAS UTM – WGS84 Datum 17S				
PTO	ESTE	NORTE	COTA	DES.	PTO	ESTE	NORTE	COTA	DES.
1	743142.60	9367873.30	725.30	E1	303	743018.60	9368091.50	728.10	ARBOL
2	743138.10	9367872.40	725.40	SAR	304	743018.40	9368096.50	728.20	ARBOL
3	743132.50	9367870.30	725.40	SAR	305	743018.30	9368101.50	728.30	pase
4	743127.90	9367869.40	725.50	SAR	306	743016.70	9368111.50	728.60	pase
5	743122.30	9367869.60	725.50	SAR	307	743016.40	9368119.10	728.50	pase
6	743121.10	9367873.00	725.50	SAR	308	743013.60	9368129.20	728.50	pase
7	743123.20	9367877.50	725.40	SAR	309	743010.90	9368135.60	728.50	ARBOL
8	743128.90	9367881.70	725.40	SAR	310	743008.30	9368140.70	728.50	ARBOL
9	743133.40	9367883.80	725.30	SAR	311	743004.50	9368145.90	728.50	anuncio
10	743133.40	9367880.40	725.30	SAR	312	742999.60	9368149.90	728.50	ARBOL
11	743136.90	9367879.20	725.30	SAR	313	742995.90	9368151.20	728.60	ARBOL
12	743134.60	9367881.50	725.30	SAR	314	742991.30	9368148.80	728.80	ARBOL
13	743133.40	9367885.00	725.30	SAR	315	742987.90	9368142.50	729.10	CARTEL
14	743139.00	9367889.30	725.20	SAR	316	742983.20	9368141.40	729.30	E4
15	743142.40	9367890.30	725.20	SAR	317	742978.50	9368140.30	729.40	E5
16	743145.80	9367891.30	725.20	SAR	318	742972.50	9368140.40	729.60	VEREDA
17	743150.40	9367891.10	725.20	SAR	319	742967.70	9368140.50	729.80	VEREDA
18	743155.00	9367887.50	725.20	SAR	320	742964.40	9368135.60	730.00	VEREDA
19	743156.20	9367884.10	725.20	SAR	321	742964.70	9368130.50	730.10	VEREDA
20	743156.20	9367877.30	725.20	SAR	322	742968.30	9368129.20	730.00	CAS
21	743156.30	9367870.50	725.30	SAR	323	742976.70	9368128.90	729.70	CAS
22	743156.30	9367864.90	725.30	SAR	324	742982.60	9368128.80	729.50	CAS
23	743155.20	9367860.50	725.30	SAR	325	742988.50	9368131.10	729.30	CAS
24	743155.30	9367854.90	725.30	SAR	326	742991.90	9368134.80	729.10	CAS
25	743162.10	9367853.60	725.30	SAR	327	742996.40	9368139.80	728.90	POSTE
26	743167.70	9367852.20	725.20	SAR	328	743000.00	9368139.70	728.70	PISTA
27	743173.40	9367850.90	725.20	SAR	329	743007.10	9368142.00	728.50	PISTA
28	743177.90	9367848.50	725.10	SAR	330	743010.60	9368143.20	728.30	SAR
29	743181.30	9367851.70	725.10	POSTE	331	743016.50	9368145.60	728.00	SAR
30	743184.70	9367856.00	725.10	POSTE	332	743017.50	9368150.70	727.90	SAR
31	743184.70	9367859.40	725.10	CARTEL	333	743017.30	9368157.10	727.80	SAR
32	743184.70	9367865.00	725.10	CARTEL	334	743015.80	9368164.80	727.70	SAR
33	743182.40	9367869.60	725.10	CARTEL	335	743013.40	9368164.80	727.80	SAR
34	743179.00	9367874.20	725.10	CARTEL	336	743006.30	9368162.50	728.00	SAR
35	743176.70	9367877.70	725.10	CARTEL	337	743005.30	9368157.40	728.20	CARTEL
36	743174.40	9367883.40	725.10	CARTEL	338	743001.90	9368152.40	728.40	CARTEL
37	743171.00	9367888.00	725.10	BZ	339	742997.30	9368147.40	728.70	CARTEL
38	743170.90	9367891.40	725.10	POSTE	340	742995.10	9368143.60	728.80	VEREDA
39	743168.60	9367894.90	725.10	POSTE	341	742992.70	9368142.40	728.90	VEREDA
40	743168.60	9367902.90	725.10	POSTE	342	742986.90	9368140.00	729.20	CAS
41	743168.60	9367909.80	725.10	POSTE	343	742985.80	9368136.30	729.30	CAS
42	743168.50	9367917.80	725.00	SAR	344	742993.00	9368137.30	729.00	CAS
43	743168.50	9367922.50	725.00	SAR	345	743001.20	9368139.70	728.70	VEREDA
44	743168.40	9367928.20	725.00	SAR	346	743007.10	9368142.00	728.50	SAR
45	743167.20	9367932.90	724.90	SAR	347	743010.50	9368145.80	728.30	SAR
46	743166.00	9367939.90	724.80	SAR	348	743010.30	9368150.90	728.20	POSTE
47	743163.70	9367944.70	724.70	SAR	349	743007.90	9368150.90	728.20	VEREDA
48	743161.30	9367949.50	724.60	SAR	350	743003.10	9368151.00	728.40	VEREDA
49	743159.00	9367954.20	724.50	SAR	351	742998.30	9368152.40	728.50	CAS
50	743157.80	9367960.20	724.40	SAR	352	742994.50	9368156.40	728.60	CAS
51	743155.40	9367966.20	724.30	SAR	353	742991.90	9368161.60	728.50	CAS
52	743149.60	9367967.60	724.30	BZ	354	742991.70	9368166.70	728.40	VEREDA
53	743144.90	9367964.20	724.40	POSTE	355	742986.50	9368173.20	728.50	VEREDA

