

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



## **TESIS**

**“NIVEL DE SERVICIABILIDAD DE LOS JIRONES LEGUÍA Y  
JOSÉ GÁLVEZ, DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2017”**

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

**Presentado por el Bachiller:**

**TORRES SÁNCHEZ, Robert Guido**

**Asesor**

**Ing.: WILLIAM PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2018**

**Copyright © 2018**  
**By Robert Guido Torres Sánchez**  
**Todos los derechos reservados**

## DEDICATORIA

A Dios, Por haberme permitido vivir y llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. Por ser mi gran guía y mi suprema protección en todo el camino de la vida.

A mis familiares, en especial a mis padres Cayetano y María, por haberme dado inspiración, ejemplares enseñanzas, consejos y valores, por motivarme y darme la mano en todas las instancias de mi vida, por brindarme su cariño y apoyo incondicional a cada momento para poder lograr mis objetivos, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento en sinceridad.

A mis hermanos, Ángel y Jhonny, por estar en cada momento a mi lado y apoyarme en todo, por compartir momentos sumamente gratos y significativos, por el gran cariño y armonía que nos une.

A todos ellos, muchas gracias.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, Por su inmenso amor inimaginable, por estar a mi lado en cada momento y ayudarme a cumplir mis metas.

A mis padres y familiares, por todo el apoyo y el esfuerzo que me mostraron y brindaron a lo largo de todos estos años.

A mi asesor, ing. William Próspero Quiroz Gonzáles, por su apoyo, orientación y colaboración en el desarrollo de la presente tesis.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, por haberme acogido en sus aulas y haberme brindado una buena formación académica a través de cada uno de los docentes de la Facultad de Ingeniería.

*Robert.*

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Hipótesis.....	2
1.2. Justificación de la Investigación .....	3
1.3. Alcances o Delimitación de la Investigación.....	3
1.4. Objetivos .....	3
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
2.1. Antecedentes teóricos de la investigación: .....	4
2.2. Bases Teóricas.....	7
2.2.1. Elementos Básicos del Tránsito. ....	7
2.2.1.1. El usuario: .....	7
a) El Peatón: .....	7
b) El Conductor: .....	7
2.2.1.2. El vehículo:.....	8
2.2.1.2.1 Clasificación Vehicular: .....	9
2.2.1.3. La vía: .....	13
a) Clasificación de las Vías Urbanas:.....	13
2.2.2. Volúmenes de Tránsito .....	15
2.2.2.1. Volumen de Tránsito: .....	15
2.2.2.2. Volúmenes de Tránsito Absolutos o Totales: .....	15
2.2.2.3. Volúmenes de Tránsito Promedio Diarios: .....	16
2.2.2.4. Volúmenes de Tránsito Horarios:.....	16
2.2.3. Uso de los Volúmenes de Tránsito.....	17
2.2.4. Características de los Volúmenes de Tránsito .....	17
2.2.4.1. Distribución y Composición del Volumen de Tránsito .....	17
2.2.4.2. Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda: .....	18
2.2.4.3. Variación horaria del volumen de tránsito: .....	19
2.2.4.4. Variación diaria del volumen de tránsito:.....	19
2.2.4.5. Variación mensual del volumen de tránsito.....	20
2.2.5. Capacidad Vial y Niveles de Servicio: .....	20
a) Flujo Continuo:.....	20

b) Flujo Discontinuo:.....	21
2.2.5.1. Capacidad Vial .....	21
2.2.5.2. Niveles de Servicio .....	22
2.2.6. Parámetros básicos de flujo vehicular, según el HCM 2010: .....	23
a) Volumen y flujo vehicular .....	23
a.1. Volumen .....	23
a.2. Flujo vehicular .....	23
b) Velocidad .....	23
b.1. Velocidad promedio de viaje .....	24
b.2. Velocidad de flujo libre .....	24
c) Demora .....	24
d) Índice de congestión .....	25
2.2.7. Capacidad vehicular .....	25
2.2.8. Conceptos de calidad y nivel de servicio.....	26
a) Calidad de servicio.....	26
b) Nivel de servicio .....	27
b.1. Nivel de servicio A.....	27
b.2. Nivel de servicio B.....	27
b.3. Nivel de servicio C.....	27
b.4. Nivel de servicio D.....	27
b.5. Nivel de servicio E.....	28
b.6. Nivel de servicio F .....	28
2.2.9. Criterios para evaluar el nivel de servicio vehicular en segmentos de calles urbanas, según el HCM 2010.....	28
2.2.10. Limitaciones de la metodología .....	29
2.2.11. Metodología para el análisis de segmentos de calles urbanas .....	29
a). Datos de entrada.....	29
b). Parámetros a utilizar en la evaluación .....	31
b.1. Tiempo en movimiento .....	31
b.2. Tiempo de propagación vehicular .....	37
b.3. Velocidad de desplazamiento .....	37
b.4. Nivel de servicio .....	38
<b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>41</b>
Ubicación Geográfica: .....	42
a) Procedimiento. ....	42
b) Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.....	44
<b>Paso 1: Datos de entrada .....</b>	<b>45</b>

Composición del tráfico: .....	46
a) Jr. Leguía (sentido de flujo: Jr. Iquique – Jr. Chanchamayo). .....	47
b) Jr. Leguía (sentido de flujo: Jr. Chanchamayo – Jr. Marañón).....	52
c) Jr. Leguía (sentido de flujo: Jr. Marañón – Jr. Amazonas). .....	56
d) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Jr. Amazonas - Jr. Amalia Puga).....	60
e) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Jr. Amalia Puga – Jr. el Comercio).....	64
f) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Jr. El Comercio – Jr. Junín). .....	68
g) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Jr. Junín - Jr. Huánuco). .....	72
h) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Jr. Huánuco - Jr. Unión). .....	76
i) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Jr. Unión - Jr. Sullana). .....	80
j) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Jr. Sullana – Av. Perú).....	84
<b>Paso 2: Cálculo del tiempo en movimiento .....</b>	<b>89</b>
<b>Paso 3: Cálculo del tiempo de propagación vehicular .....</b>	<b>91</b>
<b>Paso 4: Cálculo de la velocidad de desplazamiento .....</b>	<b>92</b>
<b>Paso 5: Cálculo del nivel de servicio.....</b>	<b>93</b>
Cálculo del índice de congestión.....	94
a) Jr. Leguía (sentido de flujo: Iquique - Chanchamayo).....	94
b) Jr. Leguía (sentido de flujo: Chanchamayo - Marañón). .....	95
c) Jr. Leguía (sentido de flujo: Marañón - Amazonas).....	96
d) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Amazonas – Amalia Puga).....	97
e) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Amalia Puga – El Comercio). .....	98
f) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: El Comercio – Junín). .....	99
g) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Junín – Huánuco). .....	100
h) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Huánuco – Unión). .....	101
i) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Unión – Sullana). .....	102
j) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Sullana –Av. Perú).....	103
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>104</b>
Composición y flujo vehicular: .....	104
Índice de Congestión.....	108
Contrastación de la hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación .....	108
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>109</b>
Conclusiones.....	109
Recomendaciones.....	111
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>114</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Población estimada y proyectada al año 2025 .....	8
Tabla 2: Parámetros de diseño vinculados a la Clasificación de Vías Urbanas .....	14
Tabla 3: Datos de entrada.....	30
Tabla 4: Factor de ajuste para sección transversal .....	33
Tabla 5: Factor de ajuste para sección transversal.....	33
Tabla 6: Demora debido a los vehículos de giro .....	35
Tabla 7: Niveles de servicio para segmentos urbanos .....	38
Tabla 8: Coordenadas UTM y coordenadas geográficas de las vías en estudio .....	42
Tabla 9: Formato para Aforo de Tráfico Vehicular. ....	43
Tabla 10: Puntos de conteo para aforo vehicular y tramo a evaluar por cada vía en estudio.....	44
Tabla 11: Clase de vehículos considerados en el estudio.....	44
Tabla 12: Características de los segmentos .....	46
Tabla 13: Aforo Vehicular (TPDS) en el Jr. Leguía (hacia la AV. Perú). ....	47
Tabla 14: Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo. ....	48
Tabla 15: Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).....	48
Tabla 16: Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón Leguía (hacia la av. Perú).....	52
Tabla 17: Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo. ....	53
Tabla 18: Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).....	53
Tabla 19: Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón Leguía (hacia la Av. Perú). ....	56
Tabla 20: Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo. ....	57
Tabla 21: Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).....	57
Tabla 22: Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón José Gálvez (hacia Av. Perú). .	60
Tabla 23: Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo. ....	61
Tabla 24: Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).....	61
Tabla 25: Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón José Gálvez (hacia la Av. Perú). ....	64
Tabla 26: Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo. ....	65
Tabla 27: Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).....	65
Tabla 28: Aforo Vehicular (TPDS) en el Jirón José Gálvez Av. San Martín (hacia la Av. Perú). ....	68
Tabla 29: Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo. ....	69
Tabla 30: Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).....	69
Tabla 31: Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón José Gálvez (hacia Av. Perú). .	72



Tabla 32: Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.	73
Tabla 33: Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).....	73
Tabla 34: Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón José Gálvez (hacia Av. Perú) .	76
Tabla 35: Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.	77
Tabla 36: Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).....	77
Tabla 37: Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón José Gálvez (hacia Av. Perú) .	80
Tabla 38: Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.	81
Tabla 39: Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).....	81
Tabla 40: Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón José Gálvez (hacia Av. Perú) .	84
Tabla 41: Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.	85
Tabla 42: Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).....	85
Tabla 43: Parámetros del tráfico para cada segmento.....	88
Tabla 44: Elementos de entrada para ambos segmentos.....	88
Tabla 45: Valores de velocidad de flujo libre base, velocidad constante, factor de ajuste para sección transversal y puntos de acceso, para cada segmento.	89
Tabla 46: Valores del tiempo en movimiento obtenidos para cada segmento.	91
Tabla 47: Tiempo de propagación vehicular para cada segmento.....	92
Tabla 48: Velocidad de desplazamiento para cada segmento.....	93
Tabla 49: Relación porcentual entre la velocidad de desplazamiento y velocidad de flujo base, y relación entre volumen y capacidad de cada segmento.....	93
Tabla 50: Índice de Congestión (Iquique - Chanchamayo).....	94
Tabla 51: Índice de Congestión (Chanchamayo - Marañón).....	95
Tabla 52: Índice de Congestión (Marañón - Amazonas).....	96
Tabla 53: Índice de Congestión (Amazonas – Amalia Puga).....	97
Tabla 54: Índice de Congestión (Amalia Puga – El Comercio).....	98
Tabla 55: Índice de Congestión (El Comercio – Junín).....	99
Tabla 56: Índice de Congestión (Junín – Huánuco).....	100
Tabla 57: Índice de Congestión (Huánuco – Unión).....	101
Tabla 58: Índice de Congestión (Unión – Sullana).....	102
Tabla 59: Índice de Congestión (Sullana –Av. Perú).....	103
Tabla 60: ID de vías y segmentos en evaluación.....	104
Tabla 61: Aforo vehicular por tipo de vehículo. Índice medio diario semanal.	104
Tabla 62: Vehículos con mayor influencia en las vías.....	105
Tabla 63: Factor de Máxima Demanda.....	106
Tabla 64: Niveles de Servicio.....	106
Tabla 65: Índice de Congestión.....	108

## Índice de Figuras

Figura 1: Automóviles por cada 1000 personas, Año 2016.....	8
Figura 2: Vehículo de la categoría L.....	9
Figura 3: Automóvil o taxi, vehículo de la Categoría M1. ....	10
Figura 4: Ómnibus, minibús y microbús, vehículos de la categoría M2 y M3. ...	11
Figura 5: Camión, vehículo de la Categoría N. ....	11
Figura 6: Remolque, vehículo de la Categoría O. ....	12
Figura 7: Histograma de Variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda. ....	19
Figura 8: Condiciones de operación de los niveles de servicio .....	23
Figura 9: Histograma de la Variación de Volumen de Tránsito, en la hora de máxima demanda para el Jr. Leguía (Iquique - Chanchamayo).....	50
Figura 10: Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm). ....	51
Figura 11: Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda. ....	51
Figura 12: Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. Leguía (Chanchamayo - Marañón). ....	54
Figura 13: Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm). ....	55
Figura 14: Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda. ....	55
Figura 15: Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. Leguía (Marañón - Amazonas).....	58
Figura 16: Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm). ....	59
Figura 17: Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda. ....	59
Figura 18: Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. José Gálvez (Amazonas – Amalia Puga).....	62
Figura 19: Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm). ....	63
Figura 20: Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda. ....	63
Figura 21: Histograma de la Variación de Volumen de Tránsito, en la hora de máxima demanda para el Jr. José Gálvez (Amalia Puga – El Comercio). ....	66
Figura 22: Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm). ....	67
Figura 23: Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda. ....	67
Figura 24: Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. José Gálvez (El Comercio - Junín).....	70

Figura 25: Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm).	71
Figura 26: Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.	71
Figura 27: Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. José Gálvez (Junín – Huánuco).	74
Figura 28: Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm).	75
Figura 29: Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.	75
Figura 30: Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. José Gálvez (Huánuco – Unión).	78
Figura 31: Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm).	79
Figura 32: Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.	79
Figura 33: Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. José Gálvez (Unión – Sullana).	82
Figura 34: Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm).	83
Figura 35: Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.	83
Figura 36: Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. José Gálvez (Sullana – Av. Perú).	86
Figura 37: Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm).	87
Figura 38: Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.	87
Figura 39: Velocidad en cada tramo en estudio.	107

## Índice de Fotos

Foto 1: Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Iquique-Chanchamayo. Sentido hacia la Av. Perú). Se observa la predominancia de mototaxis. ....	125
Foto 2: Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Iquique-Chanchamayo. Sentido hacia la Av. Perú). Se observa la predominancia de mototaxis. ....	125
Foto 3: Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Iquique-Chanchamayo. Sentido hacia la Av. Perú). ....	126
Foto 4: Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Iquique-Chanchamayo. Aforo Vehicular-Estación 1) ....	126
Foto 5: Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Chanchamayo-Marañón. Sentido hacia la Av. Perú).....	127
Foto 6: Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Chanchamayo-Marañón. Sentido hacia la Av. Perú).....	127
Foto 7: Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Chanchamayo-Marañón. Aforo Vehicular-Estación 2) ....	128
Foto 8: Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Marañón-Amazonas. Sentido hacia la Av. Perú). ....	128
Foto 9: Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Marañón-Amazonas. Sentido hacia la Av. Perú). ....	129
Foto 10: Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Marañón-Amazonas. Aforo Vehicular-Estación 3) ....	129
Foto 11: Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (Amazonas-Amalia Puga. Sentido hacia la Av. Perú). ....	130
Foto 12: Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (Amazonas-Amalia Puga. Aforo Vehicular-Estación 4) ....	130
Foto 13: Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (Amalia Puga-El Comercio. Aforo Vehicular-Estación 5) ....	131
Foto 14: Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (El Comercio-Junín. Sentido hacia la Av. Perú).....	131
Foto 15: Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (El Comercio-Junín. Aforo Vehicular-Estación 6) ....	132
Foto 16: Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (Junín-Huánuco. Aforo Vehicular-Estación ....	132
Foto 17: Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (Junín - Huánuco. Aforo Vehicular-Estación 7) ....	133
Foto 18: Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (Huánuco - Unión. Aforo Vehicular-Estación 8) ....	133
Foto 19: Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (Unión - Sullana. Aforo Vehicular-Estación 9) ....	134
Foto 20: Medida de la longitud de calzada Jr. José Gálvez (Sullana – Av. Perú y Aforo Vehicular - Estación 10).....	134
Foto 21: Medida del ancho de calzada en el Jr. Leguía. ....	135
Foto 22: Medida del ancho de veredas en el Jr. José Gálvez. ....	135

## RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar el "Nivel de Serviciabilidad en los Jirones; Leguía y José Gálvez de la ciudad de Cajamarca", considerando como problema actual en la ciudad, el constante crecimiento del parque automotor, que conlleva al congestionamiento vehicular y al bajo nivel de servicio en que operan las vías de la zona urbana. El estudio se realizó de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 17 Segmentos Urbanos del Manual de Capacidad de Carreteras 2010 ("Highway Capacity Manual, HCM 2010"). En esta investigación se realizó el aforo del tránsito vehicular, encontrándose que el volumen horario de máxima demanda de la vía estudiada oscila entre 1006 veh/h y 540 veh/h, los factores horarios de máxima demanda oscilan entre 0.922 y 0.979. La velocidad de flujo libre base mayor es de 59.60 km/h para el segmento 1 y la velocidad de flujo libre base menor es de 58.49 km/h para el segmento 8. Así mismo la velocidad de desplazamiento mayor es de 24.93 km/h para el segmento 9 y la velocidad de desplazamiento menor es de 7.00 km/h para el segmento 1. El tiempo en movimiento mayor es de 24.49 segundos para el segmento 1 y de 7.16 segundos para el segmento 8. Se concluye que los vehículos predominantes en las vías de estudio son las mototaxis y los taxis, respectivamente. Luego se calculó la relación porcentual entre la velocidad de flujo base y la velocidad de desplazamiento para determinar el nivel de servicio y se concluyó que los segmentos 1,3,4,5,6,7 poseen un nivel de servicio F, los segmentos 2 y 10 un nivel de servicio E, y los segmentos 8 y 9 un nivel de servicio D.

Palabras clave: Nivel de servicio, aforo, flujo vehicular, volumen de tránsito, velocidad de flujo libre base, velocidad de desplazamiento.

## **ABSTRACT**

This research work has as its general objective to determine the "Level of Serviceability in the Shreds, Leguía and José Gálvez of the city of Cajamarca", considering the current problem in the city, the constant growth of the automotive park, which leads to traffic congestion and the low level of service in which the roads of the urban area operate. The study was conducted in accordance with the provisions of Chapter 17 Urban Segments of the Highway Capacity Manual 2010 ("Highway Capacity Manual, HCM 2010"). In this investigation, the vehicle traffic was measured, finding that the hourly volume of maximum demand of the road studied ranges from 1006 veh / h to 540 veh / h, the hourly factors of maximum demand oscillate between 0.922 and 0.979. The higher base free flow velocity is 59.60 km / h for segment 1 and the lower base free flow velocity is 58.49 km / h for segment 8. Likewise, the highest displacement speed is 24.93 km / h for Segment 9 and the lowest displacement speed is 7.00 km / h for segment 1. The longest moving time is 24.49 seconds for segment 1 and 7.16 seconds for segment 8. It is concluded that the predominant vehicles in the Pathways to study are motorcycle taxis and taxis, respectively. Then the percentage relationship between the base flow velocity and the displacement velocity was calculated to determine the level of service and it was concluded that the segments 1,3,4,5,6,7 have a level of service F, segments 2 and 10 a level of service E, and segments 8 and 9 a level of service D.

Keywords: Service level, capacity, vehicle flow, traffic volume, free base flow velocity, travel speed.

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, las exigencias de movilidad en distintas ciudades a nivel mundial, así como el crecimiento acelerado de las mismas, ha hecho cada vez más relevante la necesidad de fortalecimiento en el área de vialidad, ya sea para el uso privado, público o para el traslado de personas u objetos. Es importante señalar que un gran avance para el desarrollo de la sociedad, ha sido la aparición del automóvil, permitiendo mejorar las condiciones y la eficiencia del transporte, tan pronto se empezó a fabricar y comercializar este medio de transporte, se hizo necesaria la adecuación del terreno para la disposición de caminos destinados para la circulación de los vehículos.

Sin embargo, para la gran mayoría de ciudades de Latinoamérica, la incorporación y el crecimiento vehicular viene generando problemas de tránsito. La ciudad de Cajamarca no es ajena a este tipo de problemas, la mayoría de las vías urbanas con las que cuenta corresponden a la de una ciudad antigua, estas son muy angostas. Estas características vienen generando congestión vehicular, demora de viajes, accidentes; el nivel de servicio que ofrecen las vías es bajo en horas punta. Justamente mediante este estudio se determinó el nivel de servicio con el que cuentan las vías de la ciudad y se evaluó la calidad de flujo vehicular de las mismas. En esta investigación se determinó porque los jirones Leguía y José Gálvez, de la ciudad de Cajamarca, en la actualidad presentan un nivel de servicio deficiente, en función a lo estipulado por el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), que ha establecido seis niveles de servicio de la A a la F (de mejor a peor), cada nivel de servicio corresponde un volumen de servicio, que será el máximo número de vehículos por unidad de tiempo (casi siempre por hora), que pasará mientras se conserve dicho nivel. (*Cal y Cárdenas, 2000:328*).

Las estimaciones de Capacidad y Niveles de Servicio son necesarias para la mayoría de las decisiones de la Ingeniería de Tránsito. Esto incluye el análisis de los elementos del flujo vehicular, mediante los cuales se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito. Este análisis describe la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vía, lo cual permite determinar el nivel de eficiencia de funcionalidad o nivel de servicio con el que cuenta la vía. (*Cal y Cárdenas (2000: 246)*).

Finalmente, señalar que el desarrollo de esta investigación está comprendido en 5 capítulos, los cuales se adaptan al objetivo en estudio y se describen uno a uno a continuación: Capítulo I. Introducción, en esta etapa se explican los argumentos que soportan el planteamiento del problema, su formulación e hipótesis, también se desarrollan los objetivos que llevaron a la orientación para la elaboración del trabajo de investigación. Capítulo II. Marco teórico: en este capítulo se procedió a la búsqueda de investigaciones relacionadas con el tema en estudio, los mismos que fueron plasmados mediante una serie de elementos conceptuales referentes a la ingeniería de tránsito, sirviendo de base para el desarrollo del mismo. Capítulo III. Metodología y Procedimiento: en esta fase se indica de manera precisa la forma en que se desarrolló el estudio, el procedimiento y técnicas a seguir. Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados: Este capítulo brinda el alcance final de la obtención de resultados a través de un análisis de los mismos, en él se describe y explica la situación actual de cada tramo de vía en investigación. Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones: se presentan de manera precisa los aspectos derivados del estudio y del análisis de resultados, demostrando el logro de los objetivos planteados y haciendo las recomendaciones pertinentes para mejorar el flujo vehicular presente en la zona de estudio. De acuerdo a lo antes planteado, surge la siguiente interrogante: ¿Cuál es nivel de serviciabilidad en los jirones Leguía y José Gálvez de la ciudad de Cajamarca?

### **1.1. Hipótesis**

El nivel de serviciabilidad de los Jirones Leguía y José Gálvez de la ciudad de Cajamarca, corresponde al nivel de servicio D según el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010<sup>1</sup>).

#### **Definición de Variables**

##### **Variable Dependiente.**

- Nivel de Servicio.

##### **Variables Independientes.**

- Flujo vehicular
- Tiempo en movimiento

---

<sup>1</sup> HCM 2010: Highway Capacity Manual 2010



- Tiempo de propagación vehicular
- Velocidad de flujo libre base
- Velocidad de desplazamiento

## **1.2. Justificación de la Investigación**

Existe una carencia en lo que concierne a estudios de tránsito en la ciudad de Cajamarca, esto limita el éxito de cualquier iniciativa de mejoramiento del funcionamiento de las vías, también limita que se cumpla el objetivo de contribuir a mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Además, con el transcurrir de los años, el congestionamiento y demora en los viajes, se han convertido en un gran problema para la sociedad, hoy en día tema de estudio, ya que se determinará el nivel de servicio al cual están operando las vías de la ciudad, el estudio incluso podrá ser utilizado para la toma de decisiones y acciones en la ingeniería de tránsito y planteamiento de transporte en la ciudad, por las entidades competentes.

## **1.3. Alcances o Delimitación de la Investigación**

El presente estudio se centró únicamente en los jirones Leguía y José Gálvez, entre jirón Iquique y la Avenida Perú, de la ciudad de Cajamarca. La toma de datos referente al conteo vehicular se realizó en los meses de noviembre y diciembre, en los días de mayor demanda, días laborables, es decir de lunes a viernes, en horarios de 06:30 a.m. a 08:00 p.m.

## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo General.**

- Determinar el Nivel de Serviabilidad en los jirones Leguía y José Gálvez, de la Ciudad de Cajamarca.

### **Objetivos Específicos.**

- Determinar los volúmenes del tránsito vehicular y el factor de máxima demanda.
- Determinar la velocidad de flujo libre base y la velocidad de desplazamiento.
- Determinar el tiempo en movimiento de cada segmento.
- Determinar la composición del tráfico.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes teóricos de la investigación:**

#### **Antecedentes Internacionales**

En Argentina, Galarraga, J. et al. (2003), realizaron una investigación referente a la capacidad y nivel de servicio de las vías urbanas, dicha investigación tuvo por objetivo mejorar el análisis mediante la estimación de coeficientes de cálculo que representen adecuadamente las condiciones locales. Señalan que los procedimientos que recomienda el Manual de Capacidad están basados en datos empíricos correspondientes a su propia realidad de conductores, parque vehicular y reglamentaciones.

Para la investigación se tuvo en consideración el funcionamiento de cada uno de los componentes de las vías, entre los que se tienen las intersecciones semaforizadas, las intersecciones no semaforizadas y las arterias urbanas como segmentos integrados, en las cuales se estudió a detalle las variables proporcionados de acuerdo a su respectivo entorno.

Por ejemplo, para intersecciones semaforizadas, se hizo un análisis cuando las llegadas se dan solo en el tiempo de verde implica que la demora sería nula, para lo cual se determina un factor de progresión. Si esta es buena, una gran cantidad de los vehículos llega a la intersección en verde y la demora uniforme tendrá poca incidencia en la demora total, mientras que una mala progresión hace que una gran proporción de vehículos arriben en rojo y por lo tanto la demora uniforme es importante, pero los valores por defecto sugeridos por el Manual para identificar el tipo de arribo (para luego calcular el factor de progresión) están basados en el espaciamiento de los semáforos y en consideraciones generales.

De este análisis se pudieron sacar varias conclusiones como que la estimación con parámetros locales determina medidas de eficiencia mucho más cercanas a las reales que el cálculo realizado con valores por defecto. Además, que los resultados obtenidos permiten ganar confianza sobre las recomendaciones efectuadas para la estimación de demoras en intersecciones semaforizadas y no semaforizadas.

Entonces sí bien las mediciones de campo se realizaron en (a ciudad de Córdoba, consideran haber propuesto ajustes que razonablemente podrían

emplearse en otras ciudades, pues los parámetros reflejan comportamientos de los conductores y fricciones del entorno que son típicas en Argentina. Finalmente, se puede afirmar que la multiplicidad de variables y escenarios posibles conforma un campo a explorar en detalle, a partir de la base alcanzada. En la ciudad de Bolívar, Coraspe, L; Marsiglia, O (2011), realizaron un Análisis del Flujo Vehicular en las Avenidas que convergen en la Plaza de las Banderas (Avenida República, Avenida Menea de Leoni, Prolongación Paseo Orinoco y Prolongación Avenida República) Ciudad Bolívar, la investigación se hizo con el fin de brindar alternativas de solución a los problemas de congestión que se han generado en esta zona, se realizó el estudio teniendo en cuenta características reales y parámetros existentes en las avenidas. Para la obtención de datos se realizó un aforo vehicular para determinar la clase de vehículos que transitan en las horas punta, el volumen de tránsito, la capacidad que operan las vías y el nivel de servicio que presta cada avenida. Los resultados de campo se tabularon y se mostraron en forma gráfica mediante histogramas y polígonos de frecuencia, donde se aprecia la variación de volúmenes y se corroboró la problemática de congestión en esta zona.

Luego de realizar las investigaciones en campo se determinó que las medidas de las secciones de la avenida cumplen de acuerdo a su respectivo manual. En lo que concierne al flujo vehicular, se pudo determinar que los días de mayor demanda entre los tres elegidos (martes, miércoles y jueves), son los días jueves entre las 11:45 a.m. y 12:45 p.m. con un flujo vehicular de 11034 veh/d. También se determinó que la cantidad de flujo en el área de estudio se ve reflejado por la cantidad de vehículos livianos que en su mayoría son el 95.8%.

Y por último con la evaluación de las velocidades se determinó la capacidad de vías y el nivel de servicio, donde se confirmó que 2 de las avenidas que convergen en la plaza operan dentro de los límites de capacidad de vías, las otras 6 operan en el límite de capacidad, con esto se comprueba que con el transcurrir de los años el parque automotor de las ciudades latinoamericanas va en aumento y se han generado problemas de congestión a grandes rasgos, que se deberán solucionar mediante esta clase de estudios. Los niveles de servicio que arrojó el estudio tuvieron como resultado niveles desde el nivel A (flujo libre) al D (circulación elevada).

### **Antecedentes Nacionales**

Soto (2017, P. 281, 282), en su tesis profesional aplicó la metodología del HCM 2000 para realizar el análisis y planificación vial del tránsito vehicular de la ciudad de Juliaca. En esta investigación se concluye que el alto porcentaje de vehículos menores (moto taxi) tiene incidencia directa en los factores que caracterizan el tráfico ocasionando reducciones de capacidad y nivel de servicio. Nina (2017, P. 145), en su tesis profesional realiza el análisis de las principales intersecciones del Jr. Mariano Núñez de la ciudad de Juliaca. En esta investigación concluye que los conteos manuales de tráfico son los más efectivos en un estudio de tráfico vehicular debido a que nos proporcionan información sobre la composición de los volúmenes de tráfico.

### **Antecedentes Locales**

En Cajamarca, Huamán, S. (2007) desarrolló un proyecto de tesis titulado Estudio del Congestionamiento Vehicular en la Zona Monumental de la ciudad de Cajamarca, donde tuvo como objetivo principal analizar la problemática del congestionamiento en la zona monumental de esta ciudad, la forma como estaba distribuido el flujo vehicular y proponer alternativas de solución. En dicho estudio tuvo en cuenta factores como ancho de vías, pendientes, uso del suelo, área de estacionamientos, semáforos, señalización entre otros, con el fin de determinar el factor de congestionamiento para cada intersección de calles en estudio. Los resultados de la investigación fue que en todas las intersecciones de las calles de la zona monumental existe congestionamiento ( $I_c > 0.9$ ), siendo las más críticas las intersecciones Jr. El Comercio con Jr. Cruz de Piedra, Jr. Amalia Puga con Jr. Dos de Mayo y Jr. El Comercio con Jr. José Gálvez y las de menor congestionamiento Jr. Marañón con Jr. Leguía y Jr. Junín con Jr. Apurímac. La investigación conllevó también a brindar alternativas de solución como la prolongación del Jr. El Comercio hacia el Jr. Eten, esto con previa evaluación de los beneficios y daños que ocasionarían a la infraestructura de la zona, reducción de la oferta de taxis, restricciones horarias de ciertos vehículos a la zona, entre otros. Finalmente, el análisis del tránsito arrojó que el nivel de vehículos privados (14%) es bajo en comparación al servicio público (taxis 52% y mototaxis 11%) y que el mayor volumen de tránsito ocurre en las mañanas durante las horas 7 a 9 y en las tardes de 5 a 7.

## **2.2. Bases Teóricas.**

### **2.2.1. Elementos Básicos del Tránsito.**

Con el propósito de estudiar los aspectos operacionales de la Ingeniería de Tránsito, es importante analizar, de manera muy general, los elementos básicos que hacen que se produzcan los flujos de tránsito interactuando entre sí. Existen 3 elementos básicos que son (Tapia J., Veizaga R. 2006):

- El usuario: peatón y conductor.
- El vehículo: privado, público y comercial.
- La vía.

#### **2.2.1.1. El usuario:**

Es muy importante tener en cuenta el comportamiento del usuario para la planeación, estudio, proyecto y operación de un sistema de transporte automotor. El usuario está relacionado con los peatones y conductores.

##### **a) El Peatón:**

Se considera como peatón potencial a la población en general, desde personas de un año de edad hasta más de cien años. En la mayoría de los casos las calles y carreteras son compartidos por los peatones y vehículos, excepto en las autopistas el tráfico de los peatones es casi nulo.

El peatón en las calles de una ciudad es un factor importante en los problemas de circulación. Los accidentes sufridos por peatones se deben a que no respetan las zonas destinadas a ellos, ya sea por falta de conocimiento u otro factor. Por lo tanto, se debe considerar al peatón no solamente por ser víctima, sino porque también es una de las causas de dichos problemas.

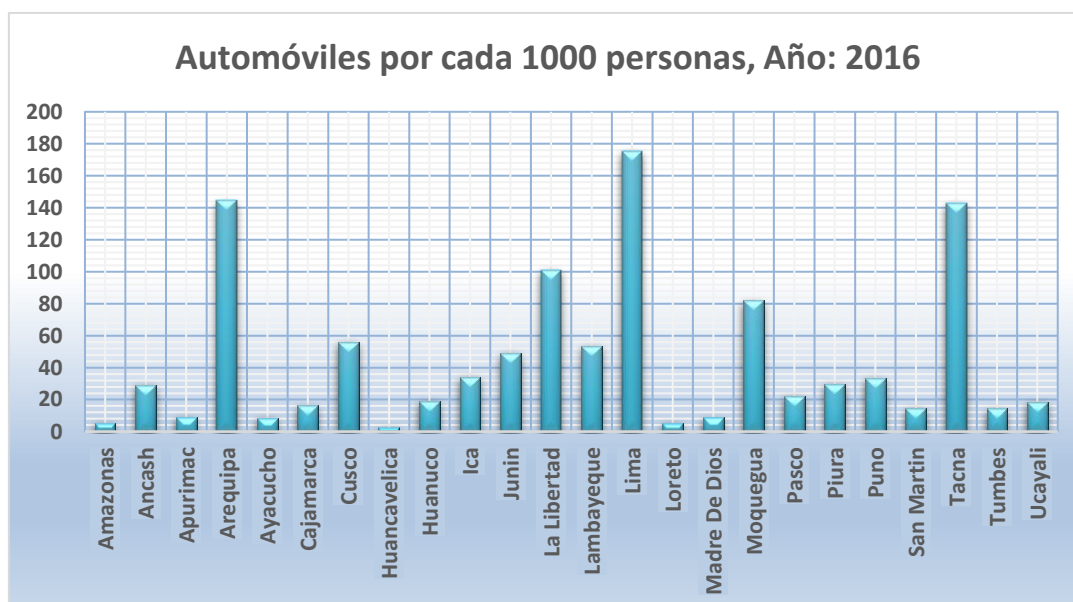
##### **b) El Conductor:**

Constituye el elemento de tránsito más importante, ya que el movimiento y calidad de circulación de los vehículos dependerá fundamentalmente de ellos para adaptarse a las características de la vía y de la circulación. En referencia a las reacciones que tienen los conductores se consideran factores que influyen en sus condiciones físicas y psíquicas, sus conocimientos, su estado de ánimo, la fatiga, el clima, etc.

### 2.2.1.2. El vehículo:

En ciertos países, la incorporación de mayor cantidad de vehículos no solo ha mejorado el transporte, ya que también ha elevado el nivel económico general del país, por lo que se puede afirmar que la relación de habitantes por vehículo es un indicador para apreciar el progreso de un determinado territorio.

El MINAM a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones e Instituto Nacional de Estadística e Informática, establece los siguientes datos para el Perú, correspondientes a la cantidad de automóviles por cada 1000 personas (Figura 1).



**Figura 1:** Automóviles por cada 1000 personas, Año 2016.

**Elaborado por** Ministerio del Ambiente – MINAM

**Fuentes de información:**

- **Vehículos totales:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones
- **Población total:** Instituto Nacional de Estadística e Informática

**Tabla 1:** Población estimada y proyectada al año 2025

PERÚ	CAJAMARCA DEPARTAMENTO	CAJAMARCA CAPITAL
34'412, 393	1'547, 694	230, 169

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI - Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo, según Departamento, Provincia y Distrito, 1995 - 2025.

### 2.2.1.2.1 Clasificación Vehicular:

Según la DIRECTIVA N°002-2006-MTC/15, Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrales Vehiculares, publicada por el Ministerio de Transportes del Perú. La clasificación vehicular por categoría es:

**Categoría L:** Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas.

L1: Vehículos de 2 ruedas, de hasta 50 cm<sup>3</sup> y velocidad máxima de 50 km/h. L2:

Vehículos de 3 ruedas, de hasta 50 cm<sup>3</sup> y velocidad máxima de 50 km/h. L3:

Vehículos de 2 ruedas, de más de 50 cm<sup>3</sup> o velocidad mayor a 50 km/h.

L4: Vehículos de 3 ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm<sup>3</sup> o una velocidad mayor de 50 km/h.

L5: Vehículos de 3 ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm<sup>3</sup> o velocidad mayor a 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no excedan de una tonelada.



**Figura 2:** Vehículo de la categoría L.

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



**Imagen 1:** Vehículo de la categoría L.

**Fuente:** Imágenes de vehículos de tránsito por categorías. [https://Google/imagenes/vehículos por categorías.](https://Google/imagenes/vehiculos%20por%20categorias)

**Categoría M:** Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de pasajeros.

M1: Vehículos de 8 asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.

M2: Vehículos de más de 8 asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.

M3: Vehículos de más de 8 asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto Vehicular de más de 5 toneladas.



**Figura 3:** Automóvil o taxi, vehículo de la Categoría M1.

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



**Imagen 2:** Automóvil o taxi, vehículo de la Categoría M1.

**Fuente:** Imágenes de vehículos de tránsito por categorías. [https://Google/imagenes/vehículos por categorías.](https://Google/imagenes/vehiculos%20por%20categorias)

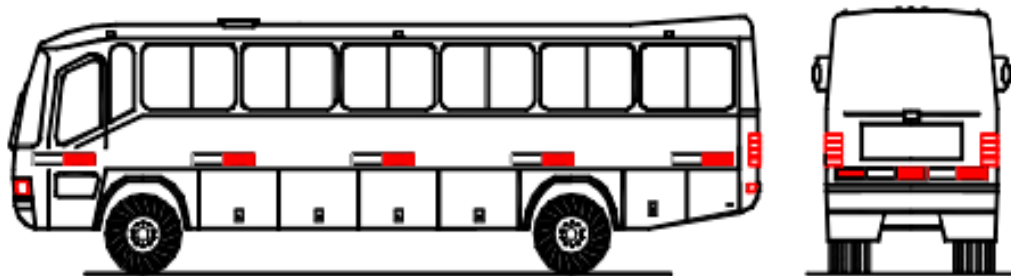
Los vehículos de las categorías M2 y M3, a su vez de acuerdo a la disposición de los pasajeros se clasifican en:

Clase I: Vehículos contruidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de éstos.

Clase II: Vehículos contruidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y, también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles.



Clase III: Vehículos construidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.



**Figura 4:** Ómnibus, minibús y microbús, vehículos de la categoría M2 y M3.

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



**Imagen 3:** Ómnibus, minibús y microbús, vehículos de la categoría M2 y M3.

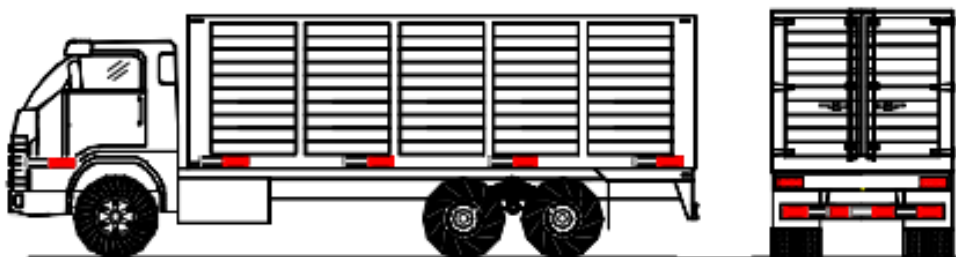
**Fuente:** Imágenes de vehículos de tránsito por categorías. [https://Google/imágenes/vehículos por categorías.](https://Google/imágenes/vehículos%20por%20categorías)

**Categoría N:** Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de mercancía.

**N1:** Vehículos de peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos.

**N2:** Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 toneladas.

**N3:** Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.



**Figura 5:** Camión, vehículo de la Categoría N.

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



**Imagen 4:** Camión, vehículo de la Categoría N.

**Fuente:** Imágenes de vehículos de tránsito por categorías. [https://Google/imágenes/vehículos por categorías.](https://Google/imágenes/vehículos%20por%20categorías)

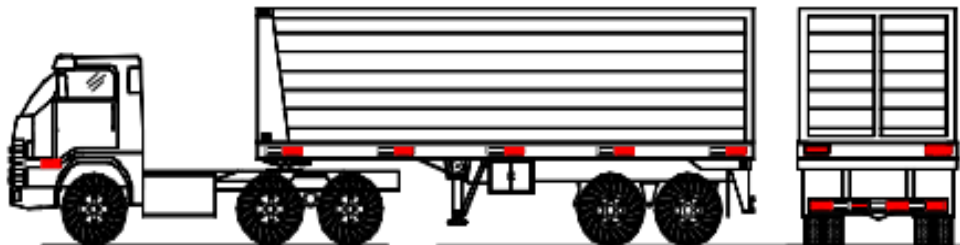
### **Categoría O:** Remolques (incluidos semirremolques).

O1: Remolques de peso bruto vehicular de 0,75 toneladas o menos.

O2: Remolques de peso bruto vehicular de más 0,75 toneladas hasta 3,5 toneladas.

O3: Remolques de peso bruto vehicular de más de 3,5 toneladas hasta 10 toneladas.

O4: Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.



**Figura 6:** Remolque, vehículo de la Categoría O.

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

### **COMBINACIONES ESPECIALES**

S: Adicionalmente, los vehículos de las categorías M, N u O para el transporte de pasajeros o mercancías que realizan una función específica, para la cual requieren carrocerías y/o equipos especiales, se clasifican en:

SA: Casas rodantes

SB: Vehículos blindados para el transporte de valores

SC: Ambulancias

SD: Vehículos funerarios

Los símbolos SA, SB, SC y SD deben ser combinados con el símbolo de la categoría a la que pertenece, por ejemplo: Un vehículo de la categoría N1 convertido en ambulancia será designado como N1SC.

### 2.2.1.3. La vía:

El tercer elemento fundamental del tráfico es la vialidad o la vía por el que se mueven los vehículos. Es una infraestructura de transporte acondicionada dentro de toda una faja de terreno, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo.

#### a) Clasificación de las Vías Urbanas<sup>2</sup>:

El sistema de clasificación planteado es aplicable a todo tipo de vías públicas urbanas terrestres, ya sean calles, jirones, avenidas, alamedas, plazas, malecones, paseos, destinados al tráfico de vehículos, personas y/o mercaderías. La clasificación adoptada considera 4 categorías principales y una categoría adicional denominada "vías especiales" en la que se consideran aquellas que, por sus particularidades, no pueden asimilarse a las categorías principales.

**Vías Expresas:** Establecen la relación entre los sistemas viales interurbano y urbano. Transportan grandes volúmenes de vehículos, con circulación a alta velocidad y bajas condiciones de accesibilidad. No es permitido el estacionamiento, la descarga de mercaderías, ni el tránsito de peatones.

**Vías Arteriales:** Permiten el tránsito vehicular, con media o alta fluidez, baja accesibilidad. Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales.

**Vías Colectoras:** Sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes. Este tipo de vías, reciben muchas veces el nombre genérico de Jirón, Vía Parque, e inclusive Avenida.

**Vías Locales:** Su función principal es proveer acceso a los lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio. Por ellas transitan vehículos livianos, se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto. Este tipo de vías han recibido el nombre genérico de calles y pasajes.

**Vías de Diseño Especial:** Son todas aquellas cuyas características no se ajustan a la clasificación establecida anteriormente. Se puede mencionar a:

---

<sup>2</sup> Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas. Instituto de Construcción y Gerencia.

- Vías peatonales de acceso a frentes de lote.
- Pasajes peatonales, malecones, paseos.
- Vías que forman parte de parques, plazas o plazuelas.

**Tabla 2:** Parámetros de diseño vinculados a la Clasificación de Vías Urbanas

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VIAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
Velocidad de diseño	Entre 80 y 100 Km/hora. Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) vigente.	Entre 50 y 80 Km/hora. Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 40 y 60 Km/hora. Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 Km/hora. Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.
Características del flujo	Flujo ininterrumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos Deberán sincronizarse para Minimizar interferencias. Se permite el tránsito	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es Interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se Presentan	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito
	permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, ni circulación de peatones.	de diferentes tipos de vehículos. correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclovías.	porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de Bicicletas recomendándose la implementación de ciclovías.	de bicicletas.
Número de Carriles	Bidireccionales: 3 o Más carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 2 ó 3 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 1 ó 2 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 carriles Bidireccionales: 1 carril/sentido
Servicio de Transporte Público	En caso se permita debe desarrollarse por buses. Preferentemente en " Carriles Exclusivos " o "Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte público autorizado deber desarrollarse por buses. preferentemente en "Carriles Exclusivos " o " Carriles Solo Bus "con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía.	El transporte público, cuando es autorizado, se da generalmente en carriles mixtos, Debiendo Establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.	No permitido

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas-2005 del Instituto de la Construcción y Gerencia ICG.

## 2.2.2. Volúmenes de Tránsito

El tránsito es el flujo de vehículos que circula a través de una vía. El término tránsito incluye tanto a los vehículos en movimiento como en reposo.

### 2.2.2.1. Volumen de Tránsito:

Se realizan estudios de volúmenes de tránsito para recolectar datos del número de vehículos y/o peatones que pasan por un punto determinado de la carretera durante un periodo específico de tiempo. Este periodo de tiempo varía desde 15 minutos hasta un año, dependiendo del uso anticipado de los datos.

Este se define como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o una calzada, durante un periodo determinado<sup>3</sup>.

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

Donde:

- Q = Vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/periodo)
- N = Número total de vehículos que pasan (vehículos)
- T = Período determinado (unidades de Tiempo)

### 2.2.2.2. Volúmenes de Tránsito Absolutos o Totales:

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

- **Tránsito anual (TA):** es el número total de vehículos que pasan durante un año, en este caso T=1 año.
- **Tránsito mensual (TM):** es el número total de vehículos que pasan durante un mes, en este caso T = 1 mes.
- **Tránsito semanal (TS):** es el número total de vehículos que pasan durante una semana, en este caso T = 1 semana.
- **Tránsito diario (TD):** es el número de vehículos que pasan durante un día, en este caso T = 1 día.

---

<sup>3</sup> Fuente: Ingeniería de Tránsito - CalyCárdenas(2000), Pág. 152.

- **Tránsito horario (TH):** es el número total de vehículos que pasan durante una hora, en este caso  $T = 1$  hora.
- **Tasa de flujo o flujo (q):** es el número total de vehículos que pasan durante un período inferior a una hora, en este caso  $T < 1$  hora.

En todos los casos anteriores, los períodos especificados, un año, un mes, una semana, un día, una hora y menos de una hora, no necesariamente son de orden cronológico. Por lo tanto, pueden ser 365 días seguidos, 30 días seguidos, 7 días seguidos, 24 horas seguidas, 60 minutos seguidos y período en minutos seguidos inferiores a una hora (Cal y Cárdenas, 2000: 153).

### 2.2.2.3. Volúmenes de Tránsito Promedio Diarios:

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado, (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del periodo. De acuerdo al número de días de este periodo, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diario, dado en vehículos por día:

1. Tránsito promedio diario anual (TPDA)

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

2. Tránsito promedio diario mensual (TPDM)

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

3. Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

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

### 2.2.2.4. Volúmenes de Tránsito Horarios:

Con base en la hora seleccionada, se definen los siguientes volúmenes de tránsito horarios, dados en vehículos por hora: Cal y Cárdenas (2000).

- a) **Volumen horario máximo anual (VHMA):** es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o calzada durante un año

determinado. Es decir, es la hora de mayor volumen de las 8760 horas del año.

**b) Volumen horario de máxima demanda (VHMD):** es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los periodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular.

**c) Volumen horario-décimo, vigésimo, trigésimo-anual (10VH, 20VH, 30VH):** es el volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o calzada durante un año determinado, que es excedido por 9,19 y 29 volúmenes horarios, respectivamente. También se le denomina en horario de la 10<sup>a</sup>, 20<sup>ava</sup> y 30<sup>ava</sup> hora de máximo volumen.

### **2.2.3. Uso de los Volúmenes de Tránsito**

Los datos de volúmenes de tránsito se utilizan ampliamente en varios campos, en Ingeniería de Tránsito es utilizada para realizar estudios como:

- Análisis de capacidad y niveles de servicio en todo tipo de vialidades.
- Caracterización de flujos vehiculares.
- Zonificación de velocidades
- Necesidades de dispositivos para el control de tránsito
- Estudio de estacionamientos.

### **2.2.4. Características de los Volúmenes de Tránsito**

Dado el carácter dinámico que presentan los volúmenes de tránsito, es necesario conocer las variaciones periódicas que tiene el mismo dentro de las horas de máxima demanda, en las horas del día, en los días de la semana y en los meses del año. Así mismo, se debe considerar las variaciones de los volúmenes de tránsito en función de su distribución por carriles, su distribución direccional, y su composición.

#### **2.2.4.1. Distribución y Composición del Volumen de Tránsito<sup>4</sup>**

La distribución de los volúmenes de tránsito por carriles debe ser considerada, tanto en el proyecto como en la operación de calles y vías. Tratándose de tres o más carriles de operación en un sentido, el flujo se asemeja a una corriente

---

<sup>4</sup> Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas- 2005. Instituto de Gerencia y Construcción.

hidráulica. Así, al medir los volúmenes de tránsito por carril, en zona urbana, la mayor velocidad y capacidad, generalmente se logran en el carril del medio; las fricciones laterales, como paradas de autobuses y taxis y las vueltas izquierdas y derechas causan un flujo más lento en los carriles extremos, llevando el menor volumen el carril cercano a la acera.