COORDENADAS UTM – WGS84 Datum 17S				
PTO	ESTE	NORTE	COTA	DES.
54	743147.40	9367951.20	724.60	ARBOL
55	743147.50	9367947.70	724.70	ARBOL
56	743147.50	9367940.70	724.80	ARBOL
57	743147.60	9367934.90	724.90	ARBOL
58	743148.80	9367930.20	725.00	ARBOL
59	743153.50	9367925.40	725.00	ARBOL
60	743154.70	9367919.50	725.00	ARBOL
61	743154.70	9367913.80	725.10	ARBOL
62	743154.80	9367909.20	725.10	SAR
63	743156.00	9367903.40	725.10	SAR
64	743158.30	9367898.70	725.10	SAR
65	743159.50	9367893.00	725.10	SAR
66	743153.80	9367893.20	725.20	SAR
67	743149.20	9367895.70	725.20	SAR
68	743145.70	9367902.70	725.10	SAR
69	743143.30	9367908.50	725.10	SAR
70	743141.00	9367912.00	725.10	SAR
71	743139.80	9367917.80	725.10	SAR
72	743137.40	9367922.50	725.00	SAR
73	743137.30	9367927.20	725.00	SAR
74	743137.20	9367936.40	724.90	SAR
75	743137.10	9367944.60	724.80	SAR
76	743137.00	9367950.40	724.70	ARBOL
77	743139.30	9367953.90	724.60	BZ
78	743146.20	9367954.80	724.60	ARBOL
79	743149.70	9367951.10	724.60	ARBOL
80	743154.40	9367943.90	724.70	ARBOL
81	743158.00	9367939.10	724.80	POSTE AL
82	743158.00	9367934.40	724.90	ARBOL
83	743158.00	9367929.80	725.00	CARTEL
84	743158.10	9367925.20	725.00	CARTEL
85	743158.10	9367919.40	725.00	CARTEL
86	743160.50	9367913.60	725.10	POSTE
87	743160.50	9367907.80	725.10	VEREDA
88	743162.90	9367902.00	725.10	CAS
89	743162.90	9367895.10	725.10	VEREDA
90	743163.00	9367888.30	725.10	VEREDA
91	743163.00	9367882.70	725.20	VEREDA
92	743164.20	9367877.00	725.20	SAR
93	743163.00	9367878.20	725.20	SAR
94	743159.60	9367883.90	725.20	CAS
95	743157.30	9367888.50	725.20	SAR
96	743153.80	9367893.20	725.20	VEREDA
97	743152.60	9367895.60	725.20	CAS
98	743150.30	9367902.50	725.10	POSTE
99	743146.80	9367907.20	725.10	SAR
100	743145.60	9367911.80	725.10	VEREDA
101	743144.40	9367915.30	725.10	CAS
102	743142.00	9367920.00	725.00	SAR
103	743139.60	9367927.10	725.00	POSTE
104	743137.20	9367933.00	724.90	TSIN
105	743147.40	9367951.20	724.60	G UNION PITA
106	743147.50	9367947.70	724.70	G UNION PITA
107	743147.50	9367940.70	724.80	CASA
108	743147.60	9367934.90	724.90	CASA

COORDENADAS UTM – WGS84 Datum 17S				
PTO	ESTE	NORTE	COTA	DES.
356	742958.00	9368234.30	728.70	SAR
357	742944.10	9368241.40	729.20	POSTE
358	742944.40	9368236.10	729.10	POSTE
359	742944.70	9368229.50	729.10	POSTE
360	742945.10	9368222.90	729.10	VEREDA
361	742948.10	9368213.50	729.00	CAS
362	742953.30	9368208.10	728.90	SAR
363	742957.30	9368201.40	728.80	SAR
364	742961.30	9368194.80	728.80	SAR
365	742961.30	9368193.50	728.80	CEMAFORO
366	742966.70	9368182.90	728.90	SAR
367	742970.60	9368177.60	728.90	ARBOL
368	742972.00	9368175.00	728.90	ARBOL
369	742974.90	9368165.90	729.00	CARTEL
370	742977.60	9368159.40	729.10	CARTEL
371	742977.90	9368153.00	729.20	CARTEL
372	742980.50	9368147.80	729.20	ARBOL
373	742983.30	9368140.10	729.30	ARBOL
374	742985.90	9368135.00	729.30	ARBOL
375	742990.90	9368129.80	729.30	ARBOL
376	742994.30	9368133.50	729.10	ARBOL
377	742994.10	9368138.60	729.00	ARBOL
378	742993.80	9368144.90	728.80	ARBOL
379	742991.30	9368148.80	728.80	SAR
380	742988.70	9368151.40	728.90	SAR
381	742983.60	9368157.90	728.90	A
382	742982.30	9368161.80	728.80	ARBOL
383	742979.60	9368168.30	728.80	SAR
384	742979.30	9368173.50	728.70	SAR
385	742976.60	9368180.00	728.60	SAR
386	742973.90	9368184.00	728.60	POSTE
387	742970.00	9368189.30	728.70	VEREDA
388	742964.80	9368196.00	728.70	CAS
389	742963.30	9368202.60	728.60	VEREDA
390	742961.90	9368206.50	728.60	VEREDA
391	742960.40	9368211.80	728.60	VEREDA
392	742958.80	9368218.50	728.70	VEREDA
393	742956.10	9368222.50	728.80	POSTE
394	742950.80	9368230.60	728.90	CAS
395	742947.00	9368232.10	729.10	CAS
396	742941.90	9368236.20	729.20	VEREDA
397	742937.10	9368235.00	729.40	VEREDA
398	742929.80	9368234.00	729.60	CAS
399	742920.10	9368231.70	729.90	CAS
400	742917.70	9368231.80	730.00	CAS
401	742924.60	9368239.40	729.80	CAS
402	742929.30	9368243.30	729.60	POSTE
403	742932.60	9368248.40	729.50	POSTE
404	742939.80	9368252.20	729.30	E6
405	742947.20	9368251.90	729.10	E7
406	742952.10	9368251.80	728.90	E7
407	742958.20	9368254.20	728.70	VEREDA
408	742964.20	9368256.70	728.50	VEREDA
409	742969.00	9368259.20	728.40	VEREDA
410	742973.60	9368265.80	728.20	VEREDA