**2.2.4.2. Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda:**

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de máxima demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo. Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no significa que el flujo sea constante durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora misma. Para la hora de máxima demanda, se llama factor de la hora de máxima demanda, FHMD, a la relación entre el volumen horario de máxima demanda, VHMD, y el flujo máximo ( $q_{m\acute{a}x}$ ), que se presenta durante un periodo dado dentro de dicha hora. Se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(q_{max})} \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

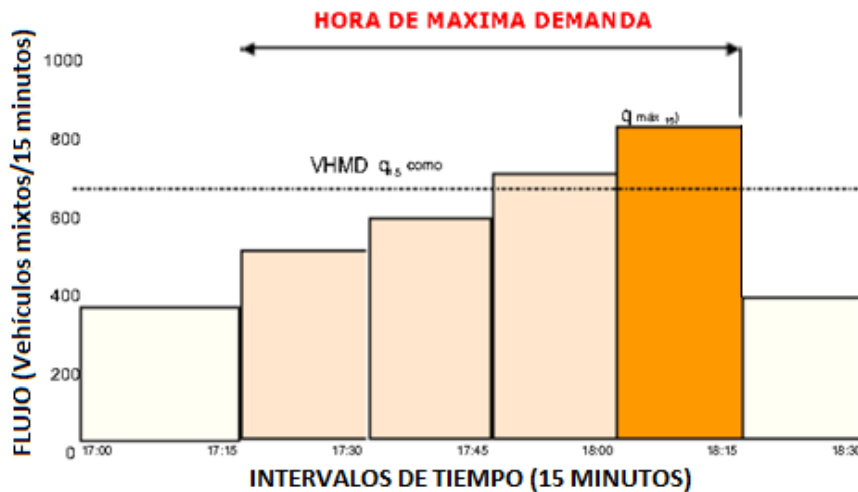
Los periodos dentro de la hora de máxima demanda pueden ser de 5, 10 ó 15 minutos, utilizándose este último con mayor frecuencia, en cuyo caso el factor de la hora de máxima demanda es:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(q_{max}15)} \dots \dots \dots (6)$$

El factor de la hora de máxima demanda es un indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos. Indica la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora. Su mayor valor es la unidad, lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora.



Valores bastante menores que la unidad indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora. (Cal y Cárdenas 2000).



**Figura 7:** Histograma de Variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda.

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 del Instituto de la Construcción y Gerencia ICG.

#### 2.2.4.3. Variación horaria del volumen de tránsito:

Las variaciones de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día, dependen del tipo de ruta, según las actividades que prevalezcan en ella, puesto que hay rutas de tipo turístico, agrícola, comercial, etc.

En las ciudades se tiene variación típica de la siguiente manera: la madrugada empieza con bajo volumen de vehículos, se va incrementando hasta alcanzar cifras máximas entre las 7:30 y 9:30 horas. De las 9:30 a las 13:00 horas bajas y empieza a ascender a las 14:00 y 15:00 horas. Disminuye entre las 14:00 y 18:00 horas, y asciende por última vez entre las 18:00 y las 20:00 horas. De esta hora en adelante tiende a bajar al mínimo en la madrugada.

#### 2.2.4.4. Variación diaria del volumen de tránsito:

En las vías de la ciudad, la variación de los volúmenes de tránsito diario no es muy pronunciada entre semana, están más o menos distribuidos en los días laborables, sin embargo, los volúmenes más altos ocurren los viernes. Vale mencionar, con referencia a la variación diaria de los volúmenes de tránsito tanto a nivel urbano como rural, que se presentan máximos en aquellos días de eventos especiales como Semana Santa, Navidad, fin de año, etc.

#### **2.2.4.5. Variación mensual del volumen de tránsito**

Hay meses que las calles y vías llegan mayores volúmenes que otros, presentando variaciones notables. Los más altos volúmenes de tránsito se registran en Semana Santa, en las vacaciones y a fin de año por las fiestas del mes de diciembre. Por esta razón los volúmenes de tránsito promedio diarios que caracterizan cada mes son diferentes, dependiendo también, en cierta manera, de la categoría y del tipo de servicio que prestan las calles y vías.

#### **2.2.5. Capacidad Vial y Niveles de Servicio:**

Estos conceptos se aplican a los sistemas de transporte para análisis, tanto de diseño como de operación. Para los especialistas en transporte urbano, los sistemas en cuestión son: autopistas urbanas, vías urbanas (arterias y calles), intersecciones semaforizadas o no, infraestructura para autobuses y transporte público, infraestructuras peatonales y para ciclistas.

La capacidad depende de las unidades en cuestión (peatones, vehículos particulares, transporte público, etc.), el periodo de tiempo, y el área de la infraestructura en cuestión (carriles, ancho de la calzada, etc.).

Para cada tipo de infraestructura se definen seis categorías de niveles de servicio, del "A" al "F". El nivel "A" se refiere a condiciones de volumen libre. El nivel "E" se refiere a condiciones de volumen a capacidad y el nivel "F" a condiciones de congestión crítica. En ingeniería de tránsito existen dos tipos definidos de infraestructura: vías de flujo continuo y de flujo discontinuo.

##### **a) Flujo Continuo:**

Las vías de flujo continuos no tienen elementos fijos que sean obstáculo al volumen de tránsito y que provoquen interrupciones, tales como semáforos, altos, etc.

##### Vías de Flujo Continuo:

Los siguientes son ejemplos de vías de volumen continuo:

- Autopistas
  - Tramos Básicos de Autopistas
  - Áreas de Entrecruzamiento
  - Enlaces
  - Sistemas de Autopistas

- Carreteras de Carriles Múltiples
- Carreteras de Dos Carriles

#### **b) Flujo Discontinuo:**

Las vías de flujo discontinuo tienen elementos fijos que provocan la interrupción del tráfico de manera periódica. Estos elementos son: semáforos, señales de alto, y otros tipos de control. Estos mecanismos producen paradas del tránsito, indiferentemente de la cantidad de vehículos que existe.

##### Infraestructura de Flujo Discontinuo:

Las siguientes son ejemplos de infraestructura de flujo discontinuo:

- Intersecciones Semaforizadas
- lintersecciones no Semaforizadas (controladas por señales de alto y ceda el paso)
- Arterias
- Transporte Público
- Peatones
- Bicicletas

#### **2.2.5.1. Capacidad Vial**

En las fases de planeación, estudio, proyecto y operación de vías y calles, la demanda de tránsito, presente o futura, se considera como una cantidad conocida. Una medida de la eficiencia con la que un sistema vial presta servicio a esta demanda, es su capacidad u oferta.

A parte del estudio de la capacidad de las vías y calles, el propósito que también generalmente se sigue es el de determinar la calidad del servicio que presta cierto tramo o componente vial. Teóricamente la capacidad ( $q_{m\acute{a}x}$ ) se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar una vía o calle. De manera particular, la capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos (peatones) que pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevaecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control.

### 2.2.5.2. Niveles de Servicio

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros.

Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

De los factores que afectan el nivel de servicio, se distinguen los internos y los externos. Los internos son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito, en el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o direccionales, etc. Entre los externos están las características físicas, tales como la anchura de los carriles, la distancia libre lateral, la anchura de acotamientos, las pendientes, etc.

El Manual de Capacidad de Carreteras de 2010 (HCM 2010), ha establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, que van del mejor al peor. Las condiciones de operación de estos niveles, se ilustran en la Figura 8.



Nivel de Servicio A



Nivel de Servicio B



Nivel de Servicio C



Nivel de Servicio D



Nivel de Servicio E



Nivel de Servicio F

**Figura 8:** Condiciones de operación de los niveles de servicio

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 del Instituto de la Construcción y Gerencia ICG.

## 2.2.6. Parámetros básicos de flujo vehicular, según el HCM 2010<sup>5</sup>:

### a) Volumen y flujo vehicular

Volumen y flujo son dos medidas que cuantifican el número de vehículos pasando sobre una sección determinada de la vía durante un intervalo de tiempo dado. Estas medidas se definen a continuación:

#### a.1. Volumen

Es el número total de vehículos que pasan sobre una sección determinada de la vía durante un intervalo de tiempo. Este intervalo de tiempo puede ser variable, pero comúnmente se expresa en términos de periodos anuales, diarios, por hora, o menores a una hora.

#### a.2. Flujo vehicular

Corresponde a la tasa equivalente por hora en la cual los vehículos pasan sobre una sección determinada de la vía durante un intervalo de tiempo menor a una hora, usualmente 15 minutos.

### b) Velocidad

Para caracterizar la velocidad que pueden lograr los usuarios en una vía se debe utilizar un valor representativo, debido a la amplia diversidad de velocidades individuales presentes en una corriente de tránsito.

<sup>5</sup> Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2010. Capítulo 17 Segmentos Urbanos.

Los parámetros básicos de velocidad aplicables a una corriente de tránsito en calles urbanas son los siguientes:

### **b.1. Velocidad promedio de viaje**

Esta corresponde a la longitud del segmento dividida por el tiempo promedio de viaje de los vehículos que atraviesan el segmento, incluyendo los tiempos de demora debido a las detenciones.

### **b.2. Velocidad de flujo libre**

Se define como la velocidad promedio de los vehículos en un segmento dado, medida en condiciones de bajo volumen, donde los conductores son libres de circular a la velocidad deseada y no se encuentran limitados debido a la presencia de otros vehículos o dispositivos de control de tránsito en la intersección aguas abajo (por ejemplo, semáforos, rotondas o señales de pare).

### **c) Demora**

La demora es una importante medida de desempeño en elementos de un sistema de flujo interrumpido. Existen variados tipos de demora, donde la demora por control es la principal medida de servicio en el HCM para evaluar el nivel de servicio en intersecciones semaforizadas. Esta demora es aquella provocada por la presencia de un dispositivo de control de tránsito en la intersección e incluye la demora producto de la desaceleración de los vehículos llegando a la intersección, el tiempo empleado en la detención, el tiempo dedicado al moverse hacia adelante en la cola y el tiempo necesario para acelerar a la velocidad deseada.

Otros tipos de demora utilizados son los siguientes:

- Demora geométrica: Es aquella demora causada por las características geométricas de la vía.
- Demora por incidente: Tiempo adicional de viaje experimentado como resultado de un incidente.
- Demora por tránsito: Demora causada por la interacción entre vehículos, obligando a los conductores a reducir su velocidad por debajo de la velocidad de flujo libre.

#### d) Índice de congestión

El ítem D ha sido obtenido de Congestión index report 2011.

El índice de congestión relaciona el tiempo de recorrido a través del segmento y el tiempo que se emplea en flujo libre mediante la siguiente ecuación:

$$CI = \frac{T_r}{T_l} \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

CI: Índice de congestión

$T_r$ : Tiempo de recorrido a través del segmento (seg)

$T_l$ : Tiempo de recorrido en condiciones de flujo libre (seg)

El índice de tiempo de viaje se puede entender relacionando el valor con un porcentaje. Si el índice es 1, entonces el tiempo promedio de viaje es el mismo que el tiempo de viaje en flujo libre, lo que significa que no hay congestión. Si el índice de congestión es 1.5 o mayor significa que el tiempo de viaje real es 150% del tiempo de flujo libre, o se tarda 1.5 veces más en recorrer un segmento de lo que sería en condiciones no congestionadas, por lo tanto, existe congestión.

#### 2.2.7. Capacidad vehicular

Es la máxima intensidad horaria de vehículos que tienen una probabilidad razonable de a travesar un perfil transversal o tramo uniforme de un carril o calzada durante un periodo definido de tiempo. El periodo de tiempo utilizado en la mayoría de los análisis de capacidad es de 15 minutos, debido a que se considera que ése es el intervalo más corto para el que puede presentarse una circulación más estable.

La intensidad de circulación es el número de vehículos que pasan por un perfil dado durante un intervalo de tiempo inferior a una hora, que generalmente es de 15 minutos. Se expresa en unidades de [veh/hora] teniendo en cuenta que no representa exactamente el número de vehículos por hora (Bañón 2000).

$$I = \frac{\text{Número de vehículos}}{T(\text{hrs})} \dots \dots \dots (8)$$

Las intensidades de circulación punta se relaciona con los volúmenes horarios por medio del factor de hora punta, el cual se define mediante la relación

existente entre el volumen total horario y la intensidad de circulación máxima producida en un periodo de 15 minutos dentro de la hora.

$$FHP = \frac{Q}{4 \cdot Q_{15}} \dots \dots \dots (9)$$

Donde:

FHP = Factor de hora punta

Q = Volumen horario (veh/h)

Q<sub>15</sub> = Volumen durante los 15 min de la hora (veh/15 min)

El factor de hora punta es un indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos. Indica la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora. Su mayor valor es la unidad, lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora. Valores bastante menores que la unidad indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora.

### **Grado de saturación**

Se define por grado de saturación al máximo número de vehículos que puede pasar por una sección de la vía en una hora. El grado de saturación relaciona el volumen vehicular con la capacidad de la vía mediante la siguiente ecuación:

$$x = \frac{v}{c} \dots \dots \dots (10)$$

Donde:

x = Grado de saturación

v = Flujo vehicular correspondiente a los 15 minutos en la hora punta (veh/h)

c = Capacidad vehicular (veh/h)

Además, si  $x \geq 1$  representa un flujo saturado y si  $x < 1$  representa un flujo no saturado.

## **2.2.8. Conceptos de calidad y nivel de servicio**

### **a) Calidad de servicio**

La calidad de servicio describe lo bien que opera una instalación de transporte desde la perspectiva del viajero. Esta calidad de servicio puede ser evaluada de



distintas formas, entre ellas están la observación directa de factores perceptibles por los viajeros (por ejemplo, velocidad y demora).

## **b) Nivel de servicio**

El nivel de servicio se define según la velocidad de viaje de los vehículos de paso por el segmento, expresada como un porcentaje de la velocidad de flujo libre base.

### **b.1. Nivel de servicio A**

Describe una operación principalmente de flujo libre, es decir, los vehículos están completamente sin impedimentos en su capacidad para maniobrar dentro de la corriente de tránsito y la demora por control en la intersección límite es mínima. La velocidad de viaje en este nivel excede el 85% de la velocidad de flujo libre base y la relación de volumen a la capacidad no es mayor que 1.

### **b.2. Nivel de servicio B**

Describe una operación razonablemente sin impedimentos, es decir, la capacidad para maniobrar dentro de la corriente de tránsito está sólo ligeramente restringida y la demora por control en la intersección límite no es significativa. La velocidad de viaje se encuentra entre 67% y 85% de la velocidad de flujo libre base y la relación de volumen a la capacidad no es mayor que 1.

### **b.3. Nivel de servicio C**

Describe una operación estable, donde la capacidad para maniobrar y cambiar de pista en los sectores medios del segmento puede ser más restringida que en el nivel de servicio B. Además, colas más largas en la intersección límite pueden contribuir a una disminución en las velocidades de viaje. La velocidad de viaje se encuentra entre 50% y 67% de la velocidad de flujo libre base y la relación de volumen a la capacidad no es mayor que 1.

### **b.4. Nivel de servicio D**

Indica una condición menos estable en la que pequeños aumentos en el flujo pueden causar aumentos sustanciales en la demora y disminuciones en la velocidad de viaje. Esta operación puede ser debido a progresión adversa de los semáforos, volumen alto o programación inapropiada de los semáforos en la

intersección límite. La velocidad de viaje se encuentra entre 40% y 50% de la velocidad de flujo libre base y la relación de volumen a la capacidad no es mayor que 1.

#### **b.5. Nivel de servicio E**

Se caracteriza por una operación inestable y demora significativa, las cuales pueden deberse a alguna combinación de progresión adversa, volumen alto o programación inapropiada de los semáforos en la intersección límite. La velocidad de viaje se encuentra entre 30% y 40% de la velocidad de flujo libre base y la relación de volumen a la capacidad no es mayor que 1.

#### **b.6. Nivel de servicio F**

Se caracteriza por un flujo a muy baja velocidad. La congestión se produce probablemente en la intersección límite, según se indica por alta demora y colas extensas. La velocidad de viaje es de 30% o menos de la velocidad de flujo libre base y la relación de volumen a la capacidad es mayor que 1.

### **2.2.9. Criterios para evaluar el nivel de servicio vehicular en segmentos de calles urbanas, según el HCM 2010.**

#### **Consideraciones generales**

- **Nivel de análisis**

El nivel de análisis describe el nivel de detalle utilizado en la aplicación de la metodología. Se reconocen tres niveles de análisis, que son: Operacional, diseño, ingeniería preliminar y planeamiento

El análisis operacional es la aplicación más detallada y requiere la mayor cantidad de información acerca del tránsito, geometría y condiciones de señalización.

El análisis en diseño también requiere información detallada acerca de las condiciones de tránsito y del nivel de servicio deseado, así como información sobre la geometría y condiciones de señalización.

El análisis en ingeniería preliminar y planeamiento requiere solamente los tipos más fundamentales de la información donde valores por defecto se utilizan como sustitutos de otros datos de entrada.

- **Periodo de estudio**

La metodología está basada en el supuesto de que las condiciones de tránsito son estables durante el período de análisis, es decir que un cambio sistemático en el tiempo es insignificante. Por esta razón, la duración del período de análisis se encuentra en el rango de 0,25 a 1 hora. En general, el analista debe tener precaución con los períodos de análisis que excedan de 1 hora ya que las condiciones de tránsito no son generalmente estables durante períodos de tiempo largos y porque el impacto adverso de horas pico en la demanda de tránsito puede no ser detectado en la evaluación.

- **Definición de segmento de calle urbana**

Para efectos de análisis, la calle urbana es separada en elementos individuales que son físicamente adyacentes y operan como una sola entidad en servicio de los viajeros. Comúnmente se encuentran dos elementos en un sistema de calles urbanas, que son puntos y enlaces. Un punto representa el límite entre enlaces y es representado por una intersección. Un enlace representa una longitud de camino entre dos puntos. Un enlace y sus puntos límites se denominan como un segmento.

### **2.2.10. Limitaciones de la metodología**

En general, la metodología descrita puede ser usada para evaluar el desempeño de la mayoría de los flujos de tránsito viajando a lo largo de un segmento de calle urbana. Sin embargo, la metodología no aborda todas las condiciones de tránsito o tipos de control. La inhabilidad para replicar la influencia de una condición o tipo de control en la metodología representa una limitación. Si se cree que una o más de estas limitaciones tiene una influencia importante en el desempeño de un segmento de calle específico, entonces el analista debe considerar el uso de métodos o herramientas alternativas.

### **2.2.11. Metodología para el análisis de segmentos de calles urbanas**

#### **a). Datos de entrada**

Los datos se presentan en la tabla 3 y son identificados como elementos de entrada. Ellos deben ser especificados por separado para cada dirección de viaje en el segmento y para cada intersección límite.

**Tabla 3:** Datos de entrada

<b>Categoría de datos</b>	<b>Elementos de entrada</b>
Características de tránsito	Flujo en el segmento
Diseño geométrico	Número de pistas
	Longitud de segmentos
	Longitud de mediana restrictiva
	Proporción de segmentos con solera
	Puntos de acceso
Otros	Duración del período de análisis
	Velocidad límite

**Fuente:** Tomado de Highway Capacity Manual 2010, p. irreg. (707)

A continuación, se describe cada elemento de entrada:

#### **a.1. Flujo en los puntos de acceso**

El flujo en puntos de acceso se define como el número de vehículos llegando a la intersección punto de acceso durante el período de análisis, dividido por la duración del período de análisis. Es necesario para todos los movimientos que intersectan en cada punto de acceso activo. Si el segmento tiene muchos puntos de acceso que se consideran inactivos pero que colectivamente tienen algún impacto en el flujo de tránsito, éstos se pueden combinar en un solo punto de acceso activo equivalente.

#### **a.2. Flujo en el segmento**

El flujo en el segmento se define como el número de vehículos viajando a lo largo del segmento durante el período de análisis, dividido por la duración del período de análisis. Este volumen se especifica por separado para cada dirección de viaje a lo largo del segmento. Si existen uno o más puntos de acceso a lo largo del segmento, entonces el flujo en el segmento se mide en un lugar ubicado entre estos puntos de acceso (o entre un punto de acceso y la intersección límite).

#### **a.3. Longitud de segmento**

Esta longitud es medida a lo largo del eje de la calle. Si existe diferencia en las dos direcciones de viaje, entonces debe ocuparse una longitud promedio.

#### **a.4. Longitud de mediana restrictiva**

La longitud de mediana restrictiva representa la longitud de la calle con una mediana restrictiva (por ejemplo, solera). Esta longitud es medida de esquina a

esquina de la mediana a lo largo del eje de la calle. Esta longitud no incluye la longitud de algunas aberturas de mediana en la calle.

#### **a.5. Proporción de segmento con solera**

La proporción de segmento con solera representa la porción de la longitud del enlace que tiene solera a lo largo del lado derecho del segmento. Esta proporción es calculada como la longitud de la calle con una sección transversal con solera, dividida por la longitud del enlace. La longitud es medida desde el comienzo de la sección transversal con solera hasta el fin de la sección transversal con solera. El ancho de entradas de autos no se descuenta de esta longitud. Este valor es conocido para cada dirección de viaje a lo largo del segmento.

#### **a.6. Número de puntos de acceso**

El número de puntos de acceso a lo largo de un segmento, representa la cantidad de entradas de autos no señalizadas y calles públicas aproximándose en el segmento, independientemente de la demanda de tránsito entrando en la aproximación. Este número es calculado separadamente para cada lado del segmento.

#### **a.7. Duración del período de análisis**

El período de análisis es el intervalo de tiempo considerado para la evaluación del desempeño. Esta duración está en el rango de 15 minutos a 1 hora, con mayores duraciones usadas para análisis de planeamiento.

#### **a.8. Velocidad límite**

La velocidad promedio de viaje es usada en la metodología para evaluar el desempeño del segmento. Esta se relaciona con la velocidad límite cuando la velocidad límite refleja el entorno y los factores geométricos que influyen la elección de velocidad por parte del conductor. Como tal, la velocidad límite representa una variable de entrada que puede ser usada convenientemente para estimar la velocidad de viaje limitando al mismo tiempo la necesidad de numerosos datos de entrada geométricos y del entorno del segmento.

### **b). Parámetros a utilizar en la evaluación**

#### **b.1. Tiempo en movimiento**

Un procedimiento para determinar el tiempo en movimiento en el segmento es descrito en este paso. Este procedimiento incluye el cálculo de la velocidad de

flujo libre, un factor de ajuste para la proximidad entre vehículos, y el tiempo en movimiento adicional debido a fuentes de demora. Cada cálculo se explica en los apartados siguientes, que culmina con el cálculo del tiempo en movimiento en el segmento.

### **b.1.1. Velocidad de flujo libre**

La velocidad de flujo libre representa la velocidad promedio de los vehículos que viajan a través de un segmento en condiciones de bajo volumen y sin demora debido a dispositivos de control de tránsito u otros vehículos. La determinación de la velocidad de flujo libre está basada en el cálculo de la velocidad de flujo libre base y un factor de ajuste para el espaciamiento entre señales.

#### **Velocidad de flujo libre base**

La velocidad de flujo libre base se define como la velocidad de flujo libre en segmentos largos. Esta incluye la influencia de la velocidad límite, densidad de puntos de acceso, tipo de mediana, presencia de solera y se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$S_{fo} = S_o + f_{cs} + f_A \dots \dots \dots (10)$$

Donde:

$S_{fo}$ : Velocidad de flujo libre base (mi/h)

$S_o$ : Velocidad constante (mi/h)

$f_{cs}$ : Factor de ajuste para sección transversal (mi/h)

$f_A$ : Factor de ajuste para puntos de acceso (mi/h)

La velocidad constante se determina con la siguiente ecuación:

$$S_o = 25.6 + 0.47 \cdot S_{pl} \dots \dots \dots (11)$$

Donde:

$S_{pl}$ : Límite de velocidad (mi/h)

$$f_{cs} = 1.5 * p_m - 0.47 * p_{curb} * p_m \dots \dots \dots (12)$$

Donde:

$p_m$ : Proporción del segmento con mediana restrictiva (decimal)

$p_{curb}$ : Proporción del segmento con solera del lado derecho (decimal)

$$f_A = -0.078 * D_a / N_{th} \dots \dots \dots (13)$$

Con:

$$D_a = 5280 * (N_{ap,s} + N_{ap,o}) / (L - W_i) \dots \dots \dots (14)$$

Donde:

$D_a$ : Densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/mi)

$N_{th}$ : Número de carriles del segmento en la dirección de viaje

$N_{ap,s}$ : Número de puntos de acceso por el lado derecho en la dirección de viaje

$N_{ap,o}$ : Número de puntos de acceso por el lado izquierdo en la dirección opuesta de viaje.