COORDENADAS UTM – WGS84 Datum 17S				
PTO	ESTE	NORTE	COTA	DES.
109	743143.30	9367910.80	725.10	G U PISTA
110	743142.20	9367906.30	725.10	CAS
111	743142.30	9367900.50	725.20	POSTE
112	743142.40	9367893.70	725.20	POSTE
113	743141.30	9367891.50	725.20	SAR
114	743135.50	9367894.00	725.20	CANALETA
115	743133.20	9367898.60	725.20	CANALETA
116	743133.10	9367903.20	725.20	CAS
117	743131.90	9367909.00	725.10	VEREDA
118	743129.50	9367913.60	725.10	SAR
119	743129.40	9367920.50	725.10	SAR
120	743129.30	9367925.20	725.00	SAR
121	743126.90	9367928.70	725.00	SAR
122	743126.80	9367934.50	724.90	SAR
123	743121.00	9367939.40	724.90	VEREDA
124	743119.70	9367945.30	724.80	SAR
125	743118.50	9367950.00	724.70	CAS
126	743114.90	9367953.70	724.70	VEREDA
127	743110.20	9367957.40	724.70	SAR
128	743109.00	9367959.80	724.60	POSTE
129	743103.10	9367965.80	724.60	CAS
130	743100.70	9367969.50	724.60	CAS
131	743096.00	9367972.00	724.70	VEREDA
132	743091.40	9367972.10	724.90	SAR
133	743084.40	9367972.40	725.10	SAR
134	743079.70	9367974.90	725.20	SAR
135	743079.60	9367979.60	725.20	SAR
136	743081.80	9367984.20	725.00	SAR
137	743087.60	9367984.10	724.90	SAR
138	743093.40	9367983.90	724.70	D ALTA
139	743099.20	9367982.50	724.50	CAS
140	743103.90	9367982.40	724.40	VEREDA
141	743109.70	9367983.40	724.30	SAR
142	743112.00	9367982.10	724.30	SAR
143	743111.00	9367976.20	724.40	SAR
144	743108.80	9367971.60	724.50	SAR
145	743104.10	9367970.50	724.50	SAR
146	743101.90	9367969.40	724.60	SAR
147	743093.70	9367969.70	724.80	SAR
148	743089.20	9367966.30	725.00	SAR
149	743087.00	9367962.90	725.10	VEREDA
150	743084.80	9367959.40	725.20	D PARQ
151	743079.00	9367959.60	725.40	SAR
152	743081.20	9367961.90	725.30	SAR
153	743084.60	9367964.10	725.20	SAR
154	743090.30	9367967.50	724.90	SAR
155	743093.70	9367969.70	724.80	VEREDA
156	743095.90	9367975.50	724.70	POSTE
157	743098.10	9367981.40	724.50	SEÑALIZACION
158	743102.70	9367984.80	724.40	SAR
159	743107.30	9367984.60	724.40	SAR
160	743112.00	9367983.30	724.30	SAR
161	743112.10	9367978.50	724.40	SAR
162	743112.30	9367971.40	724.50	SAR
163	743112.40	9367964.30	724.60	SAR

COORDENADAS UTM – WGS84 Datum 17S				
PTO	ESTE	NORTE	COTA	DES.
411	742950.40	9368237.20	729.00	CAS
412	742944.40	9368234.80	729.10	VEREDA
413	742939.60	9368233.60	729.30	VEREDA
414	742933.50	9368233.80	729.50	CAS
415	742928.70	9368231.40	729.70	CAS
416	742922.80	9368227.60	729.80	VEREDA
417	742916.70	9368227.80	730.00	VEREDA
418	742914.10	9368230.60	730.10	VEREDA
419	742917.60	9368233.10	730.00	CAS
420	742923.50	9368236.80	729.80	POSTE
421	742929.40	9368240.60	729.60	POSTE
422	742934.10	9368244.40	729.50	SAR
423	742938.80	9368248.20	729.30	CAS
424	742943.70	9368249.40	729.20	VEREDA
425	742952.30	9368249.10	728.90	CAS
426	742960.90	9368248.80	728.60	SAR
427	742963.30	9368248.70	728.50	CAS
428	742972.10	9368244.50	728.20	VEREDA
429	742984.40	9368244.10	727.80	POSTE
430	742985.50	9368248.10	727.80	POSTE
431	742980.40	9368252.20	728.00	POSTE
432	742976.60	9368253.70	728.10	VEREDA
433	742970.50	9368253.90	728.30	CAS
434	742964.30	9368254.00	728.50	CAS
435	742959.50	9368251.50	728.70	SAR
436	742954.80	9368247.70	728.80	ARBOL
437	742948.70	9368246.60	729.00	ARBOL
438	742944.10	9368241.40	729.20	ARBOL
439	742942.80	9368242.80	729.20	ARBOL
440	742941.00	9368252.10	729.30	ARBOL
441	742939.70	9368254.90	729.30	ARBOL
442	742938.10	9368261.60	729.40	ARBOL
443	742936.60	9368265.70	729.40	ARBOL
444	742934.90	9368273.80	729.50	PASADIZO
445	742933.20	9368281.80	729.50	PASADIZO
446	742931.80	9368285.90	729.60	PASADIZO
447	742928.90	9368294.10	729.70	PASADIZO
448	742928.70	9368298.10	729.60	ARBOL
449	742924.30	9368308.00	729.30	ARBOL
450	742921.30	9368315.10	729.00	ARBOL
451	742921.00	9368319.30	728.70	ARBOL
452	742919.20	9368326.40	728.40	ARBOL
453	742917.40	9368334.90	728.00	ARBOL
454	742912.00	9368340.70	727.90	SAR
455	742905.80	9368340.80	728.20	SAR
456	742901.70	9368345.10	728.20	SAR
457	742893.80	9368351.00	728.30	SAR
458	742888.50	9368355.30	728.30	SAR
459	742885.60	9368361.10	728.30	SAR
460	742885.00	9368368.20	728.00	SAR
461	742887.00	9368375.30	727.60	CEMAF
462	742889.20	9368380.80	727.30	CEMAF
463	742895.20	9368384.90	726.70	CAS
464	742902.60	9368387.60	726.10	VEREDA
465	742906.60	9368383.30	726.10	CAS

COORDENADAS UTM – WGS84 Datum 17S				
PTO	ESTE	NORTE	COTA	DES.
164	743094.10	9367956.80	724.90	SAR
165	743093.90	9367963.80	724.90	SAR
166	743097.30	9367967.20	724.70	SAR
167	743101.90	9367968.20	724.60	SAR
168	743105.40	9367965.80	724.60	VEREDA
169	743110.10	9367962.10	724.60	POSTE
170	743113.70	9367957.20	724.60	SAR
171	743116.20	9367950.10	724.70	SAR
172	743116.20	9367945.40	724.80	SAR
173	743115.20	9367939.60	724.90	SAR
174	743115.30	9367935.00	724.90	SAR
175	743121.10	9367933.60	724.90	SAR
176	743124.50	9367933.50	724.90	SAR
177	743126.80	9367936.90	724.90	ARBOL
178	743126.70	9367941.50	724.80	SAR
179	743122.00	9367948.70	724.70	ARBOL
180	743119.60	9367953.50	724.70	SAR
181	743118.30	9367957.00	724.60	ARBOL
182	743114.70	9367964.20	724.60	SAR
183	743112.30	9367970.20	724.50	SAR
184	743108.60	9367977.50	724.40	SAR
185	743106.30	9367979.90	724.40	SAR
186	743101.50	9367984.80	724.40	SAR
187	743096.80	9367987.30	724.50	SAR
188	743093.30	9367989.80	724.60	SAR
189	743089.70	9367993.50	724.70	SAR
190	743087.30	9367997.10	724.70	SAR
191	743082.50	9368002.10	724.80	SAR
192	743081.30	9368003.30	724.90	SAR
193	743075.40	9368008.20	725.00	SAR
194	743071.80	9368011.90	725.10	SAR
195	743068.10	9368018.10	725.10	POSTE
196	743065.60	9368025.30	725.20	SAR
197	743064.30	9368030.20	725.30	SAR
198	743062.90	9368035.10	725.40	CARTEL
199	743061.60	9368040.00	725.50	CARTEL
200	743065.00	9368046.00	725.40	CARTEL
201	743071.00	9368040.90	725.20	SAR
202	743075.80	9368034.70	724.90	SAR
203	743078.30	9368029.80	724.80	SAR
204	743080.80	9368023.70	724.70	SAR
205	743082.10	9368018.80	724.70	SAR
206	743084.60	9368012.80	724.60	SAR
207	743087.10	9368006.70	724.60	SAR
208	743087.20	9368000.70	724.70	SAR
209	743089.60	9367998.30	724.60	SAR
210	743089.80	9367991.10	724.70	SAR
211	743092.20	9367985.10	724.70	SAR
212	743092.30	9367980.40	724.70	SAR
213	743088.90	9367978.10	724.90	SAR
214	743086.50	9367980.60	724.90	SAR
215	743082.90	9367987.80	725.00	ARBOL
216	743081.50	9367994.90	724.90	ARBOL
217	743079.00	9368002.20	724.90	ARBOL
218	743077.70	9368008.20	724.90	ARBOL

COORDENADAS UTM – WGS84 Datum 17S				
PTO	ESTE	NORTE	COTA	DES.
466		9368315.00	728.90	VEREDA
467	742923.90	9368313.60	729.00	POSTE
468	742928.20	9368305.10	729.30	POSTE
469	742929.90	9368298.10	729.60	E8
470	742931.60	9368290.00	729.60	E9
471	742935.60	9368284.50	729.40	CAS
472	742938.40	9368277.70	729.30	VEREDA
473	742941.10	9368273.60	729.30	CAS
474	742945.40	9368262.70	729.10	VEREDA
475	742947.00	9368255.90	729.10	CEMA
476	742951.20	9368246.50	728.90	VEREDA
477	742952.70	9368241.10	728.90	CAS
478	742954.20	9368235.80	728.80	VEREDA
479	742957.70	9368238.30	728.70	CAS
480	742957.30	9368246.30	728.70	VEREDA
481	742956.90	9368255.60	728.70	CAS
482	742956.40	9368263.60	728.80	VEREDA
483	742951.00	9368273.20	728.90	VEREDA
484	742948.20	9368278.70	729.00	POSTE
485	742942.90	9368285.60	729.20	CEMA
486	742940.20	9368291.10	729.30	SAR
487	742936.00	9368299.30	729.30	SAR
488	742934.50	9368303.50	729.20	SAR
489	742933.90	9368311.90	728.80	VEREDA
490	742933.40	9368319.00	728.40	POSTE
491	742930.40	9368327.50	728.10	CAS
492	742927.40	9368334.70	727.80	CAS
493	742924.50	9368340.40	727.50	VEREDA
494	742921.50	9368347.50	727.20	CAS
495	742915.80	9368357.60	726.90	VEREDA
496	742911.60	9368364.80	726.70	CAS
497	742908.70	9368370.60	726.60	CAS
498	742905.10	9368367.80	726.90	VEREDA
499	742905.80	9368357.80	727.40	VEREDA
500	742906.20	9368352.10	727.60	SAR
501	742905.50	9368345.00	728.00	SAR
502	742906.00	9368338.00	728.30	SAR
503	742906.30	9368333.80	728.50	SAR
504	742909.10	9368328.10	728.70	CEMA
505	742914.80	9368318.10	729.00	SAR
506	742917.80	9368311.00	729.30	SAR
507	742918.00	9368308.20	729.40	P ALTA
508	742918.80	9368297.10	730.00	P ALTA
509	742921.70	9368290.20	729.90	P ALTA
510	742924.40	9368286.10	729.80	A4
511	742924.70	9368279.40	729.80	CARTEL
512	742930.10	9368271.20	729.60	CARTEL
513	742933.00	9368263.10	729.50	CARTEL
514	742935.80	9368257.70	729.40	ARBOL
515	742937.40	9368250.90	729.40	ARBOL
516	742941.40	9368245.50	729.20	ARBOL
517	742943.90	9368245.40	729.20	SAR
518	742943.40	9368254.70	729.20	SAR
519	742940.50	9368262.80	729.30	SAR
520	742923.80	9368315.00	728.90	SAR