$W_i$ : Ancho de intersección semaforizada aguas arriba (ft)

Los valores para el factor de ajuste para sección transversal y factor de ajuste para puntos de acceso también pueden obtenerse teniendo en cuenta las siguientes tablas:

**Tabla 4:** Factor de ajuste para sección transversal

Velocidad límite (mi/h)	Velocidad constante $S_o$ (mi/h)	Tipo de mediana	Porcentaje con mediana restrictiva (%)	Ajuste para sección transversal fcs (mi/h)	
				Sin solera	Con solera
25	37.4	Restrictiva	20	0.3	-0.9
30	39.7		40	0.6	-1.4
35	42.1		60	0.9	-1.8
40	44.4		80	1.2	-2.2
45	46.8		100	1.5	-2.7
50	49.1	No Restrictiva	No aplica	0	-0.5
55	51.5	Sin mediana	No aplica	0	-0.5

Fuente: Tomado de Highway Capacity Manual 2010, p. irreg. (731)

**Tabla 5:** Factor de ajuste para sección transversal

Densidad de puntos de acceso $D_a$ (pts/mi)	Ajuste para puntos de accesos por carril, $f_A$ (mi/h)			
	1 carril	2 carril	3 carril	4 carril
0	0	0	0	0
2	-0.2	-0.1	-0.1	0
4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1
10	-0.8	-0.4	-0.3	-0.2
20	-1.6	-0.8	-0.5	-0.4
40	-3.1	-1.6	-1	-0.8
60	-4.7	-2.3	-1.6	-1.2

Fuente: Tomado de Highway Capacity Manual 2010, p. irreg. (731)

### **Ajuste por espaciamiento de señales**

La evidencia empírica sugiere que un segmento de corta longitud (cuando se define por las intersecciones semaforizadas límites) tiende a influir en la elección del conductor de la velocidad de flujo libre. Se ha encontrado que los segmentos más cortos tienen una baja velocidad de flujo libre cuando todos los otros factores se mantienen iguales. La siguiente ecuación es usada para calcular el valor de un factor de ajuste que considera esta influencia.

$$f_L = 1.02 - 4.7 * \frac{S_{f0} - 19.5}{\max(L_S, 400)} \leq 1.0 \dots \dots \dots (15)$$

Donde:

$f_L$ : Factor de ajuste por espaciamiento de señales (adimensional)

$S_{f0}$ : Velocidad de flujo libre base (mi/h)

$L_S$ : Distancia entre intersecciones semaforizadas adyacentes (ft)

### **Velocidad de flujo libre**

La velocidad de flujo libre es calculada basándose en las estimaciones de la velocidad de flujo libre y el factor de ajuste por espaciamiento de señales. Alternativamente, puede ser ingresada directamente por el analista, su ecuación es la siguiente:

$$S_f = S_{f0} * f_L \dots \dots \dots (16)$$

Donde:

$S_f$ : Velocidad de flujo libre (mi/h)

#### **b.1.2. Factor de ajuste por proximidad entre vehículos**

El factor de ajuste por proximidad ajusta el tiempo en movimiento en flujo libre para tener en cuenta el efecto de la densidad de tránsito. Los ajustes resultan en un incremento del tiempo en movimiento (y la correspondiente reducción en la velocidad) con un aumento del volumen. La reducción de la velocidad es un resultado de intervalos cortos de separación entre vehículos, asociados con el alto volumen y la predisposición de los conductores a ser más precavidos cuando los intervalos son cortos. La siguiente ecuación es usada para calcular el factor de ajuste por proximidad.



$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{V_m}{52.8 * N_{th} * S_f}\right)^{0.21}} \dots \dots \dots (17)$$

Donde:

fv: Factor de ajuste por proximidad

vm: Razón de flujo de demanda en el segmento (veh/h)

Nth: Número de carriles del segmento en la dirección de viaje

Sf: Velocidad de flujo libre (mi/h)

### b.1.3. Demora debido al giro de vehículos

Esta demora es incurrida por los vehículos que están siguiendo a los vehículos que giran pero que no giran en el punto de acceso.

Para la planificación y el análisis de servicio se utiliza la demora debido a vehículos que giran en los puntos de accesos mediante el uso del volumen medio del segmento. Los valores representan el retardo de los vehículos que giran a la izquierda y derecha, el valor obtenido se multiplica por el número de accesos del segmento para estimar el retardo debido a giros a la derecha e izquierda.

**Tabla 6:** Demora debido a los vehículos de giro

Volumen medio del segmento (veh/h/ln)	Demora de vehículos por el número de carriles (s/veh/pt)		
	1 carril	2 carril	3 carril
200	0.04	0.04	0.05
300	0.08	0.08	0.09
400	0.12	0.2	0.15
500	0.18	0.25	0.15
600	0.27	0.41	0.15
700	0.39	0.72	0.15

**Fuente:** Tomado de Highway Capacity Manual 2010, p. irreg. (733)

Los valores de tabla 6 representan el 10% de giros a la izquierda y 10% de giros a la derecha, desde el segmento hacia el acceso. Si los porcentajes de giro reales son menos de 10%, entonces los retrasos pueden reducirse proporcionalmente. Por ejemplo, si el punto de acceso sujeto tiene 5% giros a la izquierda y 5% giros a la derecha, a continuación, los valores se deben multiplicar por 0,5 (= 5/10).

#### b.1.4. Demora ocasionada por otros factores

Otros factores pueden causar que un conductor reduzca la velocidad o incurra en retraso mientras viaja a lo largo de un segmento. Por ejemplo, un vehículo que está completando una maniobra de estacionamiento en paralelo puede causar cierto retraso. Sin embargo, esta metodología sólo incluye procedimientos para estimar el retardo debido a los vehículos que giran.

#### b.1.5. Cálculo del tiempo en movimiento en el segmento

El tiempo en movimiento se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$t_R = \frac{6.0 - l_1}{0.0025 * L} * f_x + \frac{3600 * L}{5280 * S_f} * f_v + \sum_{i=1}^{N_{ap}} d_{ap,i} + d_{other} \dots \dots \dots (18)$$

Con:

$$f_x = \begin{bmatrix} 1.00 \text{ (Movimiento controlados por semáforos o señales pare)} \\ 0.00 \text{ (Movimiento no controlado)} \\ \min \left[ \frac{v_{th}}{c_{th}}, 1.00 \right] \text{ (Movimiento controlado por ceda el paso)} \end{bmatrix}$$

Donde:

$t_R$ : Tiempo en movimiento en el segmento

$l_1$ : Pérdida de tiempo en la partida = 2,0 si es semaforizado, y 2,5 si es pare o ceda el paso, (s).

$L$ : Longitud del segmento (ft)

$f_x$ : Factor de ajuste por tipo de control

$v_{th}$ : Razón de flujo de demanda a través del segmento (veh/h).

$c_{th}$ : Capacidad del movimiento a través del segmento (veh/h).

$d_{ap,i}$ : Demora debido a giros a la izquierda y derecha desde la calle hacia el punto de acceso, (s/veh).

$N_{ap}$ : Número de puntos de acceso influyentes que se aproximan a lo largo del segmento =  $N_{ap,s} + p_{ap,lt} N_{ap,o}$ , (puntos)

$N_{ap,s}$ : Número de puntos de acceso próximos en el lado derecho de la dirección de viaje, (puntos).

$N_{ap,o}$ : Número de puntos de acceso en el lado derecho opuesto a la dirección de viaje, (puntos).

$p_{ap,lt}$ : Proporción de  $N_{ap}$  que se puede acceder por un giro a la izquierda desde la dirección de viaje

$d_{other}$ : Demora debido a otras fuentes a lo largo del segmento, (s/veh).

Las demás variables han sido definidas previamente. Las variables  $l_1$ ,  $fx$ ,  $v_{th}$  y  $c_{th}$  usadas en el primer término de la ecuación se aplican al movimiento que sale del segmento en la intersección límite.

### **b.2. Tiempo de propagación vehicular**

El retardo que se produce a través de los vehículos que salen del segmento es la base para la estimación del tiempo de viaje. Se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$d_t = \frac{d_{th}v_tN_t + d_{sl}v_{sl}(1 - P_L) + d_{sr}v_{sr}(1 - P_R)}{v_{th}} \dots \dots \dots (19)$$

Donde:

$dt$ : Tiempo de propagación vehicular (s/veh)

$v_{th}$ : Demanda vehicular (veh/h)

$d_{th}$ : Retraso en el carril (s/veh)

$v_t$ : Flujo en el carril (veh/h/ln)

$N_t$ : Número de carriles (ln)

$d_{sl}$ : Retraso de vehículos que giran a la izquierda (s/veh)

$v_{sl}$ : Índice de flujo de los vehículos que giran a la izquierda (veh/h)

$d_{sr}$ : Retraso de vehículos que giran a la derecha (s/veh)

$v_{sr}$ : Índice de flujo de los vehículos que giran a la derecha (veh/h)

$P_L$ : Proporción de vehículos que giran a la izquierda (decimal)

$P_R$ : Proporción de vehículos que giran a la derecha (decimal)

### **b.3. Velocidad de desplazamiento**

La velocidad de movimiento se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$S_{T,seg} = \frac{3600 * L}{5280(t_R + d_t)} \dots \dots \dots (20)$$

Donde:

$ST_{seg}$ : Velocidad de desplazamiento vehicular a través del segmento (mi/h)

L: Longitud del segmento (ft)

$tR$ : Tiempo de recorrido (s)

$dt$ : Tiempo de propagación vehicular (s/veh)

#### b.4. Nivel de servicio

El nivel de servicio se calcula para ambas direcciones a lo largo del segmento, el cual está definido por dos criterios: el primer criterio relaciona a la velocidad de desplazamiento como un porcentaje de la velocidad de flujo libre base y el segundo criterio es la relación existente entre el volumen y la capacidad del segmento, tal como lo muestra la siguiente tabla:

**Tabla 7:** Niveles de servicio para segmentos urbanos

Velocidad de recorrido como un porcentaje de la velocidad de flujo libre base (%)	LOS por la relación entre el volumen y la capacidad	
	$\leq 1$	$> 1$
>85	A	F
> 67-85	B	F
> 50-67	C	F
> 40-50	D	F
> 30-40	E	F
$\leq 30$	F	F

**Fuente:** Tomado de Highway Capacity Manual 2010, p. irreg. (705)

La relación de volumen a la capacidad se calcula como el volumen dividido por la capacidad.

## **Definición de términos básicos.**

**Avenida:** Calle ancha de doble sentido con calzadas separadas por una berma central. Las vías arteriales y colectoras reciben el nombre de avenida.

**Aforo:** Cuantificación del número de vehículos que pasan por un punto, sección de un camino.

**Calle:** En el sentido más genérico es una vía pública en la zona urbana, con ingreso y salida, destinada al tránsito de peatones y/o vehículos.

**Calzada:** Es la parte de la sección de la vía, destinada a la circulación exclusiva de vehículos. También se le conoce como superficie de rodadura.

**Capacidad de vía:** Es el número máximo de pasajeros y/o vehículos de pasajeros que puede, mediante criterios establecidos, pasar por determinada vía, en un periodo de tiempo, en determinadas condiciones.

**Conductor:** Es la persona que tiene a su cargo el movimiento y dirección de un vehículo cualquiera, inclusive sin motor, generalmente denominado chofer.

**Densidad de Tránsito:** Es el número de vehículos que ocupan una unidad de longitud de carretera en un instante dado. Por lo general se expresa en vehículos por kilómetro.

**Demora:** Es el tiempo perdido por un vehículo debido a las causas más allá del control del conductor.

**Flujo Continuo:** Es la condición en la cual un vehículo recorre un tramo de un carril o vía, y no está obligado a parar por ninguna causa externa.

**Flujo Interrumpido<sup>1</sup>:** Es la condición en la cual un vehículo, en el recorrido por una vía, está obligado a parar por causas externas, tales como una intersección o señalización.

**Ingeniería de Tránsito:** Aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por calles y carreteras.

**Nivel de Servicio:** Es la medida cualitativa descriptora de las condiciones operativas de un flujo viario y de su percepción de los motoristas y/o pasajeros. Se describe generalmente estas condiciones en relación con variables tales como la velocidad y el tiempo de recorrido.

**Tiempo de recorrido:** Es el tiempo tomado por un vehículo para atravesar una sección dada en una vía.

**Tránsito:** Acción de transitar. Actividad de personas y vehículos que pasan por una calle, una carretera, etc.

**Vehículo:** Es un artefacto que sirve para transportar personas o cargas, impulsado por su propio motor, tracción o fuerza humana.

**Velocidad:** Se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Se expresa en km/h.

**Velocidad de recorrido:** También llamada velocidad global o de viaje, es el resultado de dividir la distancia recorrida, desde el inicio hasta el fin del viaje, entre el tiempo total que se empleó en recorrerla.

**Velocidad en Régimen Libre:** Es la velocidad media de los vehículos sobre las secciones de tramos arteriales que no están cerca de intersecciones con semáforos, observadas bajo condiciones de volumen de tráfico muy bajo, cuando los conductores no están restringidos por otros vehículos o por otros semáforos.

**Volumen de Tránsito:** Es el número de vehículos que pasa un punto determinado durante un periodo específico de tiempo.

**Vía:** Carretera, vía urbana o camino rural abierto a la circulación pública de vehículos y/o peatones.

**LOS:** Level of Service (Nivel de Servicio).

### **CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS**

El área de estudio se encuentra ubicada en el distrito de Cajamarca, departamento del mismo nombre, localizada al Norte del Perú.

<b>Departamento</b>	:	Cajamarca
<b>Provincia</b>	:	Cajamarca
<b>Distrito</b>	:	Cajamarca

La ciudad de Cajamarca, está situada a 2,719 msnm, con clima templado, seco y soleado. La temporada de lluvias es de diciembre a marzo. La investigación se realizó de forma puntual en el Jirón Leguía y José Gálvez entre los jirones Iquique y Avenida Perú de la ciudad de Cajamarca entre los meses de noviembre a diciembre del año 2017.

Los jirones son los siguientes:

- **Jr. Leguía:**
  - Iquique – Chanchamayo
  - Chanchamayo – Marañón
  - Marañón – Amazonas
- **Jr. José Gálvez:**
  - Amazonas – Amalia Puga
  - Amalia Puga – Del Comercio
  - Del Comercio – Junín
  - Junín – Huánuco
  - Huánuco – Unión
  - Unión – Sullana
  - Sullana – Av. Perú

## Ubicación Geográfica:

**Tabla 8:** Coordenadas UTM y coordenadas geográficas de las vías en estudio

AVENIDA/VÍA URBANA	PUNTO	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRÁFICAS			
		NORTE	SUR	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	
JR. LEGUÍA	Iquique	A	9208906	774296	78°30' 59.50" w	7°09' 00.80" S	2718
	Chanchamayo	B	9208706	774112	78°31' 05.40" w	7°09' 07.30" S	2723
	Marañón	C	9208610	774032	78°31' 08.00" w	7°09' 10.30" S	2727
	Amazonas	D	9208517	773950	78°31' 10.70" w	7°09' 13.40" S	2729
JR. JOSÉ GÁLVEZ	Amalia Puga	E	9208445	773885	78°31' 12.80" w	7°09' 15.80" S	2733
	El comercio	F	9208361	773810	78°31' 15.30" w	7°09' 18.50" S	2736
	Junín	G	9208251	773712	78°31' 18.40" w	7°09' 22.20" S	2744
	Huánuco	H	9208140	773611	78°31' 21.70" w	7°09' 25.70" S	2755
	Unión	I	9208091	773566	78°31' 23.20" w	7°09' 27.40" S	2760
	Sullana	J	9207995	773479	78°31' 26.00" w	7°09' 30.50" S	2770
	Av. Perú	K	9207852	773351	78°31' 30.10" w	7°09' 35.20" S	2788

Elaboración Propia

### a) Procedimiento.

Se realizó la investigación y selección de la zona de estudio teniendo en cuenta los problemas de la vialidad que existe actualmente en la ciudad de Cajamarca. El estudio tiene la finalidad de determinar el nivel de servicio de las vías antes mencionadas, las cuales en la actualidad atraviesan por problemas congestionamiento en horas punta.

A continuación, se describe detalladamente cada uno de los pasos a seguir para la realización del presente estudio:

1. Se inicia con la recopilación de la información, para la cual se realizó un aforo vehicular en forma manual en los tramos de las vías a intervenir. Para realizar el aforo se utiliza el formato de aforo vehicular (tabla 8), en el cual se debe registrar el número de vehículos por categoría en intervalos de 15 minutos, iniciándose el registro desde las 6:30 a.m. hasta las 8:00 p.m.



**Tabla 9:** Formato para Aforo de Tráfico Vehicular.

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD								VHMD (veh/h)	
		MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION		TOTAL
06:30	06:45										
06:45	07:00										
07:00	07:15										
07:15	07:30										

Fuente: Propia.

2. Los datos obtenidos se procesan con la ayuda de hojas de cálculo Excel, realizando el análisis de flujo vehicular para cada tramo. Esto implica determinar entre otros el volumen de tránsito vehicular y el porcentaje por clase de vehículo que transitan en las horas evaluadas, el volumen horario de máxima demanda y el factor horario de máxima demanda, para cada caso se hace uso de la fórmula correspondiente.
3. Una vez determinado el volumen horario de máxima demanda, se recurre a las avenidas nuevamente para realizar el estudio de velocidades, en este caso la velocidad de recorrido, el cual se hace en la hora de mayor demanda. La toma de datos se realiza en cada tramo y consiste en cronometrar los tiempos de recorrido de una cantidad determinada de vehículos, establecida mediante fórmulas estadísticas (tamaño de muestra), a su paso por el tramo en estudio, anteriormente se debe fijar la distancia de recorrido.
4. Finalmente, con las ecuaciones formuladas por el HCM 2010, se determina el nivel de servicio, para esto se emplea la tabla de Nivel de Servicio en segmentos urbanos, tabla de doble entrada, que recurre a los valores de la relación entre la velocidad de desplazamiento con la velocidad de flujo libre base y la relación entre el volumen y la capacidad para establecer el nivel de servicio de cada vía, objetivo de la investigación.

## b) Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.

La recolección de información se hizo a través de la observación directa, tanto para cuantificar el número de vehículos que transitan por las vías (aforo), como para la obtención de los tiempos de recorrido de los vehículos, en el primero se realizó conjuntamente con el llenado del cuadro de aforo respectivo; y para el segundo haciendo uso de cronómetros y wincha, esta última para determinar la distancia de recorrido.

Para determinar el nivel de servicio, resultado final de la investigación, se utilizó la tabla de nivel de servicio del Manual de Capacidad de Carreteras, propuesta en el marco teórico (Tabla 6).

### - Tipo de Investigación:

Por lo tanto, de acuerdo a la investigación planteada y en función de sus objetivos se incorpora el tipo de investigación descriptiva.

### Estudio de Flujo Vehicular:

**Tabla 10:** Puntos de conteo para aforo vehicular y tramo a evaluar por cada vía en estudio.

Punto de Conteo	Jirones en estudio	Tramo a evaluar (sentido de Flujo)
1	Jr. Leguía	Iquique - Chanchamayo
2	Jr. Leguía	Chanchamayo - Marañón
3	Jr. Leguía	Marañón - Amazonas
4	Jr. José Gálvez	Amazonas - Amalia Puga
5	Jr. José Gálvez	Amalia Puga - El Comercio
6	Jr. José Gálvez	El Comercio - Junín
7	Jr. José Gálvez	Junín - Huánuco
8	Jr. José Gálvez	Huánuco - Unión
9	Jr. José Gálvez	Unión- Sullana
10	Jr. José Gálvez	Sullana - Av. Peru

**Tabla 11:** Clase de vehículos considerados en el estudio.

Mototaxis	Vehículos livianos	Buses	Camiones
Mototaxis	Autos, taxis, camionetas y combis	Minibuses y buses	Camiones

## - **Análisis de Flujo Vehicular:**

De acuerdo a lo que indica el Manual de vías urbanas del ICG, respecto a la variación diaria del volumen de tránsito (ítem 4.1.4.4 de dicho manual), la cual señala que los valores máximos de flujo vehicular en vías urbanas en el Perú se generan dentro de semana.

Para este estudio y con el objetivo de determinar el Nivel de Servicio de las vías, se trabajó con el promedio del conteo vehicular de 5 días dentro de la semana.

La toma de datos se realizó desde el lunes 13/11/2017.

Para realizar la evaluación del nivel de servicio vehicular del tramo estudiado se utilizó el siguiente procedimiento:

Pasos realizados para la evaluación del nivel de servicio vehicular del tramo de vía estudiado aplicando la metodología del HCM 2010.

- **PASO 1:** Determinar los elementos de entrada.
- **PASO 2:** Determinar el tiempo en movimiento.
- **PASO 3:** Determinar el tiempo de propagación vehicular.
- **PASO 4:** Determinar la velocidad de desplazamiento.
- **PASO 5:** Determinar el Nivel de Servicio.

La evaluación del nivel de servicio vehicular se ha realizado de manera conjunta para todos los segmentos; a continuación, se presentan los datos obtenidos para cada caso.

### **Paso 1: Datos de entrada**

Los datos necesarios para la evaluación del nivel de servicio son: longitud de segmento, capacidad y flujo vehicular, ancho de intersección semaforizada, límite de velocidad y números de puntos de acceso al segmento; estos datos han sido determinados mediante aforos vehiculares, observación en campo y levantamiento topográfico.

### **Características de los segmentos**

Los estudios realizados en campo permitieron determinar las características en planta y sección del tramo estudiado, observándose que este cuenta con dos carriles, sin separadores centrales.

**Tabla 12:** Características de los segmentos

Descripción	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4	Segmento 5	Segmento 6	Segmento 7	Segmento 8	Segmento 9	Segmento 10
Longitud de segmento (m)	271.87	125.44	121.01	103.07	110.19	151.54	142.38	67.07	129.81	191.63
Número de carriles	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Número de accesos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ancho promedio de calzada (m)	8	5.6	6	5.8	5.6	7	6.4	6	6	6
Bombeo de 2%	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Cuneta	Cuneta	Cuneta	Alcantarilla	Alcantarilla	Alcantarilla	Alcantarilla	Cuneta	Cuneta	Cuneta
Presencia de cunetas	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Presencia de alcantarillas	No	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	No
Presencia de tapas de concreto para alcantarillas	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Ancho de cunetas (m)	0.6	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Dimensiones de alcantarillas (m)				0.7X1.5	0.7X1.5	0.7X1.5	0.7X1.5			

### Composición del tráfico:

La composición del tráfico se ha determinado luego de realizar aforos vehiculares diarios, posteriormente se determinó la composición vehicular total del tramo de vía estudiado. A continuación, se muestran los aforos realizados en campo, por tramos o segmentos, realizados desde el jirón Iquique hasta la Av. Perú, la cual cuenta con diez segmentos definidos, se halló el nivel de serviciabilidad de dichos segmentos, utilizando las ecuaciones del HCM 2010.