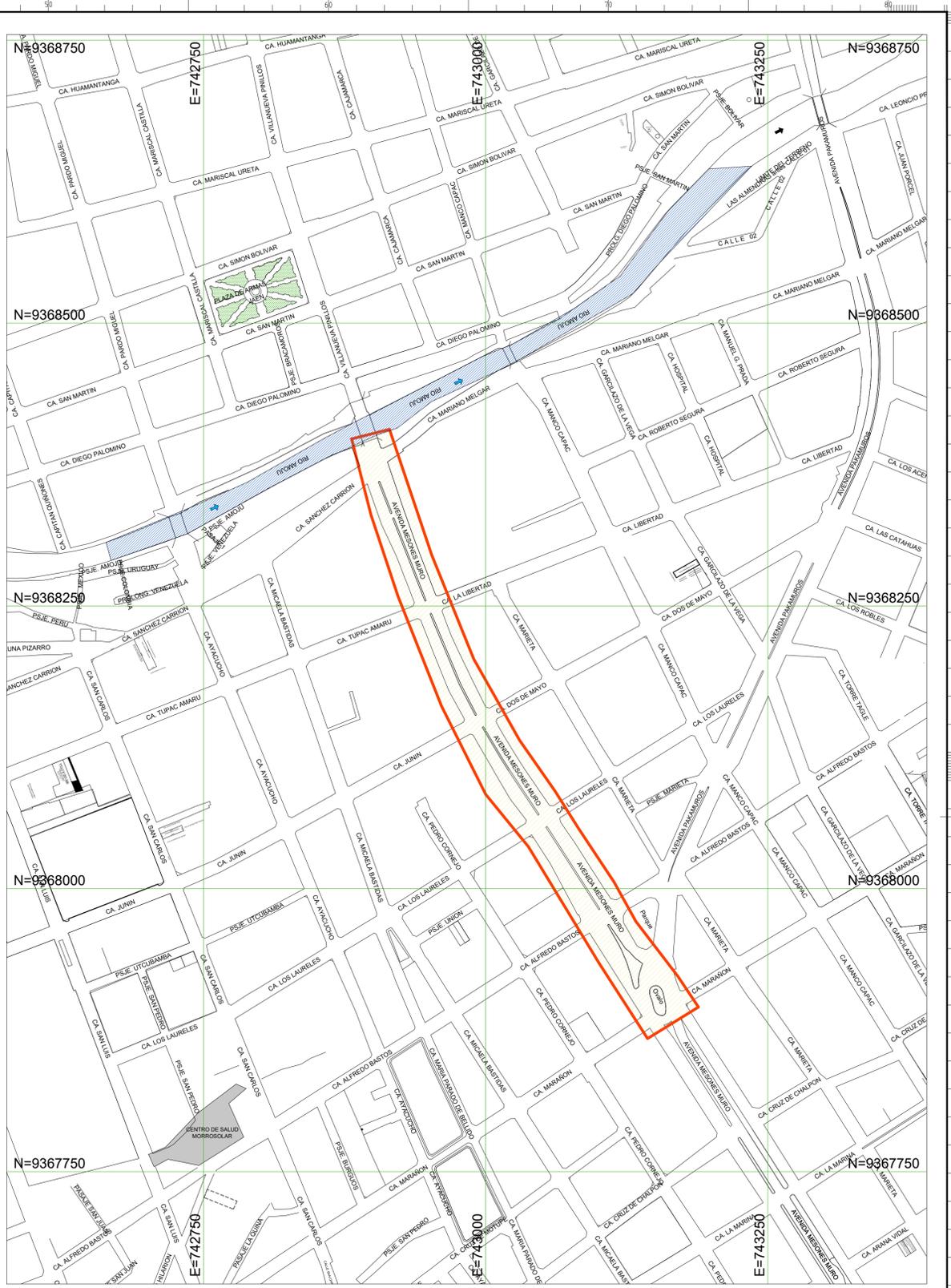
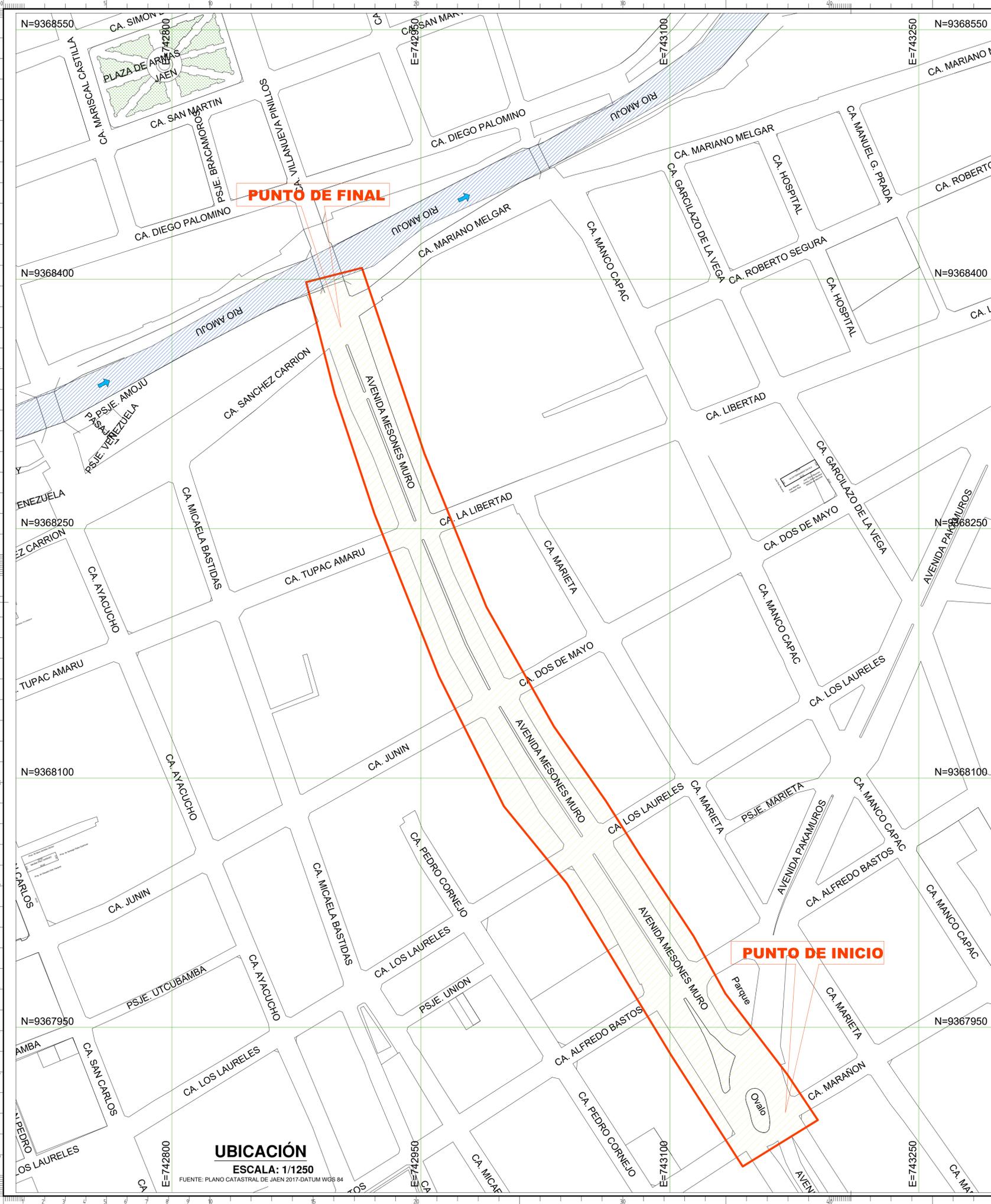
COORDENADAS UTM – WGS84 Datum 17S				
PTO	ESTE	NORTE	COTA	DES.
219	743057.90	9368047.40	725.70	ARBOL
220	743061.50	9368043.60	725.50	VEREDA
221	743056.60	9368052.30	725.80	POSTE
222	743050.40	9368059.80	726.20	CAS
223	743048.00	9368063.60	726.30	VEREDA
224	743043.00	9368072.30	726.60	VEREDA
225	743039.40	9368074.80	726.80	CAS
226	743033.40	9368075.00	727.10	POSTE
227	743029.90	9368073.90	727.30	POSTE
228	743027.80	9368067.80	727.20	POSTE
229	743027.90	9368064.10	727.20	POSTE
230	743025.80	9368056.90	727.10	POSTE
231	743023.70	9368052.10	727.10	POSTE
232	743020.30	9368048.50	727.20	VEREDA
233	743019.20	9368046.10	727.20	E3
234	743022.70	9368046.00	727.10	E3
235	743031.00	9368045.70	726.70	VEREDA
236	743037.80	9368050.40	726.50	CAS
237	743041.40	9368050.30	726.40	CAS
238	743044.70	9368056.30	726.30	POSTE
239	743045.80	9368058.70	726.30	POSTE
240	743047.90	9368066.00	726.30	VEREDA
241	743052.50	9368069.60	726.20	CAS
242	743053.60	9368072.00	726.20	CAS
243	743061.80	9368075.40	725.80	VEREDA
244	743066.50	9368075.30	725.60	VEREDA
245	743071.20	9368075.20	725.40	CAS
246	743076.00	9368075.10	725.20	CAS
247	743074.80	9368076.30	725.30	CAS
248	743068.90	9368072.80	725.50	POSTE
249	743064.30	9368069.20	725.70	VEREDA
250	743062.10	9368064.40	725.70	CAS
251	743058.60	9368062.00	725.80	PISTA
252	743053.90	9368060.90	726.00	SAR
253	743048.10	9368059.90	726.30	SAR
254	743039.80	9368060.10	726.60	SAR
255	743039.60	9368066.20	726.70	SAR
256	743045.50	9368068.50	726.50	SAR
257	743048.80	9368073.40	726.40	SAR
258	743048.60	9368080.70	726.50	SAR
259	743042.60	9368083.40	726.80	SAR
260	743037.90	9368083.50	727.00	SAR
261	743034.40	9368079.90	727.10	SAR
262	743031.10	9368075.10	727.20	SAR
263	743033.60	9368071.30	727.00	SAR
264	743038.40	9368068.70	726.80	SAR
265	743041.90	9368068.60	726.60	SAR
266	743044.10	9368073.50	726.60	SAR
267	743043.80	9368082.10	726.70	VEREDA
268	743043.60	9368088.30	726.80	SAR
269	743041.10	9368093.40	727.00	SAR
270	743037.40	9368097.20	727.30	SAR
271	743032.50	9368099.80	727.60	SAR
272	743027.70	9368103.70	727.90	SAR
273	743022.90	9368103.90	728.10	VEREDA

COORDENADAS UTM – WGS84 Datum 17S				
PTO	ESTE	NORTE	COTA	DES.
521	742919.30	9368343.30	727.50	E10
522	742916.10	9368353.30	727.10	E11
523	742913.30	9368357.60	727.00	VEREDA
524	742906.70	9368363.50	727.10	VEREDA
525	742901.40	9368366.40	727.20	VEREDA
526	742896.00	9368372.30	727.20	VEREDA
527	742892.50	9368368.00	727.60	POSTE
528	742893.00	9368362.30	727.80	ARBOL
529	742897.20	9368355.10	727.90	POSTE
530	742902.80	9368347.90	728.00	ARBOL
531	742906.20	9368352.10	727.60	ARBOL
532	742903.20	9368359.30	727.40	ARBOL
533	742899.10	9368363.60	727.40	ARBOL
534	742898.60	9368370.80	727.20	ARBOL
535	742902.10	9368375.00	726.80	SAR
536	742903.80	9368367.80	727.00	SAR
537	742905.50	9368362.10	727.20	SAR
538	742910.10	9368350.60	727.50	SAR
539	742913.20	9368340.60	727.90	ARBOL
540	742913.70	9368333.60	728.20	POSTE
541	742914.40	9368323.70	728.70	CASA
542	742915.10	9368313.90	729.20	VEREDA
543	742919.50	9368305.40	729.50	VEREDA
544	742923.90	9368295.60	729.80	SAR
545	742925.70	9368284.70	729.80	SAR
546	742929.90	9368275.20	729.60	SAR
547	742935.70	9368260.30	729.40	SAR
548	742941.20	9368249.50	729.30	SAR
549	742945.60	9368236.10	729.10	SAR
550	742948.40	9368229.40	729.00	ARBOL
551	742953.90	9368218.60	728.80	ARBOL
552	742958.00	9368210.60	728.70	CARTEL
553	742962.20	9368200.00	728.70	ARBOL
554	742966.60	9368185.50	728.80	SAR
555	742973.50	9368169.80	729.00	SAR
556	742976.30	9368160.70	729.10	SAR
557	742976.70	9368153.00	729.20	SAR
558	742980.60	9368145.30	729.30	POSTE
559	742983.40	9368137.60	729.30	POSTE
560	742983.50	9368135.10	729.40	ES
561	742989.60	9368132.40	729.20	SAR
562	742989.40	9368136.20	729.20	SAR
563	742989.10	9368142.50	729.00	BZ
564	742988.90	9368148.90	728.90	POSTE
565	742987.30	9368156.60	728.80	VEREDA
566	742986.90	9368165.50	728.60	CUN
567	742985.30	9368174.60	728.50	CUN
568	742982.50	9368181.10	728.40	E12
569	742982.30	9368186.30	728.30	POSTE
570	742979.30	9368196.90	728.20	POSTE
571	742977.90	9368202.10	728.10	CUN
572	742975.10	9368208.80	728.10	CUN
573	742974.00	9368206.20	728.20	CUN
574	742974.20	9368202.20	728.20	CUN
575	742972.20	9368194.50	728.50	CUN