**a) Jr. Leguía (sentido de flujo: Jr. Iquique – Jr. Chanchamayo).**

**Tabla 13:** Aforo Vehicular (TPDS) en el Jr. Leguía (hacia la AV. Perú).

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD									VHMD (veh/h)
		MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	TOTAL	
06:30	06:45	118	19	37	6	33	3	2	0	218	914
06:45	07:00	131	13	29	5	37	0	3	1	219	917
07:00	07:15	155	18	28	7	22	0	0	5	235	917
07:15	07:30	143	19	40	9	26	0	2	3	242	893
07:30	07:45	138	15	26	9	28	0	2	3	221	900
07:45	08:00	120	17	29	14	37	0	2	0	219	906
08:00	08:15	133	10	27	11	24	1	4	1	211	922
08:15	08:30	144	17	39	13	30	0	4	2	249	950
08:30	08:45	152	11	28	8	26	0	0	2	227	914
08:45	09:00	139	17	31	16	26	3	1	2	235	904
09:00	09:15	141	14	31	12	34	0	2	5	239	889
09:15	09:30	126	8	37	11	27	2	1	1	213	876
09:30	09:45	117	19	36	12	30	1	0	2	217	851
09:45	10:00	138	13	29	10	29	0	1	0	220	847
10:00	10:15	131	11	29	13	33	0	3	6	226	813
10:15	10:30	120	11	21	4	27	1	2	2	188	790
10:30	10:45	133	9	34	6	29	2	0	0	213	834
10:45	11:00	114	15	21	10	19	0	2	5	186	869
11:00	11:15	116	19	27	9	25	1	4	2	203	891
11:15	11:30	148	11	32	4	25	2	5	5	232	883
11:30	11:45	147	10	42	5	35	1	4	4	248	864
11:45	12:00	111	15	30	6	34	0	7	5	208	831
12:00	12:15	117	8	33	10	19	1	4	3	195	847
12:15	12:30	124	13	35	4	29	0	4	4	213	880
12:30	12:45	112	16	33	11	37	1	1	4	215	920
12:45	13:00	131	17	29	11	31	0	4	1	224	944
13:00	13:15	140	16	29	9	33	0	1	0	228	952
13:15	13:30	131	28	36	13	38	3	1	3	253	956
13:30	13:45	133	19	42	11	29	3	0	2	239	912
13:45	14:00	129	19	39	16	22	0	3	4	232	885
14:00	14:15	120	17	38	13	37	0	3	4	232	863
14:15	14:30	129	16	23	10	29	0	2	0	209	855
14:30	14:45	113	17	32	12	33	0	4	1	212	871
14:45	15:00	133	22	21	6	25	0	1	2	210	866
15:00	15:15	136	17	35	12	21	0	3	0	224	874
15:15	15:30	114	27	28	15	38	1	2	0	225	873
15:30	15:45	115	9	37	8	33	0	4	1	207	885
15:45	16:00	124	15	40	8	28	0	2	1	218	898
16:00	16:15	123	18	35	7	35	0	1	4	223	869
16:15	16:30	129	15	40	9	39	0	2	3	237	862
16:30	16:45	116	17	36	13	29	2	4	3	220	834
16:45	17:00	113	14	25	9	21	3	4	0	189	833
17:00	17:15	117	21	27	11	37	2	0	1	216	842
17:15	17:30	118	22	29	8	28	0	2	2	209	853

17:30	17:45	131	9	37	9	27	2	2	2	219	865
17:45	18:00	125	18	21	10	21	0	0	3	198	860
18:00	18:15	127	16	35	11	31	0	4	3	227	868
18:15	18:30	112	17	40	17	26	3	5	1	221	838
18:30	18:45	123	13	36	9	28	0	4	1	214	835
18:45	19:00	107	16	44	15	21	0	1	2	206	807
19:00	19:15	120	12	29	12	23	0	0	1	197	761
19:15	19:30	127	22	44	9	12	2	1	1	218	
19:30	19:45	98	18	39	10	17	0	4	0	186	
19:45	20:00	91	18	38	5	8	0	0	0	160	
TOTAL		6793	853	1768	533	1521	40	124	113	11745	

**Tabla 14:** Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.

DIAS	MOTOTAXIS	VEHICULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL
	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	
Lunes	6647	865	1668	565	1439	41	128	99	<b>11452</b>
Martes	6634	798	1738	489	1406	49	131	106	<b>11351</b>
Miércoles	6793	853	1768	533	1521	40	124	113	<b>11745</b>
Jueves	6730	834	1792	514	1503	68	126	123	<b>11690</b>
Viernes	6678	897	1793	599	1457	67	120	111	<b>11722</b>
<b>TPDS</b>	6696	849	1752	540	1465	53	126	110	<b>11592</b>
<b>% Participación</b>	57.77%	7.33%	15.11%	4.66%	12.64%	0.46%	1.09%	0.95%	100.00%

### Variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda.

Hora de Máxima demanda: 13:15 p.m. - 14:15 p.m.

**Tabla 15:** Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).

Período (horas: minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehículos mixtos)	VHMD (veh/h)
<b>13:15 - 13:30</b>	<b>253</b>	<b>956</b>
13:30 - 13:45	239	
13:45 - 14:00	232	
14:00 - 14:15	232	

Ahora encontramos la **intensidad vehicular (capacidad vehicular)**, el **factor de hora punta** y el **grado de saturación** para cada segmento. A continuación, se muestra el cálculo de estos valores para el segmento I:

- Capacidad Vehicular:

$$I = \frac{\text{Número de vehículos}}{T(\text{hrs})} = \frac{253}{0.25} = 1012 \text{ veh/h}$$

$$I = 1012 \text{ veh/h}$$

- Factor de Hora Pico

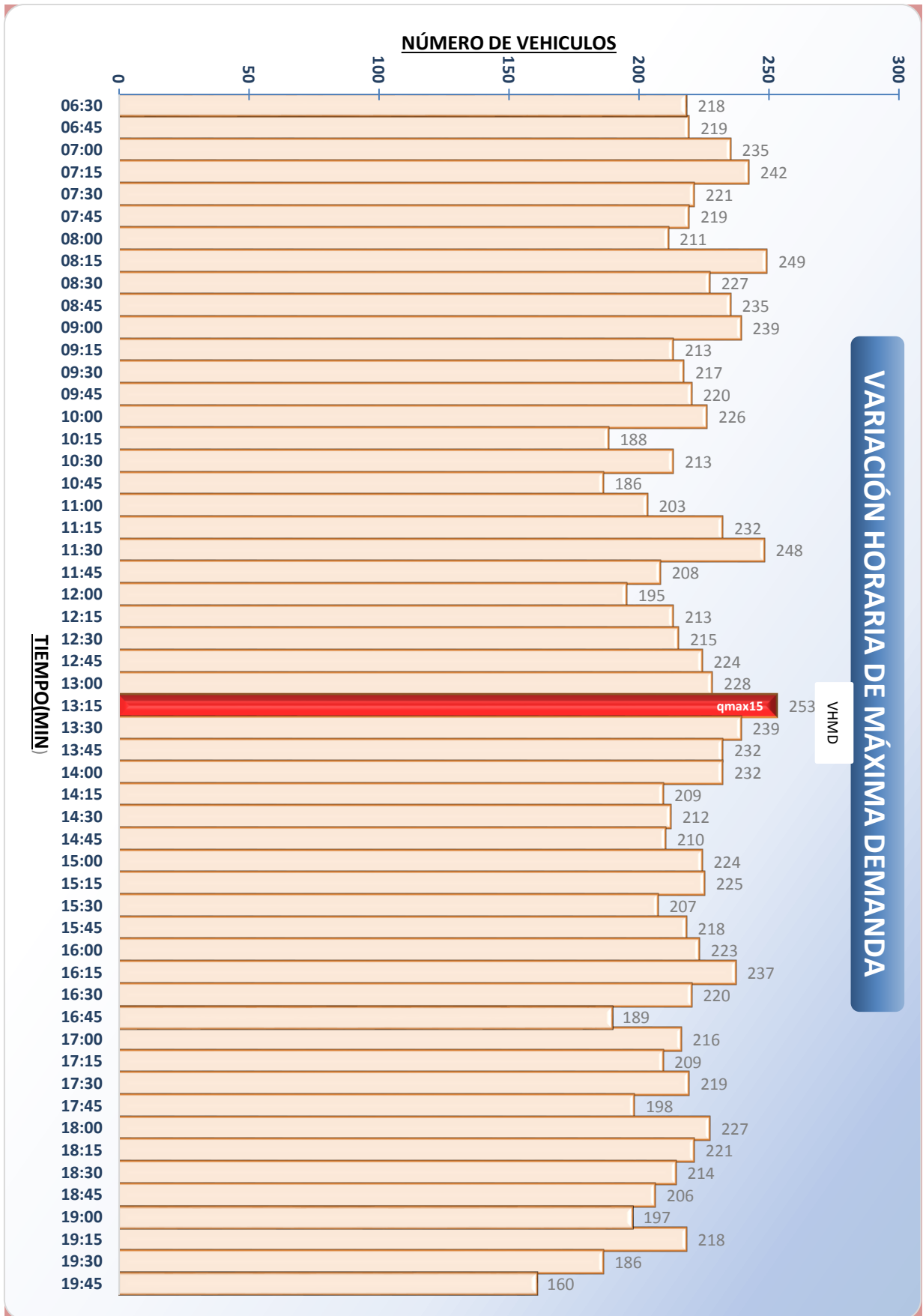
$$FHP = \frac{Q}{4 \cdot Q_{15}} = \frac{956}{4 * 253} = 0.94$$

$$FHP = 0.94$$

- Grado de Saturación

$$x = \frac{v}{c} = \frac{(253/0.25)}{1012} = 1$$

$$x = 1$$

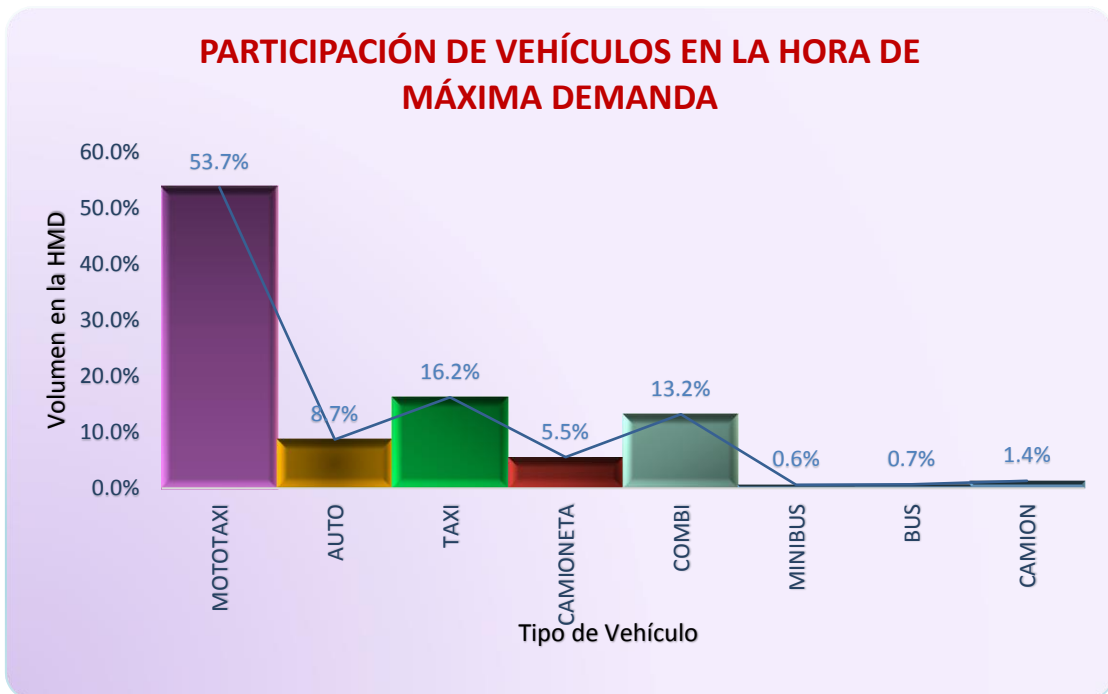


**Figura 9:** Histograma de la Variación de Volumen de Tránsito, en la hora de máxima demanda para el Jr. Leguía (Iquique - Chanchamayo).





**Figura 10:** Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm).



**Figura 11:** Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.

**b) Jr. Leguía (sentido de flujo: Jr. Chanchamayo – Jr. Marañón).**

**Tabla 16:** Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón Leguía (hacia la av. Perú).

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD									VHMD (veh/h)
		MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	TOTAL	
06:30	06:45	128	22	37	9	21	0	1	4	222	867
06:45	07:00	122	20	32	11	24	1	4	3	217	851
07:00	07:15	120	23	42	8	20	0	0	4	217	854
07:15	07:30	119	23	37	8	15	1	4	4	211	849
07:30	07:45	117	18	38	8	23	0	0	2	206	853
07:45	08:00	127	21	39	9	23	0	1	0	220	856
08:00	08:15	126	25	28	10	19	1	1	2	212	844
08:15	08:30	128	17	36	9	21	0	2	2	215	852
08:30	08:45	118	20	40	11	18	0	2	0	209	857
08:45	09:00	117	24	37	4	22	1	1	2	208	863
09:00	09:15	129	28	36	8	16	0	3	0	220	883
09:15	09:30	123	23	37	9	25	0	1	2	220	877
09:30	09:45	123	24	37	11	18	1	1	0	215	876
09:45	10:00	128	17	41	12	22	2	3	3	228	879
10:00	10:15	125	16	35	13	25	0	0	0	214	862
10:15	10:30	127	22	26	11	29	1	2	1	219	871
10:30	10:45	116	12	39	13	37	0	0	1	218	867
10:45	11:00	123	19	33	12	21	0	3	0	211	868
11:00	11:15	128	16	37	13	27	0	0	2	223	876
11:15	11:30	123	20	35	10	22	1	2	2	215	860
11:30	11:45	122	25	27	15	27	0	0	3	219	855
11:45	12:00	121	26	35	11	21	0	2	3	219	857
12:00	12:15	114	21	39	7	22	1	1	2	207	844
12:15	12:30	126	18	35	9	22	0	0	0	210	840
12:30	12:45	132	19	38	6	21	1	3	1	221	855
12:45	13:00	112	21	32	9	28	0	2	2	206	848
13:00	13:15	117	18	37	7	19	0	2	3	203	870
13:15	13:30	128	22	32	8	32	0	2	1	225	915
13:30	13:45	121	21	36	9	23	0	3	1	214	900
13:45	14:00	127	23	34	10	28	1	3	2	228	907
14:00	14:15	134	25	38	13	31	0	4	3	248	892
14:15	14:30	127	14	29	8	25	2	2	3	210	852
14:30	14:45	116	24	34	11	31	0	3	2	221	865
14:45	15:00	120	23	31	9	23	1	2	4	213	866
15:00	15:15	117	22	32	10	23	0	3	1	208	858
15:15	15:30	126	24	34	9	26	0	4	0	223	865
15:30	15:45	122	27	33	6	29	0	4	1	222	840
15:45	16:00	121	19	30	8	22	2	2	1	205	825
16:00	16:15	122	23	39	7	20	0	4	0	215	826
16:15	16:30	113	18	33	8	19	0	4	3	198	827
16:30	16:45	116	16	39	9	23	0	3	1	207	824
16:45	17:00	122	14	34	10	22	0	3	1	206	823
17:00	17:15	117	24	39	9	24	0	2	1	216	819

17:15	17:30	110	20	28	11	23	0	2	1	195	819
17:30	17:45	114	26	36	8	22	0	0	0	206	842
17:45	18:00	118	18	29	6	28	2	1	0	202	861
18:00	18:15	118	21	37	9	26	0	3	2	216	868
18:15	18:30	121	19	41	10	21	0	2	4	218	866
18:30	18:45	117	21	45	7	33	0	0	2	225	861
18:45	19:00	117	23	31	9	24	0	3	2	209	842
19:00	19:15	117	15	42	8	29	0	2	1	214	827
19:15	19:30	113	22	47	7	24	0	0	0	213	
19:30	19:45	116	22	38	8	18	0	3	1	206	
19:45	20:00	108	18	42	6	20	0	0	0	194	
TOTAL		6529	1122	1928	496	1277	19	105	86	11562	

**Tabla 17:** Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.

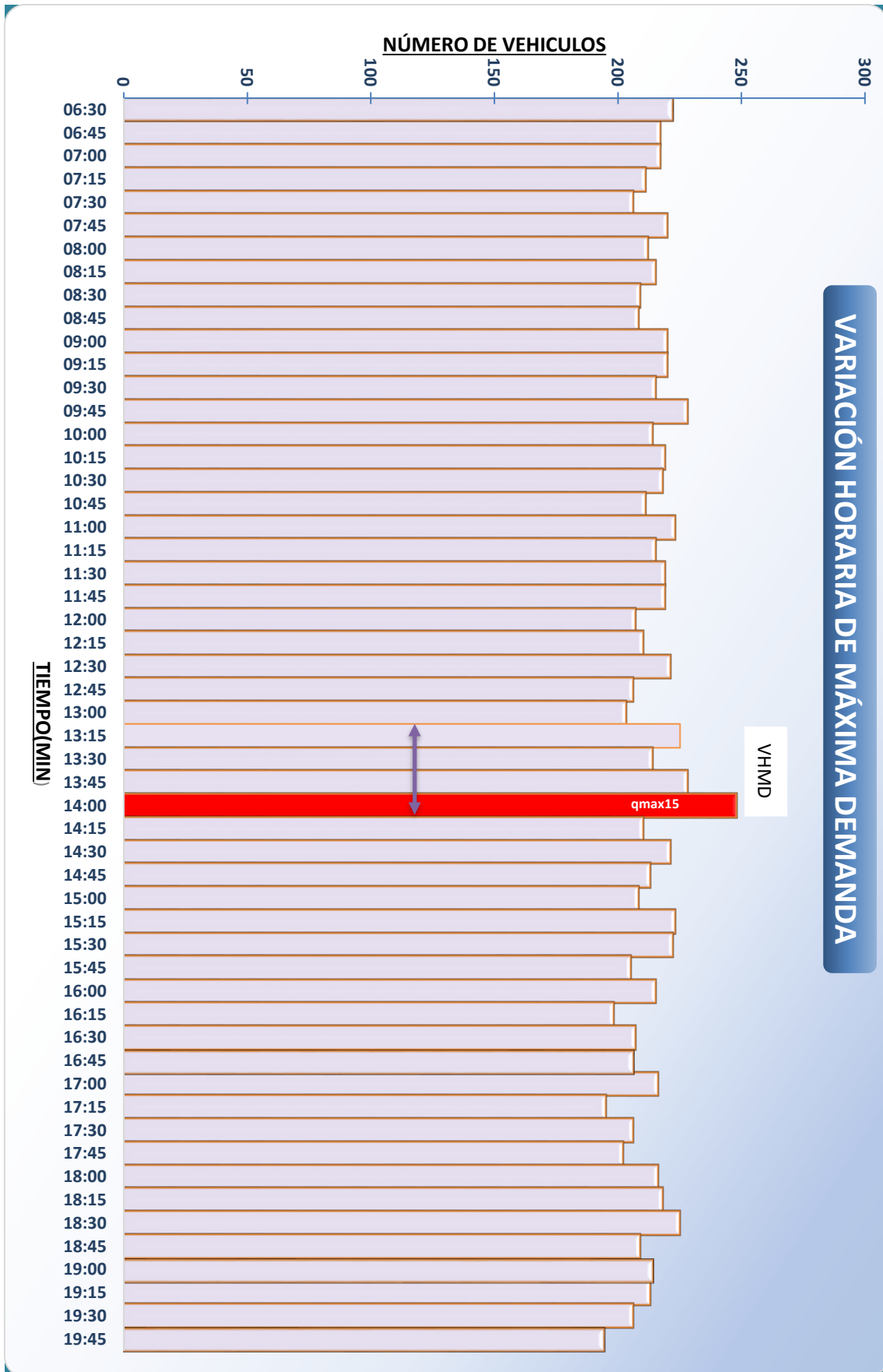
DIAS	MOTOTAXIS	VEHICULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL
	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	
Lunes	6563	1056	1846	475	1314	38	103	70	<b>11465</b>
Martes	6443	1144	1879	445	1255	33	108	86	<b>11393</b>
Miércoles	6529	1122	1928	496	1277	19	105	86	<b>11562</b>
Jueves	6490	1066	1894	448	1287	25	95	94	<b>11399</b>
Viernes	6574	1079	1912	470	1278	40	97	89	<b>11539</b>
<b>TPDS</b> %	6520	1093	1892	467	1282	31	102	85	<b>11472</b>
<b>Participación</b>	56.83%	9.53%	16.49%	4.07%	11.18%	0.27%	0.89%	0.74%	<b>100.00%</b>

### Variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda.

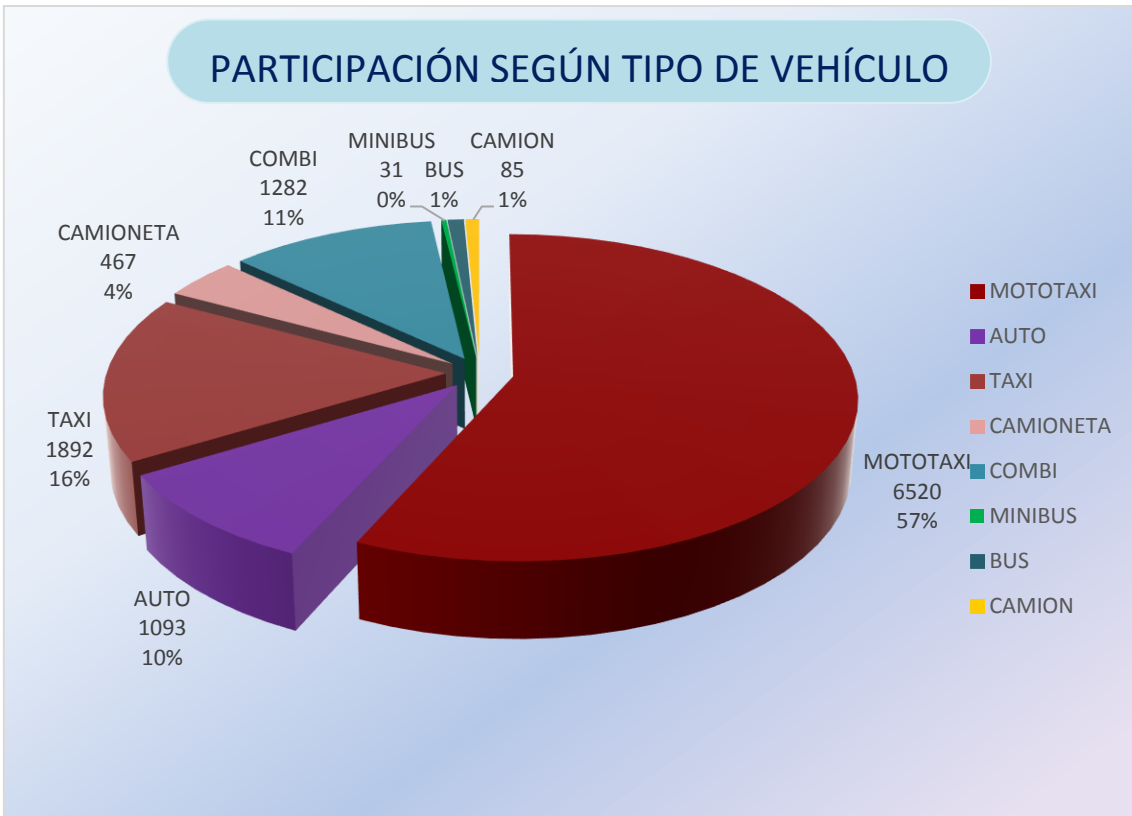
Hora de Máxima demanda: 13:15 p.m. - 14:15 p.m.

**Tabla 18:** Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).

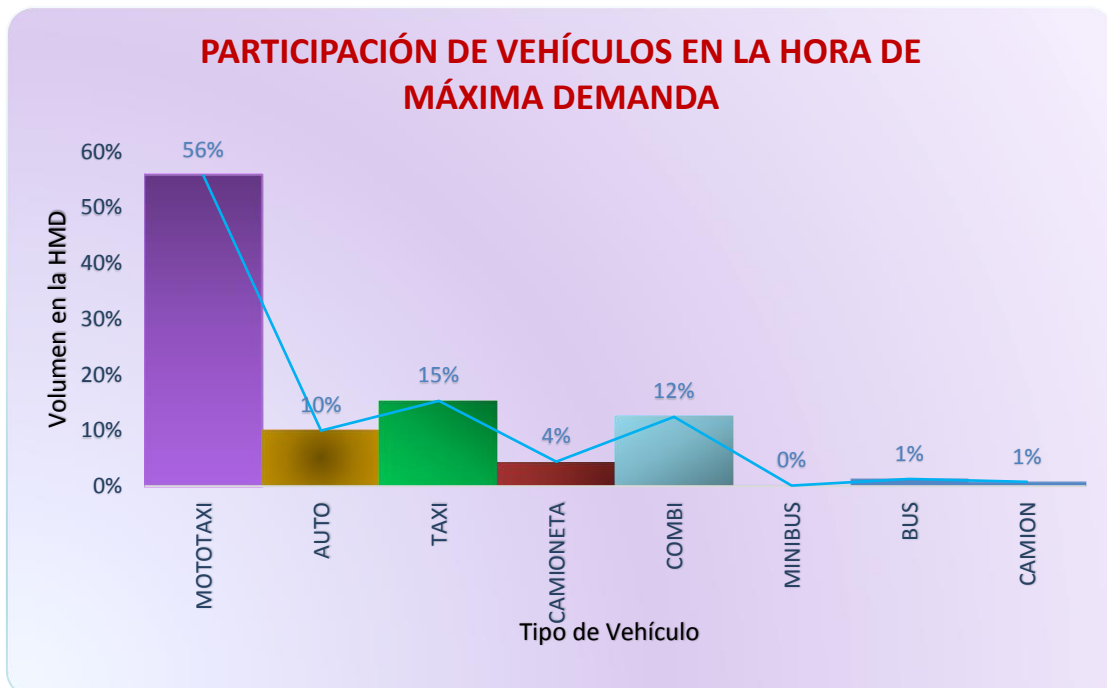
Período (horas: minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehículos mixtos)	VHMD (veh/h)
13:15 - 13:30	225	<b>915</b>
13:30 - 13:45	214	
13:45 - 14:00	228	
<b>14:00 - 14:15</b>	<b>248</b>	



**Figura 12:** Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. Leguía (Chanchamayo - Marañón).



**Figura 13:** Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm).



**Figura 14:** Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.

c) Jr. Leguía (sentido de flujo: Jr. Marañón – Jr. Amazonas).