COORDENADAS UTM – WGS84 Datum 17S				
PTO	ESTE	NORTE	COTA	DES.
274	743034.20	9368087.40	727.30	VEREDA
275	743039.10	9368083.50	727.00	VEREDA
276	743039.30	9368077.30	726.90	CAS
277	743039.20	9368078.50	726.90	POSTE
278	743036.70	9368083.60	727.10	SAR
279	743035.30	9368088.60	727.20	VEREDA
280	743033.90	9368096.10	727.40	CAS
281	743031.30	9368101.10	727.60	VEREDA
282	743027.70	9368103.70	727.90	VEREDA
283	743022.70	9368108.90	728.20	CAS
284	743018.80	9368117.70	728.40	PARQUE
285	743018.60	9368122.80	728.40	PARQUE
286	743014.80	9368127.90	728.40	PARQUE
287	743012.50	9368125.50	728.60	PARQUE
288	743011.60	9368120.40	728.80	PARQUE
289	743011.70	9368116.70	728.80	PARQUE
290	743015.50	9368110.30	728.60	PARQUE
291	743015.70	9368106.50	728.60	PARQUE
292	743021.90	9368100.10	728.10	PARQUE
293	743026.60	9368101.30	727.90	PARQUE
294	743026.30	9368108.80	728.00	POSTE
295	743022.50	9368113.90	728.30	VEREDA
296	743019.90	9368119.00	728.40	POSTE
297	743017.40	9368122.80	728.40	POSTE
298	743014.70	9368131.70	728.40	ARBOL
299	743011.00	9368134.30	728.50	A COCO
300	743007.40	9368135.70	728.60	ARBOL
301	743005.00	9368135.80	728.70	ARBOL
302	743005.30	9368128.20	728.80	ARBOL

COORDENADAS UTM – WGS84 Datum 17S				
PTO	ESTE	NORTE	COTA	DES.
576	743006.90	9368118.10	729.00	CUN
577	743008.30	9368111.70	729.00	CAS
578	743011.00	9368105.40	728.80	CAS
579	743012.30	9368101.60	728.60	CARTEL
580	743016.10	9368096.60	728.30	POSTE
581	743019.70	9368094.00	728.10	SAR
582	743019.40	9368102.70	728.30	SAR
583	743017.90	9368111.50	728.50	BZ
584	743014.00	9368119.10	728.70	C PISTA
585	743008.90	9368128.10	728.70	CAS
586	743005.20	9368130.70	728.80	GRADAS
587	743000.10	9368137.20	728.80	GRADAS
588	742994.00	9368141.10	728.90	CAS
589	742990.20	9368146.30	728.90	CAS
590	742987.50	9368152.70	728.90	VEREDAPUENT
591	742989.90	9368151.40	728.80	VEREDAPUENT
592	742990.10	9368147.60	728.90	VEREDAPUENT
593	742992.80	9368141.10	728.90	VEREDAPUENT
594	742994.50	9368129.70	729.10	ENTRA
595	742994.70	9368124.70	729.20	VEREDAPUENT
596	742996.10	9368119.60	729.30	VEREDAPUENT
597	742999.90	9368114.50	729.30	VEREDAPUENT
598	743004.90	9368109.30	729.10	VEREDAPUENT
599	743007.50	9368104.30	728.90	VEREDAPUENT
600	743011.20	9368100.40	728.70	VEREDA
601	743014.90	9368095.30	728.40	VEREDA
602	743019.80	9368091.50	728.00	VEREDA
603	743027.20	9368085.10	727.60	VEREDA
604	743032.10	9368078.80	727.20	VEREDA

## Anexo F: Planos del tramo de estudio



LEYENDA	
VIA DE ESTUDIO	
MANZANA	
GRILLA	

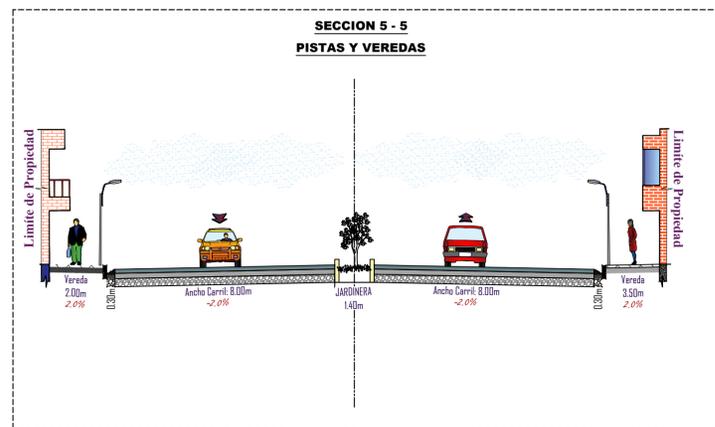
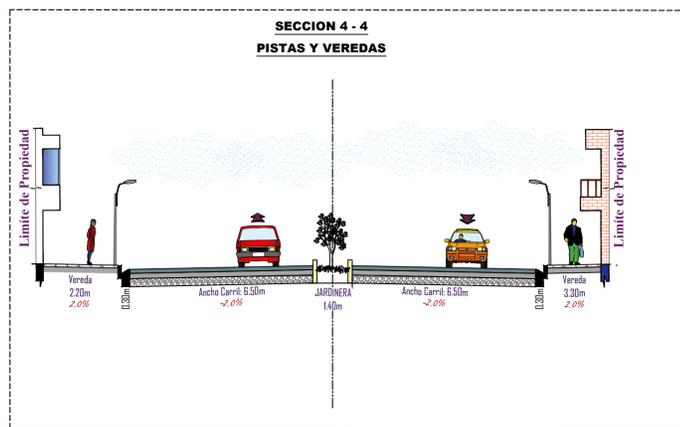
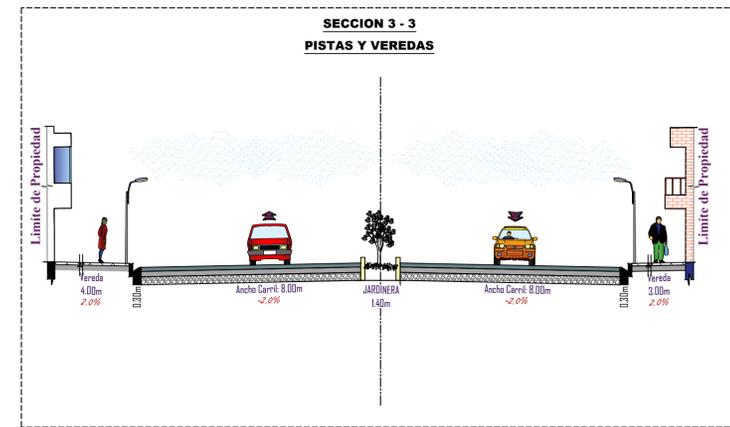
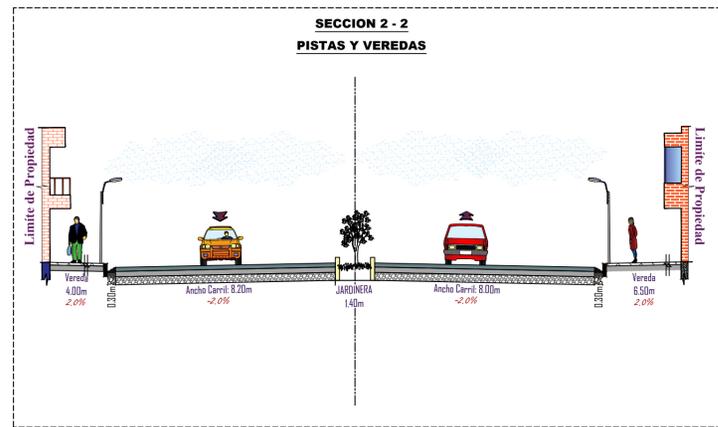
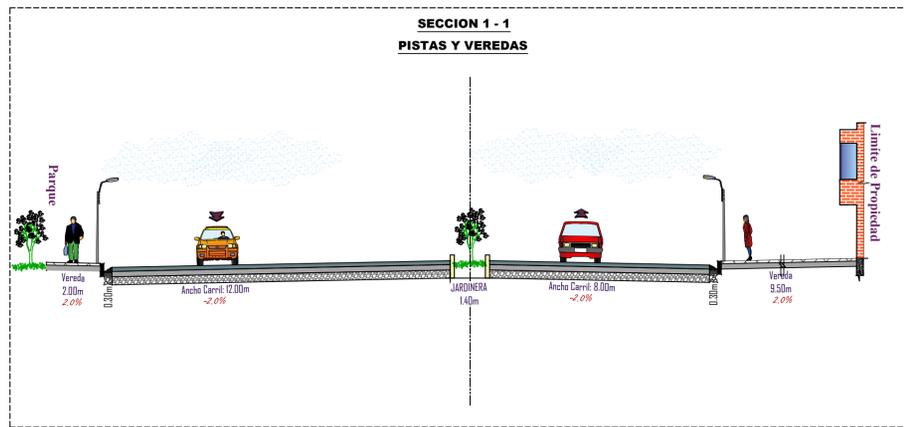
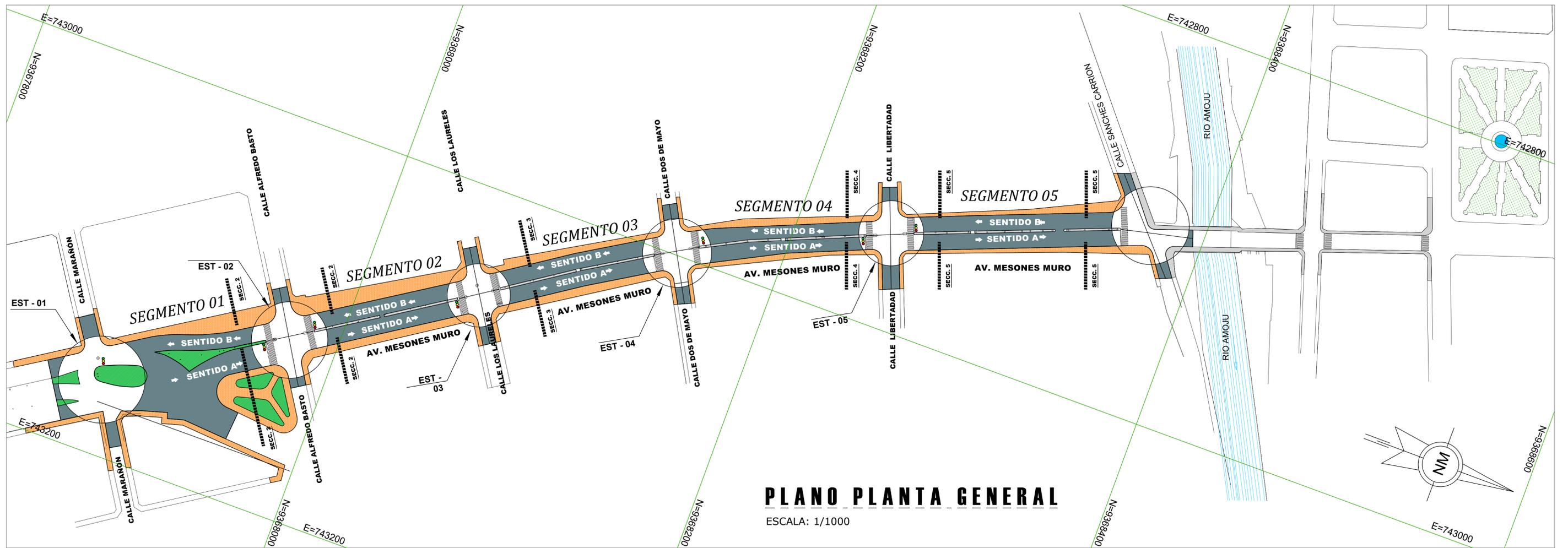


**LOCALIZACIÓN**  
**ESCALA: 1/2500**  
 FUENTE: PLANO CATASTRAL DE JAÉN 2017-DATUM WGS 84



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b>		
PROYECTO DE TESIS: <b>EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR EN LA AVENIDA MESONES MURO DE LA CIUDAD DE JAÉN</b>		
UBICACIÓN: DISTRITO : JAÉN PROVINCIA : JAÉN REGION : CAJAMARCA		CODIGO: <b>UL-01</b>
ASesor: ING ALEJANDRO CUBAS BECERRA		<b>UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN</b>
TESISista: JEANMARCOS JERALDO CORREA PEREZ		LOCALIDAD: JAÉN
DATUM: WGS 84		ZONA GEOGRAFICA: 17 Sur
ESCALA: IDICADA		CUADRICULA: M
FECHA: OCTUBRE 2023		





<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b>		<b>UNC</b> 
PROYECTO DE TESIS: <b>EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR EN LA AVENIDA MESONES MURO DE LA CIUDAD DE JAÉN</b>		
UBICACIÓN: DISTRITO : JAEN PROVINCIA : JAEN REGION : CAJAMARCA		LOCALIDAD: JAEN <b>DT-01</b>
ASESOR: ING ALEJANDRO CUBAS BECERRA TESISITA: JEANMARCOS JERALDO CORREA PEREZ		<b>DETALLES DE SECCIONES</b>
DATUM: WGS 84	ZONA GEOGRAFICA: 17 Sur	CUADRICULA: M ESCALA: IDICADA FECHA: OCTUBRE 2023