Tabla 19: Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón Leguía (hacia la Av. Perú).

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD									VHMD (veh/h)
		MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	TOTAL	
06:30	06:45	117	20	50	15	25	1	2	0	230	933
06:45	07:00	118	29	60	10	31	0	1	1	250	927
07:00	07:15	115	23	55	8	29	0	3	2	235	914
07:15	07:30	110	20	50	12	22	0	1	3	218	918
07:30	07:45	110	22	48	15	24	1	3	1	224	925
07:45	08:00	113	24	56	12	27	0	3	2	237	943
08:00	08:15	119	24	54	9	27	0	3	3	239	949
08:15	08:30	112	25	49	9	26	2	0	2	225	942
08:30	08:45	119	30	44	15	29	0	4	1	242	948
08:45	09:00	122	22	56	14	22	2	4	1	243	951
09:00	09:15	112	14	59	11	29	0	4	3	232	927
09:15	09:30	103	27	55	9	33	1	3	0	231	912
09:30	09:45	115	29	49	15	31	1	4	1	245	894
09:45	10:00	101	23	56	14	21	0	2	2	219	857
10:00	10:15	109	20	51	15	17	0	3	2	217	869
10:15	10:30	101	20	50	19	18	0	4	1	213	866
10:30	10:45	100	14	41	14	30	1	5	3	208	882
10:45	11:00	118	20	48	17	21	0	4	3	231	908
11:00	11:15	113	14	41	14	27	1	2	2	214	909
11:15	11:30	110	24	46	16	29	0	3	1	229	948
11:30	11:45	112	22	56	15	24	0	3	2	234	967
11:45	12:00	115	27	49	14	23	0	2	2	232	991
12:00	12:15	120	21	58	15	34	0	3	2	253	1003
12:15	12:30	113	26	54	17	31	0	4	3	248	985
12:30	12:45	128	24	53	19	29	0	2	3	258	964
12:45	13:00	111	26	57	15	30	0	3	2	244	944
13:00	13:15	115	15	60	11	29	0	2	3	235	931
13:15	13:30	114	25	45	19	21	0	2	1	227	926
13:30	13:45	120	20	50	16	26	0	3	3	238	932
13:45	14:00	110	19	50	18	30	0	4	0	231	940
14:00	14:15	114	25	50	14	22	0	2	3	230	937
14:15	14:30	110	26	54	16	25	0	2	0	233	936
14:30	14:45	114	28	63	15	20	1	2	3	246	923
14:45	15:00	108	28	59	11	19	0	2	1	228	895
15:00	15:15	117	19	47	17	26	2	1	0	229	900
15:15	15:30	114	20	46	15	23	0	1	1	220	900
15:30	15:45	107	30	40	18	17	1	2	3	218	910
15:45	16:00	121	20	55	14	16	1	4	2	233	916
16:00	16:15	120	19	50	14	19	0	1	6	229	926
16:15	16:30	117	24	42	18	22	1	2	4	230	921
16:30	16:45	115	24	54	12	16	0	3	0	224	924
16:45	17:00	113	29	55	19	20	1	3	3	243	936
17:00	17:15	119	26	42	15	17	1	3	1	224	925
17:15	17:30	118	30	51	14	17	0	3	0	233	936

17:30	17:45	115	27	58	13	18	0	2	3	236	960
17:45	18:00	114	23	61	14	17	1	2	0	232	972
18:00	18:15	116	20	57	14	24	0	2	2	235	995
18:15	18:30	115	27	67	17	26	1	4	0	257	994
18:30	18:45	117	17	59	17	29	0	4	5	248	971
18:45	19:00	115	26	61	15	28	2	3	5	255	943
19:00	19:15	109	17	61	12	31	0	3	1	234	919
19:15	19:30	115	15	68	8	21	1	3	3	234	
19:30	19:45	118	17	48	10	22	0	2	3	220	
19:45	20:00	106	22	63	14	22	1	1	2	231	
TOTAL		6142	1228	2861	768	1312	24	143	106	12584	

**Tabla 20:** Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.

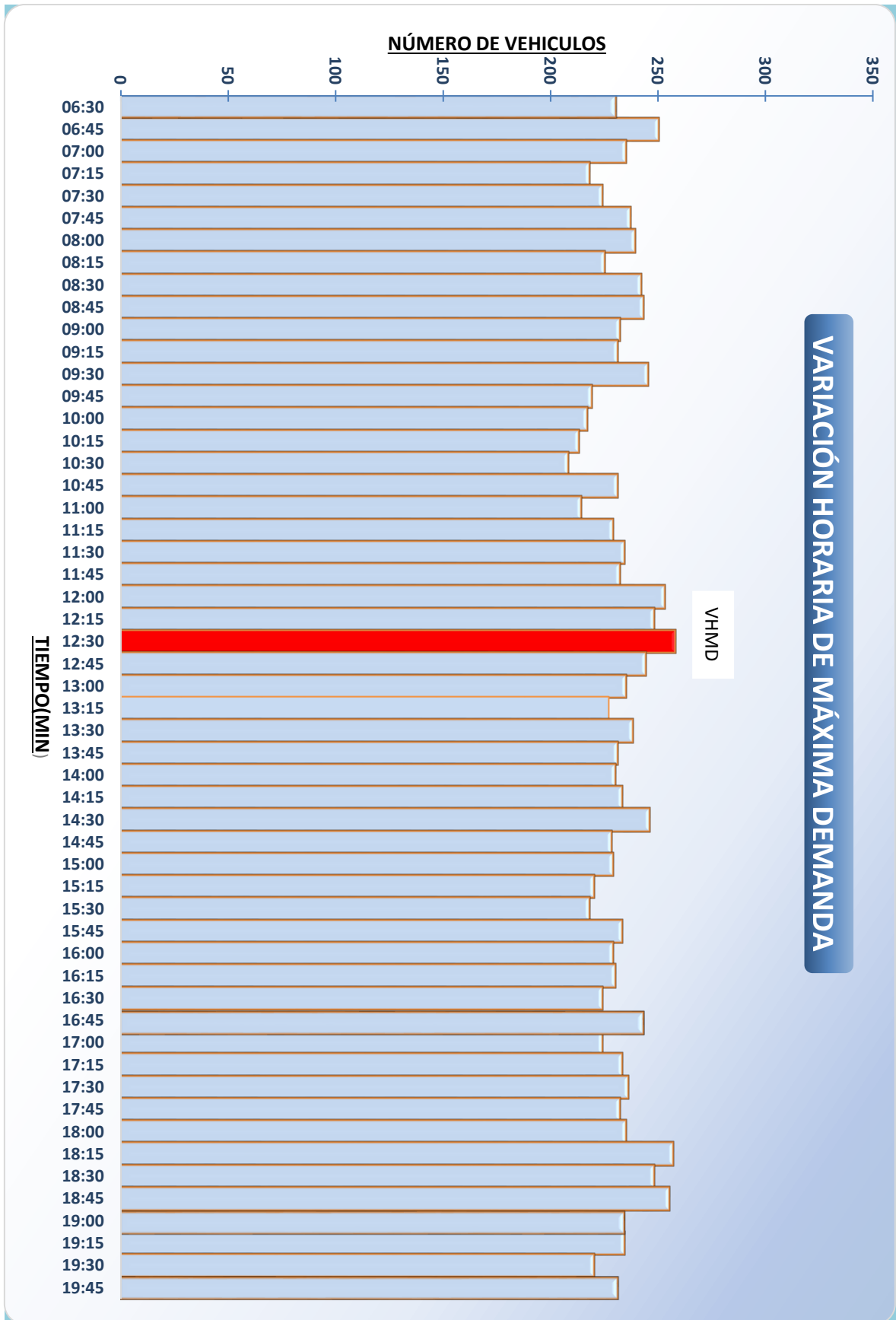
DIAS	MOTOTAXIS	VEHICULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL
	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	
Lunes	6100	1168	2836	715	1346	29	99	86	12379
Martes	6045	1166	2933	693	1311	25	131	107	12411
Miércoles	6142	1228	2861	768	1312	24	143	106	12584
Jueves	6154	1186	2789	685	1316	23	144	105	12402
Viernes	6204	1303	2747	702	1367	31	128	93	12575
<b>TPDS</b>	6129	1210	2833	713	1330	26	129	99	12470
<b>% Participación</b>	49.15%	9.70%	22.72%	5.71%	10.67%	0.21%	1.03%	0.80%	100.00%

### Variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda.

Hora de Máxima demanda: 12:00 p.m. - 13:00 p.m.

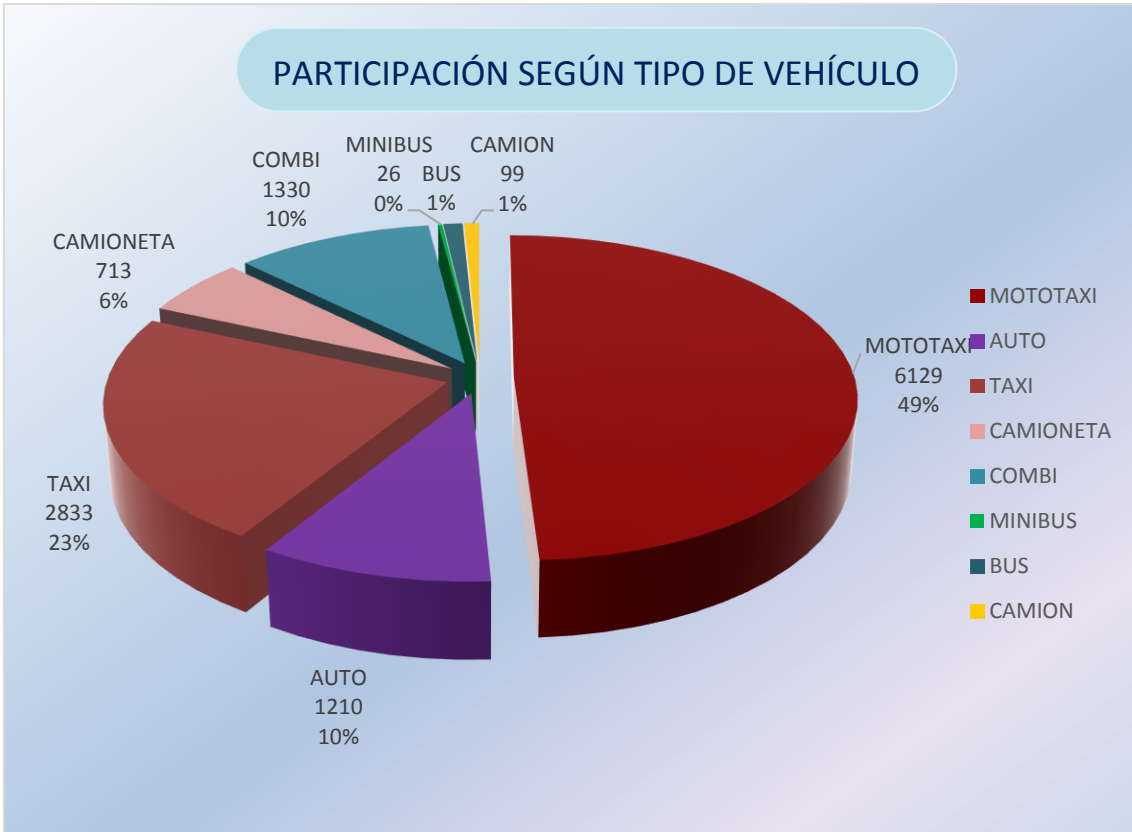
**Tabla 21:** Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).

Período (horas: minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehículos mixtos)	VHMD (veh/h)
12:00 - 12:15	253	1003
12:15 - 12:30	248	
<b>12:30 - 12:45</b>	<b>258</b>	
12:45 - 13:00	244	

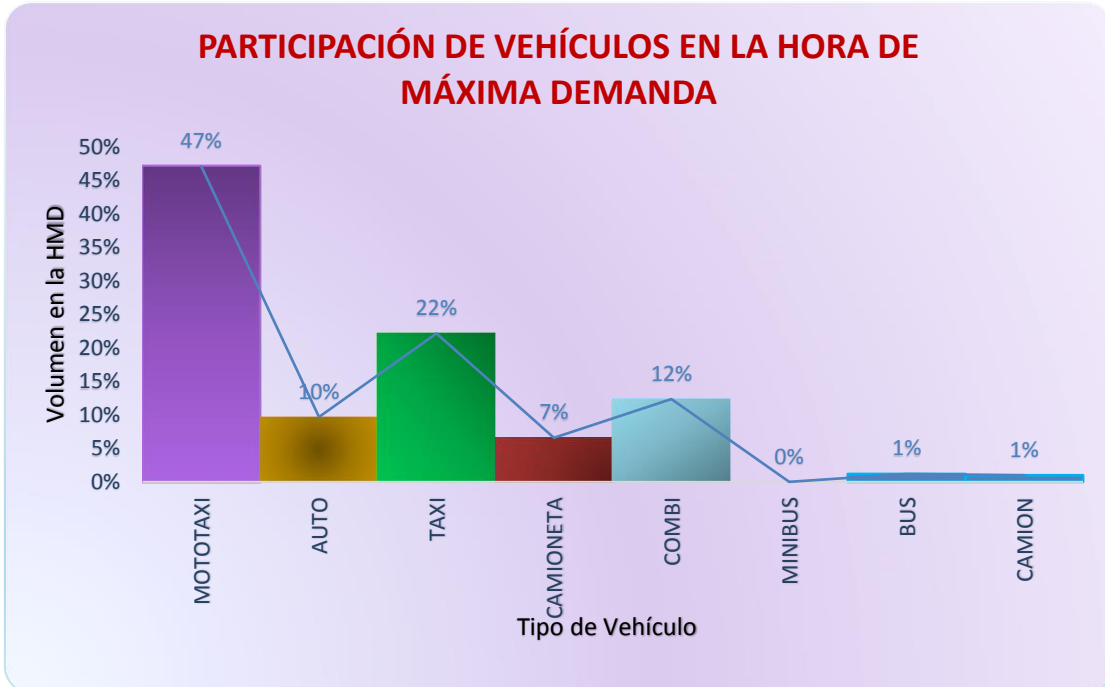


**Figura 15:** Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. Leguía (Marañón - Amazonas).





**Figura 16:** Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm).



**Figura 17:** Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.

**d)Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Jr. Amazonas - Jr. Amalia Puga).**

**Tabla 22:** Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón José Gálvez (hacia Av. Perú).

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD									VHMD (veh/h)
		MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	TOTAL	
06:30	06:45	121	19	48	10	25	0	2	3	228	918
06:45	07:00	124	20	55	10	26	0	2	2	239	917
07:00	07:15	105	22	54	9	24	2	2	2	220	897
07:15	07:30	123	14	58	8	25	0	0	3	231	886
07:30	07:45	111	22	63	6	20	0	3	2	227	865
07:45	08:00	111	22	47	9	26	1	0	3	219	862
08:00	08:15	95	22	53	9	23	1	3	3	209	864
08:15	08:30	99	18	60	5	22	0	3	3	210	884
08:30	08:45	100	21	59	9	28	1	3	3	224	925
08:45	09:00	98	24	58	7	28	1	2	3	221	919
09:00	09:15	112	23	53	9	30	0	0	2	229	912
09:15	09:30	127	22	52	10	33	1	3	3	251	930
09:30	09:45	98	17	54	8	34	0	4	3	218	894
09:45	10:00	105	21	49	12	24	1	2	0	214	927
10:00	10:15	117	24	57	12	31	0	3	3	247	937
10:15	10:30	97	19	53	15	24	1	2	4	215	939
10:30	10:45	117	25	60	14	26	2	3	4	251	968
10:45	11:00	99	29	50	14	31	0	1	0	224	952
11:00	11:15	107	25	66	15	33	0	0	3	249	976
11:15	11:30	110	27	67	17	21	1	1	0	244	971
11:30	11:45	104	21	63	16	26	1	1	3	235	976
11:45	12:00	112	27	65	17	24	0	0	3	248	982
12:00	12:15	110	31	56	16	26	1	1	3	244	958
12:15	12:30	104	33	60	23	29	0	0	0	249	937
12:30	12:45	110	19	61	14	29	1	1	6	241	941
12:45	13:00	94	23	56	24	20	0	3	4	224	950
13:00	13:15	97	17	63	19	21	1	2	3	223	983
13:15	13:30	100	26	69	24	31	0	3	0	253	1006
13:30	13:45	108	18	62	25	30	1	3	3	250	985
13:45	14:00	120	28	60	27	20	1	1	0	257	959
14:00	14:15	114	24	56	18	27	0	2	5	246	934
14:15	14:30	99	24	59	20	23	1	3	3	232	915
14:30	14:45	89	21	54	24	28	1	4	3	224	910
14:45	15:00	95	18	56	27	33	1	2	0	232	920
15:00	15:15	84	27	62	22	27	0	3	2	227	906
15:15	15:30	98	31	48	17	25	1	3	4	227	903
15:30	15:45	102	24	52	23	32	0	0	1	234	896
15:45	16:00	107	25	48	10	23	0	2	3	218	878
16:00	16:15	100	19	58	12	27	1	3	4	224	892
16:15	16:30	98	24	55	17	21	0	3	2	220	916
16:30	16:45	86	27	48	21	29	1	1	3	216	930
16:45	17:00	107	31	50	14	25	0	3	2	232	938
17:00	17:15	104	34	61	23	20	1	2	3	248	940

17:15	17:30	103	29	58	15	25	1	1	2	234	926
17:30	17:45	103	22	57	18	21	0	0	3	224	928
17:45	18:00	107	27	52	19	22	1	2	4	234	953
18:00	18:15	100	23	63	23	20	0	2	3	234	969
18:15	18:30	112	26	55	16	21	1	3	2	236	984
18:30	18:45	116	29	56	17	26	0	2	3	249	963
18:45	19:00	111	35	61	17	19	2	2	3	250	923
19:00	19:15	106	36	62	17	21	0	3	4	249	881
19:15	19:30	88	25	64	13	20	1	2	2	215	
19:30	19:45	98	22	55	11	17	2	3	1	209	
19:45	20:00	88	25	61	12	19	0	2	1	208	
TOTAL		5650	1307	3082	839	1361	33	107	137	12516	

**Tabla 23:** Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.

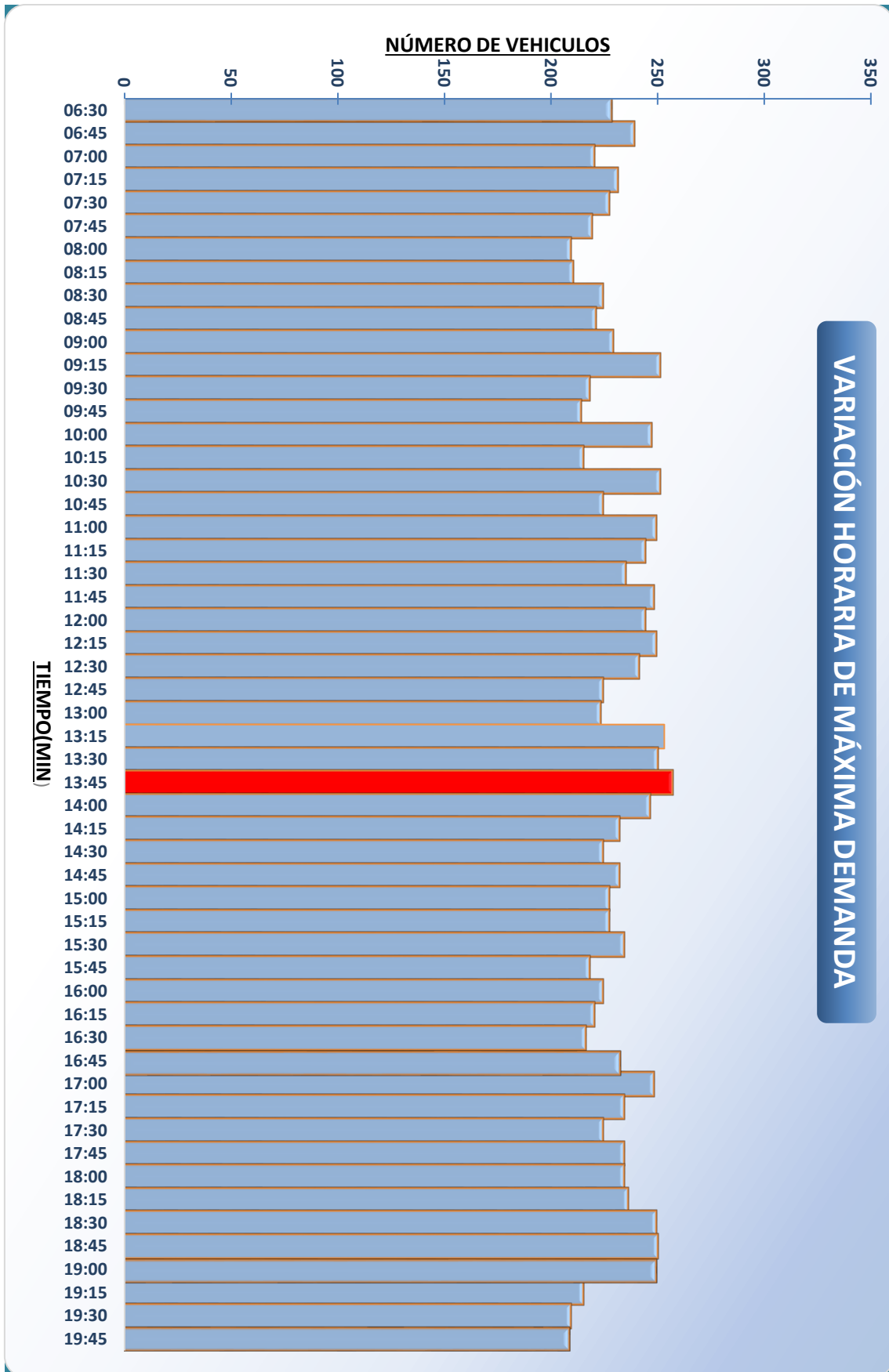
DIAS	MOTOTAXIS	VEHICULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL
	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	
Lunes	5560	1281	3111	829	1202	27	120	148	12278
Martes	5501	1246	3111	800	1203	20	119	158	12158
Miércoles	5650	1307	3082	839	1361	33	107	137	12516
Jueves	5656	1278	3083	828	1394	12	110	135	12496
Viernes	5652	1286	3108	830	1326	26	109	147	12484
TPDS	5604	1280	3099	825	1297	24	113	145	12386
% Participación	45.24%	10.33%	25.02%	6.66%	10.47%	0.19%	0.91%	1.17%	100.00%

### Variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda.

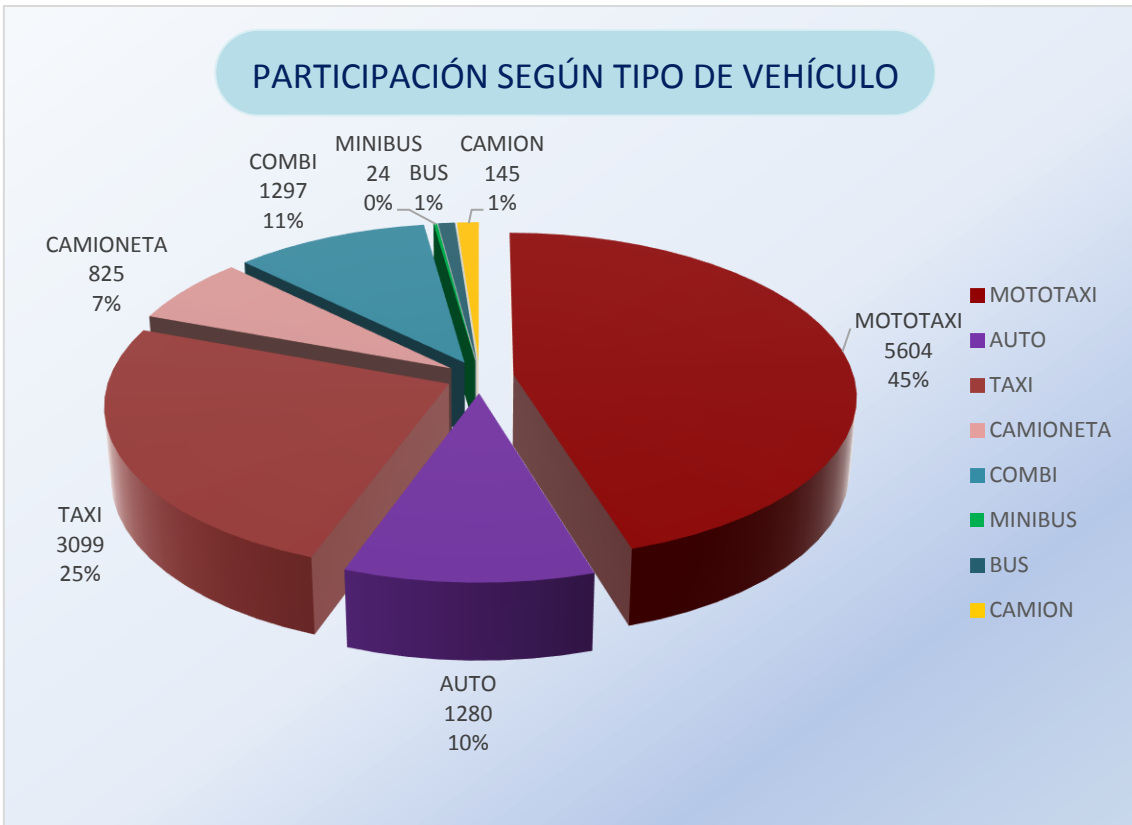
Hora de Máxima demanda: 13:15 p.m. - 14:15 p.m.

**Tabla 24:** Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).

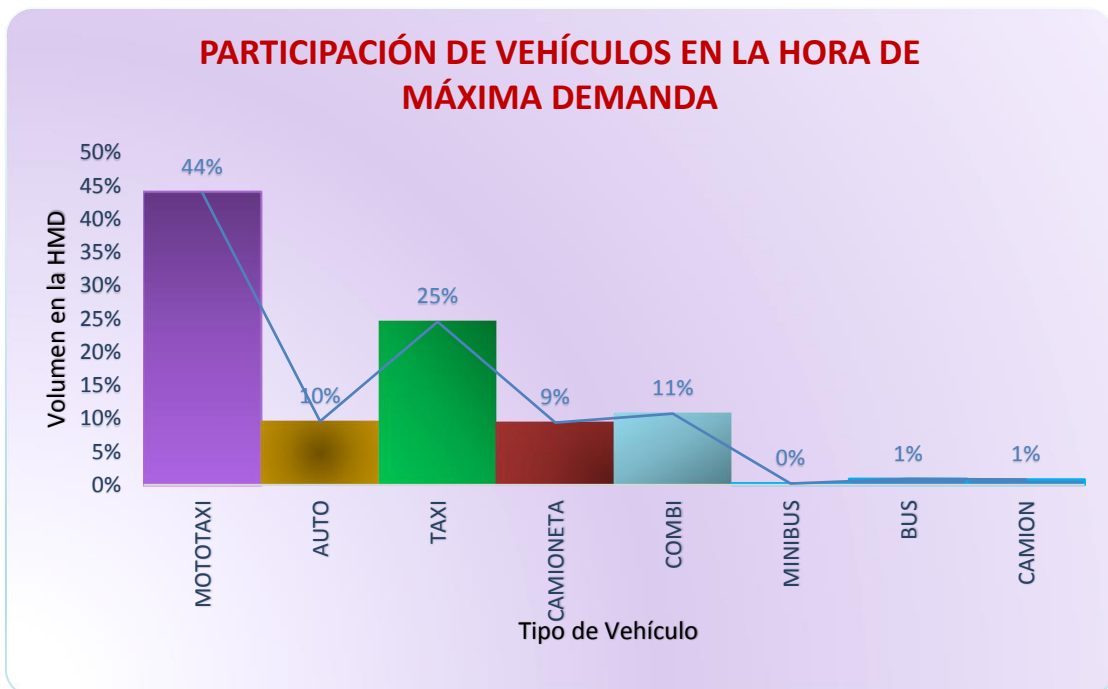
Período (horas: minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehículos mixtos)	VHMD (veh/h)
13:15 - 13:30	253	1006
13:30 - 13:45	250	
<b>13:45 - 14:00</b>	<b>257</b>	
14:00 - 14:15	246	



**Figura 18:** Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. José Gálvez (Amazonas – Amalia Puga).



**Figura 19:** Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm).



**Figura 20:** Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.

e) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Jr. Amalia Puga – Jr. el Comercio).

Tabla 25: Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón José Gálvez (hacia la Av. Perú).

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD									VHMD (veh/h)
		MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	TOTAL	
06:30	06:45	59	27	62	16	21	0	0	4	189	729
06:45	07:00	54	26	63	14	27	1	3	2	190	704
07:00	07:15	56	22	60	13	20	0	0	3	174	690
07:15	07:30	39	27	65	15	24	0	3	3	176	675
07:30	07:45	48	21	50	17	22	0	4	2	164	680
07:45	08:00	58	15	49	23	24	0	3	4	176	670
08:00	08:15	49	16	53	19	18	1	0	3	159	683
08:15	08:30	48	20	63	21	22	0	3	4	181	705
08:30	08:45	49	16	48	24	10	0	3	4	154	697
08:45	09:00	59	18	57	25	22	0	5	3	189	700
09:00	09:15	59	25	49	20	24	0	3	1	181	666
09:15	09:30	59	17	50	24	17	1	0	5	173	641
09:30	09:45	49	20	46	17	17	0	4	4	157	636
09:45	10:00	45	20	44	19	20	1	3	3	155	655
10:00	10:15	43	23	44	24	17	0	2	3	156	686
10:15	10:30	54	22	45	24	23	0	0	0	168	714
10:30	10:45	54	27	47	20	23	1	3	1	176	732
10:45	11:00	57	24	54	22	24	0	3	2	186	743
11:00	11:15	59	16	58	21	24	1	2	3	184	759
11:15	11:30	50	17	54	30	28	1	2	4	186	775
11:30	11:45	51	23	55	31	21	0	4	2	187	821
11:45	12:00	49	33	65	29	20	1	2	3	202	848
12:00	12:15	55	29	61	30	19	0	4	2	200	874
12:15	12:30	63	28	76	31	27	0	3	4	232	882
12:30	12:45	60	30	62	29	26	1	2	4	214	856
12:45	13:00	69	29	67	32	27	0	2	2	228	834
13:00	13:15	62	24	63	29	26	1	0	3	208	804
13:15	13:30	54	29	67	25	25	1	3	2	206	780
13:30	13:45	50	24	65	23	26	0	2	2	192	754
13:45	14:00	58	25	66	24	20	1	1	3	198	736
14:00	14:15	50	28	61	20	17	1	3	4	184	728
14:15	14:30	52	25	49	27	23	0	4	0	180	727
14:30	14:45	56	20	45	28	17	1	4	3	174	720
14:45	15:00	57	27	58	19	21	0	5	3	190	725
15:00	15:15	58	20	53	21	25	2	2	2	183	720
15:15	15:30	56	17	50	29	21	0	0	0	173	720
15:30	15:45	57	24	40	27	25	1	2	3	179	716
15:45	16:00	57	18	53	22	29	0	2	4	185	719
16:00	16:15	52	24	44	31	28	0	2	2	183	710
16:15	16:30	56	22	45	19	21	1	3	2	169	708
16:30	16:45	55	20	52	27	22	0	2	4	182	745
16:45	17:00	48	20	53	24	25	1	4	1	176	766

17:00	17:15	60	18	55	30	17	1	0	0	181	788
17:15	17:30	54	32	60	31	22	0	4	3	206	808
17:30	17:45	51	24	60	34	28	0	3	3	203	813
17:45	18:00	48	30	67	31	16	0	3	3	198	805
18:00	18:15	49	31	64	32	21	0	4	0	201	806
18:15	18:30	59	22	63	37	25	1	2	2	211	810
18:30	18:45	58	27	59	27	18	1	2	3	195	779
18:45	19:00	44	29	68	28	26	0	0	4	199	765
19:00	19:15	48	38	61	33	19	0	3	3	205	728
19:15	19:30	45	25	57	27	23	0	2	1	180	
19:30	19:45	49	20	62	22	24	1	0	3	181	
19:45	20:00	41	23	57	16	23	0	2	0	162	
TOTAL		2879	1277	3044	1333	1200	23	127	138	10021	

**Tabla 26:** Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.

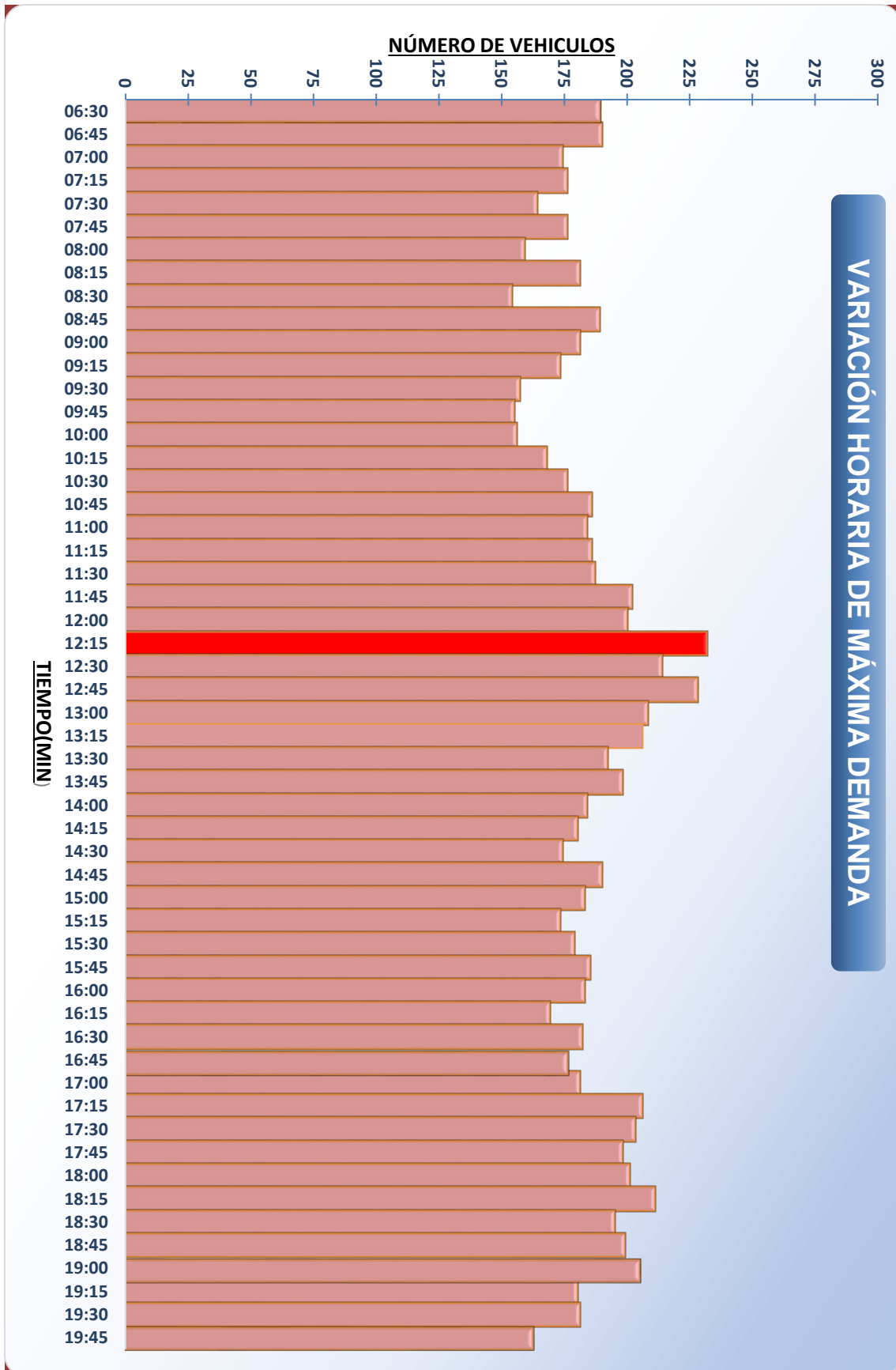
DIAS	MOTOTAXIS	VEHICULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL
	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	
Lunes	2842	1254	2992	1352	1130	23	127	147	9867
Martes	2807	1200	3120	1272	1192	18	125	146	9880
Miércoles	2879	1277	3044	1333	1200	23	127	138	10021
Jueves	2832	1244	3016	1369	1181	21	122	123	9908
Viernes	2815	1225	3123	1293	1257	27	115	140	9995
<b>TPDS</b>	2835	1240	3059	1324	1192	22	123	139	9934
<b>% Participación</b>	28.54%	12.48%	30.79%	13.33%	12.00%	0.23%	1.24%	1.40%	100.00%

### Variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda.

Hora de Máxima demanda: 12:15 p.m. - 13:15 p.m.

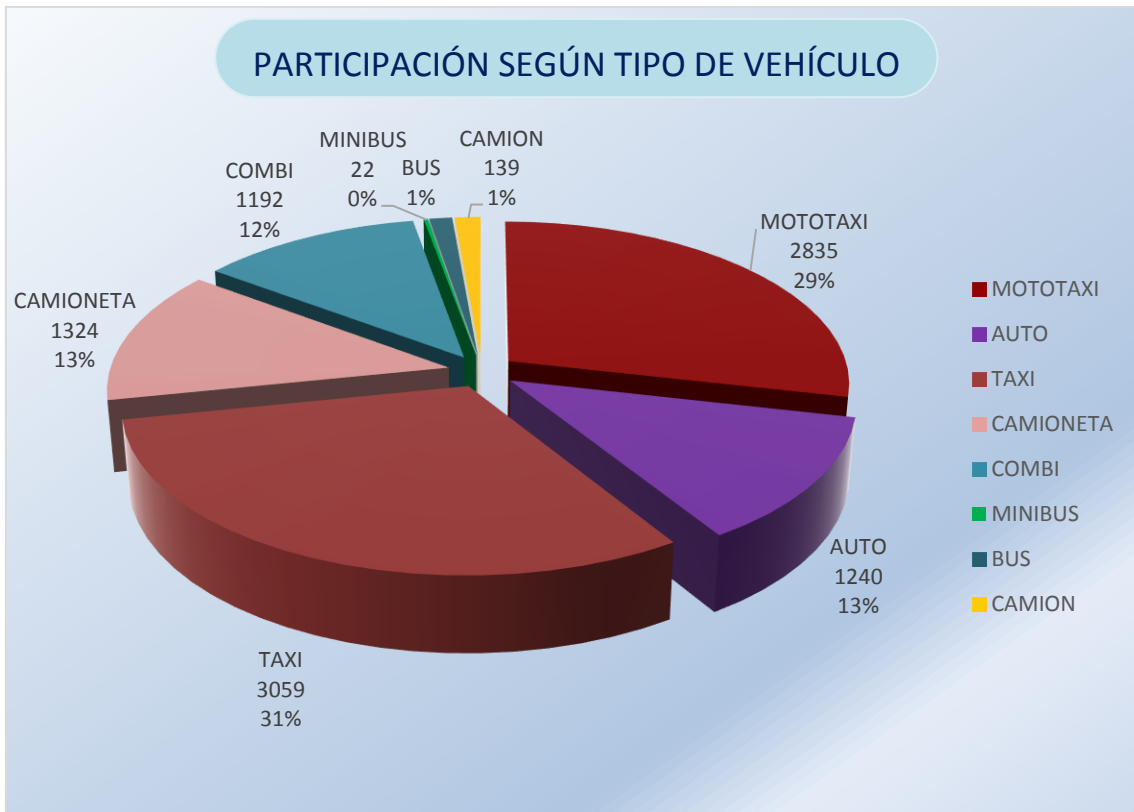
**Tabla 27:** Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).

Período (horas: minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehículos mixtos)	VHMD (veh/h)
12:15 - 12:30	232	882
12:30 - 12:45	214	
12:45 - 13:00	228	
13:00 - 13:15	208	

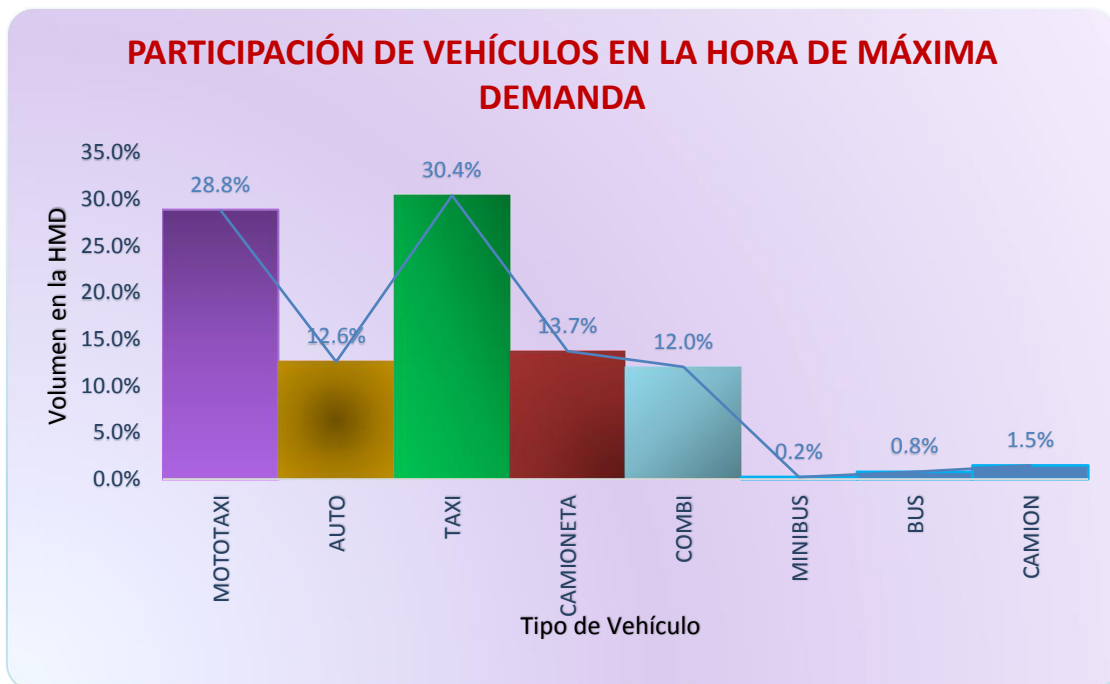


**Figura 21:** Histograma de la Variación de Volumen de Tránsito, en la hora de máxima demanda para el Jr. José Gálvez (Amalia Puga – El Comercio).





**Figura 22:** Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm).



**Figura 23:** Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.

f) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Jr. El Comercio – Jr. Junín).

Tabla 28: Aforo Vehicular (TPDS) en el Jirón José Gálvez Av. San Martín (hacia la Av. Perú).

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD									VHMD (veh/h)
		MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	TOTAL	
06:30	06:45	61	25	55	26	20	0	4	3	194	785
06:45	07:00	60	27	53	29	24	1	2	0	196	798
07:00	07:15	58	25	58	25	24	0	3	3	196	794
07:15	07:30	65	26	57	24	23	0	4	0	199	781
07:30	07:45	72	25	55	25	22	0	4	4	207	773
07:45	08:00	71	23	52	28	15	0	3	0	192	734
08:00	08:15	67	24	45	19	21	1	3	3	183	718
08:15	08:30	65	27	48	24	22	0	3	2	191	704
08:30	08:45	63	25	43	18	17	0	0	2	168	712
08:45	09:00	57	25	48	23	19	1	3	0	176	748
09:00	09:15	65	23	48	17	13	0	0	3	169	768
09:15	09:30	69	24	53	26	20	1	4	2	199	771
09:30	09:45	65	32	55	26	24	0	0	2	204	760
09:45	10:00	61	32	49	26	25	2	0	1	196	748
10:00	10:15	48	28	58	18	18	0	2	0	172	720
10:15	10:30	61	28	53	25	16	0	3	2	188	748
10:30	10:45	60	25	57	25	23	0	2	0	192	772
10:45	11:00	62	25	43	19	17	0	2	0	168	800
11:00	11:15	66	34	49	23	23	1	0	4	200	833
11:15	11:30	64	32	54	37	19	2	2	2	212	837
11:30	11:45	70	36	59	23	25	2	2	3	220	829
11:45	12:00	65	35	52	23	20	1	2	3	201	809
12:00	12:15	73	28	49	26	21	2	1	4	204	828
12:15	12:30	63	34	55	28	17	0	3	4	204	836
12:30	12:45	62	27	64	27	16	0	2	2	200	842
12:45	13:00	68	32	62	29	24	0	2	3	220	870
13:00	13:15	69	26	59	26	27	0	3	2	212	844
13:15	13:30	65	29	53	32	29	0	2	0	210	830
13:30	13:45	69	35	59	27	32	0	3	3	228	806
13:45	14:00	62	27	60	17	23	0	3	2	194	765
14:00	14:15	60	24	63	22	29	0	0	0	198	762
14:15	14:30	58	25	60	16	22	1	2	2	186	717
14:30	14:45	64	26	48	20	25	0	2	2	187	678
14:45	15:00	55	35	58	19	22	0	0	2	191	658
15:00	15:15	48	22	45	14	20	1	3	0	153	634
15:15	15:30	40	21	49	12	17	1	4	3	147	642
15:30	15:45	54	18	47	17	28	0	0	3	167	652
15:45	16:00	45	23	58	15	26	0	0	0	167	647
16:00	16:15	42	16	57	17	24	1	2	2	161	653
16:15	16:30	46	19	57	15	17	0	3	0	157	696
16:30	16:45	58	18	48	21	17	0	0	0	162	752

16:45	17:00	46	22	54	18	29	1	2	1	173	809
17:00	17:15	68	32	50	31	19	0	2	2	204	855
17:15	17:30	69	37	55	25	22	0	2	3	213	859
17:30	17:45	71	39	54	26	25	0	0	4	219	844
17:45	18:00	70	37	55	37	15	0	2	3	219	802
18:00	18:15	68	31	56	27	23	0	0	3	208	774
18:15	18:30	56	29	61	32	17	0	3	0	198	761
18:30	18:45	49	37	55	19	15	0	0	2	177	732
18:45	19:00	52	37	51	25	21	1	1	3	191	730
19:00	19:15	54	25	58	29	25	0	2	2	195	703
19:15	19:30	49	29	49	20	22	0	0	0	169	
19:30	19:45	44	29	49	29	20	0	2	2	175	
19:45	20:00	40	27	51	23	18	0	4	1	164	
TOTAL		3232	1502	2893	1270	1157	20	103	99	10276	

**Tabla 29:** Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.

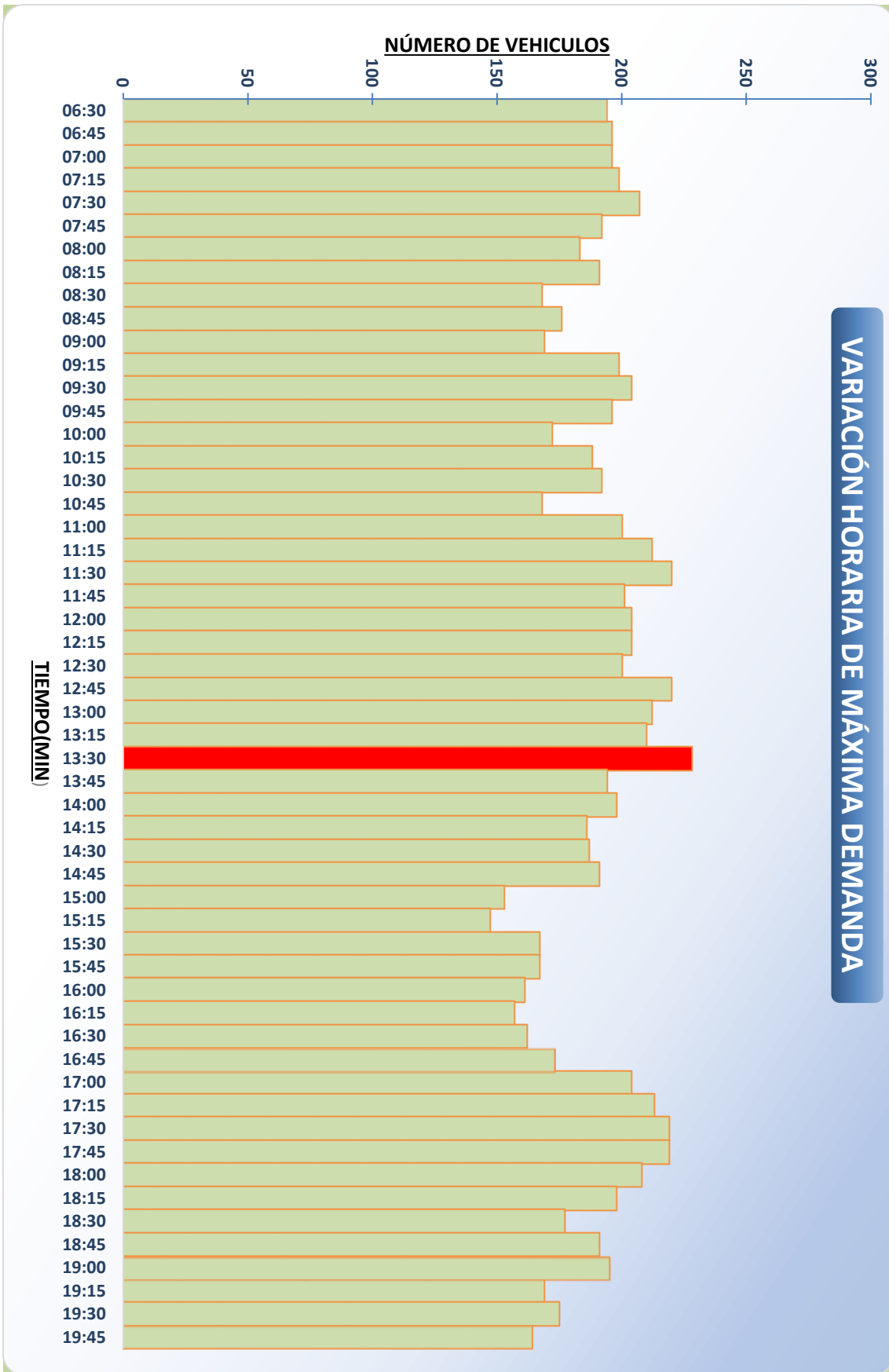
DIAS	MOTOTAXIS	VEHICULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL
	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	
Lunes	3065	1433	2882	1237	1161	22	105	115	10020
Martes	3085	1497	2925	1276	1110	20	113	110	10136
Miércoles	3232	1502	2893	1270	1157	20	103	99	10276
Jueves	3103	1515	2938	1270	1135	24	116	73	10174
Viernes	3119	1462	2944	1239	1215	15	120	107	10221
<b>TPDS</b>	3121	1482	2916	1258	1156	20	111	101	10165
<b>% Participación</b>	30.70%	14.58%	28.69%	12.38%	11.37%	0.20%	1.10%	0.99%	100.00%

### Variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda.

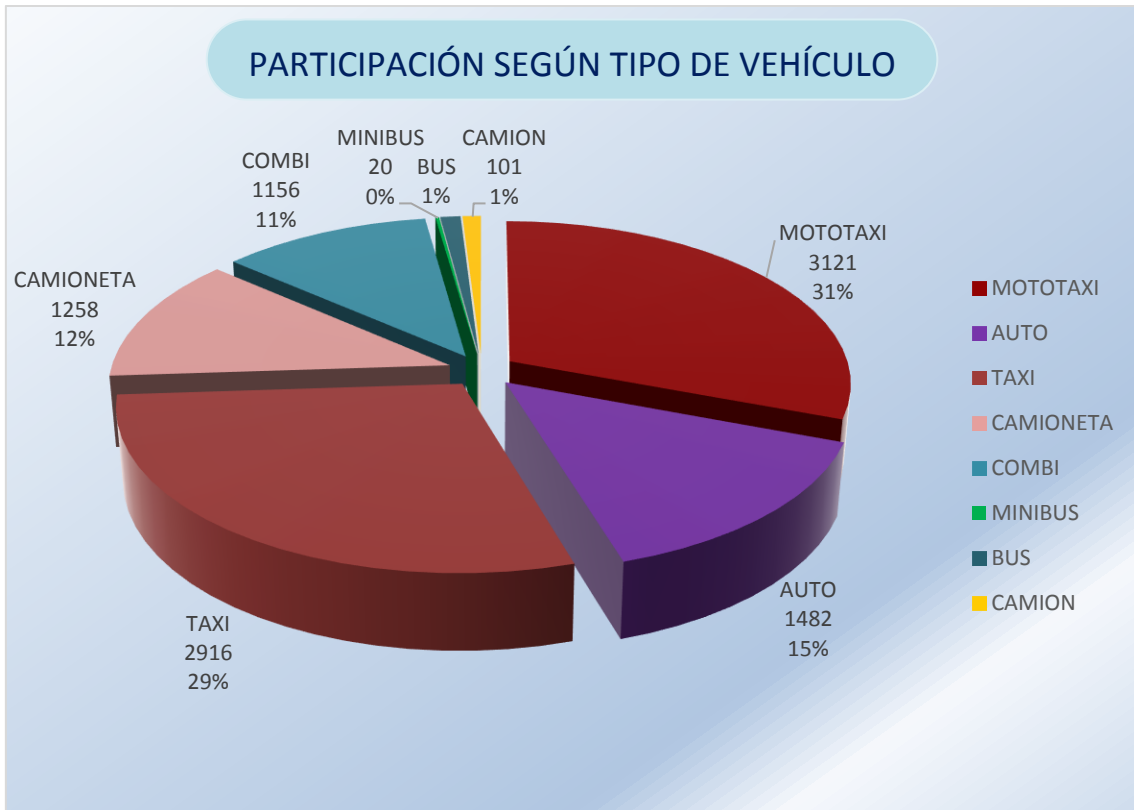
Hora de Máxima demanda: 12:45 p.m. - 13:45 p.m.

**Tabla 30:** Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).

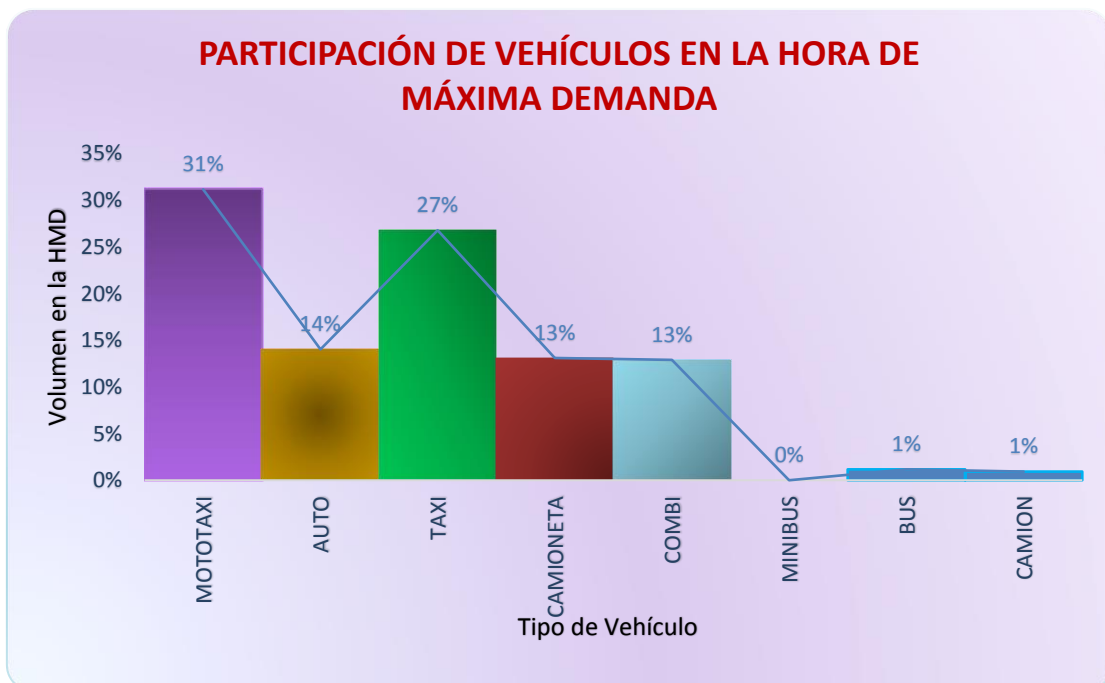
Período (horas: minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehículos mixtos)	VHMD (veh/h)
12:45 - 13:00	220	870
13:00 - 13:15	212	
13:15 - 13:30	210	
<b>13:30 - 13:45</b>	<b>228</b>	



**Figura 24:** Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. José Gálvez (El Comercio - Junín).



**Figura 25:** Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm).



**Figura 26:** Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.

**g) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Jr. Junín - Jr. Huánuco).**

**Tabla 31:** Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón José Gálvez (hacia Av. Perú).

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD									VHMD (veh/h)
		MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	TOTAL	
06:30	06:45	123	13	19	12	20	0	0	0	187	782
06:45	07:00	122	16	26	13	21	1	3	1	203	797
07:00	07:15	118	21	25	11	19	0	2	1	197	782
07:15	07:30	123	20	26	10	15	1	0	0	195	763
07:30	07:45	125	19	21	12	20	0	3	2	202	754
07:45	08:00	112	21	23	10	18	1	2	1	188	755
08:00	08:15	116	11	20	8	19	0	3	1	178	735
08:15	08:30	119	14	22	10	19	1	1	0	186	733
08:30	08:45	124	16	24	14	22	0	0	3	203	727
08:45	09:00	105	14	19	9	17	1	1	2	168	695
09:00	09:15	119	15	15	10	16	0	1	0	176	711
09:15	09:30	115	15	21	9	15	0	3	2	180	721
09:30	09:45	111	16	15	10	18	0	1	0	171	720
09:45	10:00	110	18	22	11	17	1	4	1	184	753
10:00	10:15	115	19	21	12	15	0	0	4	186	757
10:15	10:30	116	15	18	13	16	0	0	1	179	743
10:30	10:45	124	14	29	15	20	0	2	0	204	767
10:45	11:00	121	12	22	10	18	1	0	4	188	758
11:00	11:15	110	9	21	15	16	0	1	0	172	763
11:15	11:30	144	11	18	9	17	2	1	1	203	795
11:30	11:45	132	12	20	13	15	0	1	2	195	797
11:45	12:00	126	15	24	10	13	2	1	2	193	827
12:00	12:15	123	16	25	16	18	1	1	4	204	846
12:15	12:30	124	13	27	11	27	1	1	1	205	842
12:30	12:45	126	19	27	14	35	0	0	4	225	836
12:45	13:00	118	17	23	20	31	0	3	0	212	820
13:00	13:15	124	16	21	9	26	0	3	1	200	796
13:15	13:30	122	17	20	14	25	1	0	0	199	799
13:30	13:45	126	15	23	16	27	0	1	1	209	792
13:45	14:00	111	15	13	13	34	0	0	2	188	770
14:00	14:15	121	18	24	14	26	0	0	0	203	774
14:15	14:30	125	15	16	12	15	1	4	4	192	746
14:30	14:45	120	13	23	11	16	1	0	3	187	734
14:45	15:00	122	16	18	15	16	0	4	1	192	725
15:00	15:15	118	15	16	10	14	0	1	1	175	701
15:15	15:30	104	18	22	14	18	1	0	3	180	699
15:30	15:45	109	13	25	12	17	0	0	2	178	696
15:45	16:00	105	10	19	15	13	2	2	2	168	676
16:00	16:15	109	11	27	9	12	0	1	4	173	674
16:15	16:30	110	10	28	11	13	1	2	2	177	664

16:30	16:45	87	14	24	15	13	2	0	3	158	659
16:45	17:00	99	12	25	14	12	0	4	0	166	681
17:00	17:15	95	13	27	9	14	0	1	4	163	701
17:15	17:30	109	16	25	8	13	0	0	1	172	712
17:30	17:45	112	19	20	11	17	1	0	0	180	709
17:45	18:00	110	16	27	13	16	0	1	3	186	728
18:00	18:15	99	19	22	11	18	0	2	3	174	729
18:15	18:30	103	14	19	13	17	0	1	2	169	759
18:30	18:45	119	15	17	22	25	0	1	0	199	778
18:45	19:00	109	13	28	14	21	0	0	2	187	765
19:00	19:15	125	18	24	10	24	3	0	0	204	746
19:15	19:30	120	15	22	15	14	0	0	2	188	
19:30	19:45	116	17	25	13	10	0	2	3	186	
19:45	20:00	108	16	19	8	14	0	1	2	168	
TOTAL		6258	820	1192	658	997	26	66	88	10105	

**Tabla 32:** Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.

DIAS	MOTOTAXIS	VEHICULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL
	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	
Lunes	6132	797	1088	688	974	20	87	97	9883
Martes	6223	835	1162	643	895	29	67	85	9939
Miércoles	6063	797	1099	595	949	20	62	79	9664
Jueves	6264	818	1158	644	936	18	57	86	9981
Viernes	6258	820	1192	658	997	26	66	88	10105
<b>TPDS %</b>	6188	813	1140	646	950	23	68	87	9914
<b>Participación</b>	62.41%	8.20%	11.50%	6.51%	9.58%	0.23%	0.68%	0.88%	100.00%

### Variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda.

Hora de Máxima demanda: 12:00 p.m. - 13:00 p.m.

**Tabla 33:** Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).

Período (horas: minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehículos mixtos)	VHMD (veh/h)
12:00 - 12:15	204	<b>846</b>
12:15 - 12:30	205	
<b>12:30 - 12:45</b>	<b>225</b>	
12:45 - 13:00	212	

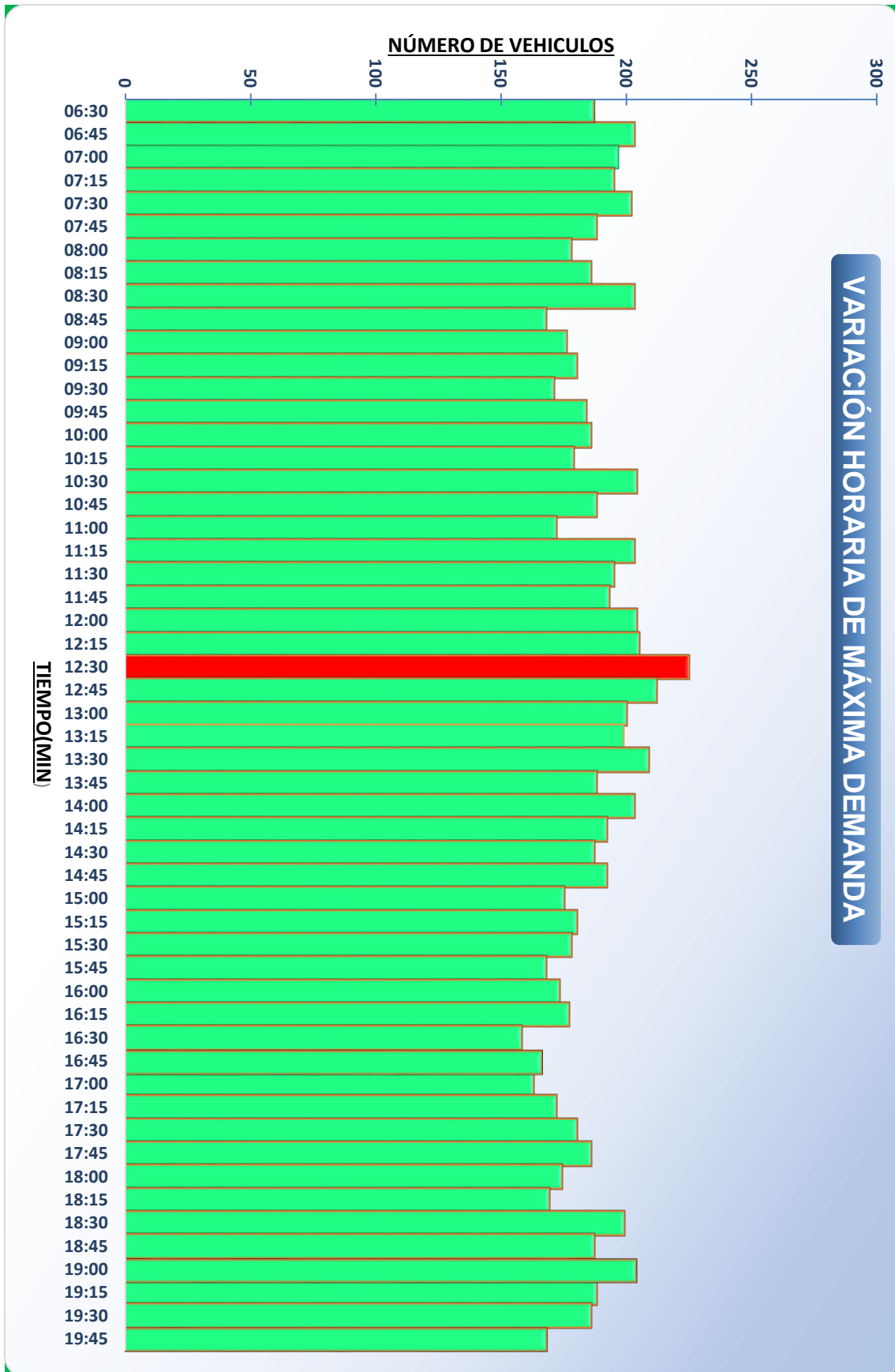
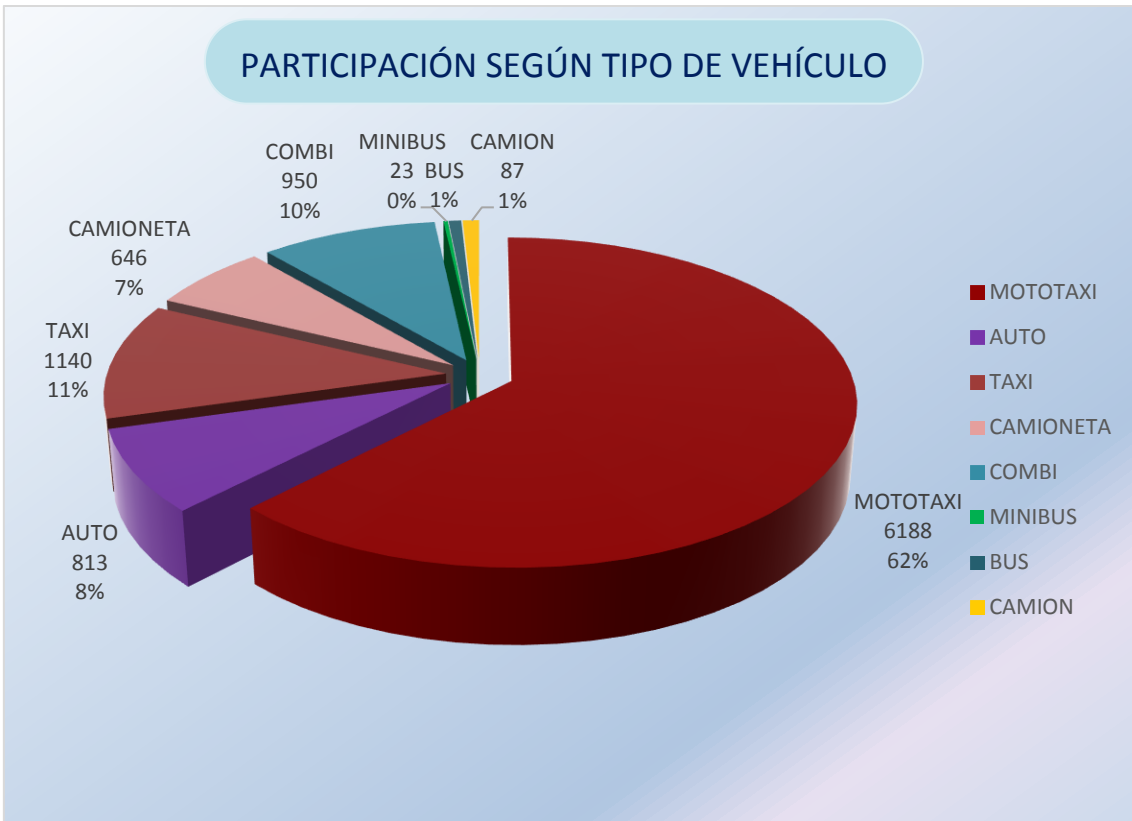
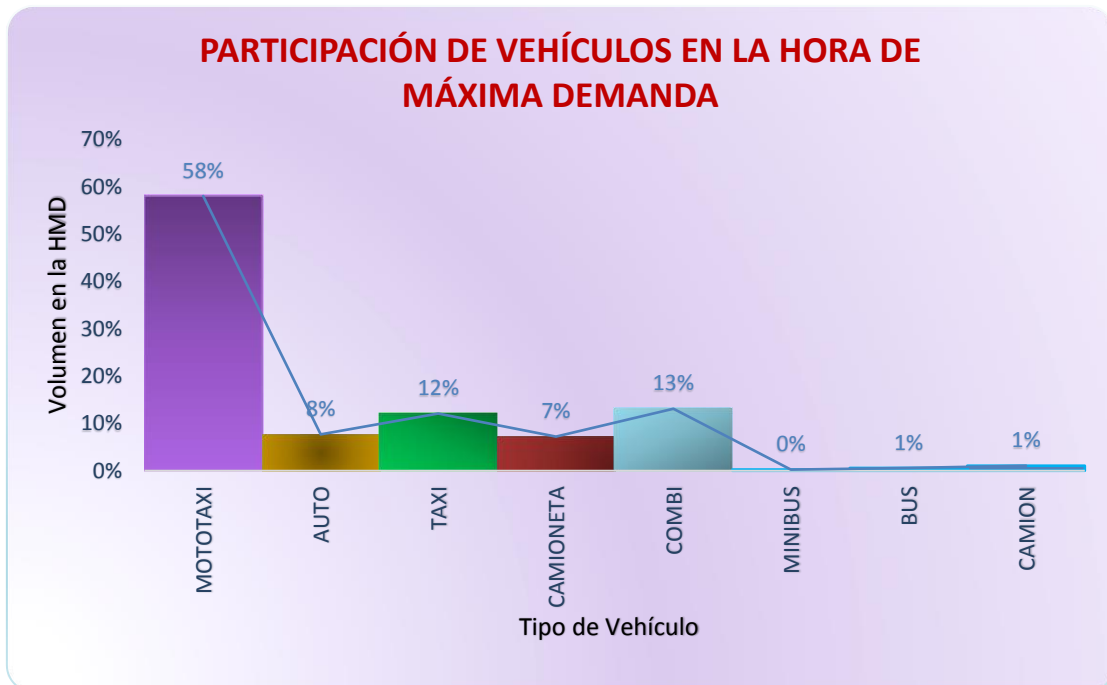


Figura 27: Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. José Gálvez (Junín – Huánuco).





**Figura 28:** Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm).



**Figura 29:** Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.

## h) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Jr. Huánuco - Jr. Unión).

**Tabla 34:** Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón José Gálvez (hacia Av. Perú).

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD									VHMD (veh/h)
		MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	TOTAL	
06:30	06:45	60	15	20	11	21	0	0	0	127	512
06:45	07:00	65	10	15	13	23	1	3	1	131	493
07:00	07:15	57	15	18	11	25	0	2	1	129	457
07:15	07:30	60	14	14	15	22	0	0	0	125	409
07:30	07:45	49	16	12	7	19	0	3	2	108	374
07:45	08:00	35	15	12	9	20	1	2	1	95	350
08:00	08:15	35	10	8	5	19	0	3	1	81	361
08:15	08:30	47	11	9	7	14	1	1	0	90	383
08:30	08:45	44	6	10	4	17	0	0	3	84	398
08:45	09:00	54	10	13	9	16	1	1	2	106	423
09:00	09:15	61	7	15	4	15	0	1	0	103	418
09:15	09:30	51	8	16	4	21	0	3	2	105	422
09:30	09:45	58	13	16	5	16	0	1	0	109	430
09:45	10:00	53	11	11	6	14	1	4	1	101	442
10:00	10:15	58	13	13	6	13	0	0	4	107	454
10:15	10:30	66	10	16	8	12	0	0	1	113	462
10:30	10:45	63	14	15	10	17	0	2	0	121	461
10:45	11:00	62	13	12	7	15	1	0	3	113	455
11:00	11:15	58	13	16	13	14	0	1	0	115	444
11:15	11:30	62	10	11	11	14	2	1	1	112	456
11:30	11:45	63	9	14	6	18	0	3	2	115	492
11:45	12:00	51	8	15	8	13	1	1	5	102	540
12:00	12:15	61	5	20	10	29	0	1	1	127	603
12:15	12:30	65	15	27	12	26	1	1	1	148	643
12:30	12:45	77	18	23	14	27	0	0	4	163	638
12:45	13:00	83	13	25	16	25	0	3	0	165	638
13:00	13:15	79	20	26	18	20	0	3	1	167	627
13:15	13:30	69	19	20	17	17	1	0	0	143	588
13:30	13:45	66	24	27	19	25	0	1	1	163	568
13:45	14:00	75	15	24	16	22	0	0	2	154	525
14:00	14:15	65	13	22	15	13	0	0	0	128	485
14:15	14:30	52	11	24	13	14	1	4	4	123	450
14:30	14:45	57	13	21	9	16	1	0	3	120	418
14:45	15:00	48	14	21	12	14	0	4	1	114	397
15:00	15:15	49	10	13	9	10	0	1	1	93	374
15:15	15:30	47	12	11	7	10	1	0	3	91	382
15:30	15:45	51	9	15	9	13	0	0	2	99	376
15:45	16:00	42	8	10	10	15	2	2	2	91	367
16:00	16:15	40	10	19	9	18	0	1	4	101	368
16:15	16:30	42	9	12	8	9	1	2	2	85	350
16:30	16:45	40	12	9	11	13	2	0	3	90	353

16:45	17:00	33	13	12	12	18	0	4	0	92	367
17:00	17:15	32	14	10	9	16	0	1	1	83	396
17:15	17:30	36	15	12	10	14	0	0	1	88	441
17:30	17:45	50	12	11	13	18	0	0	0	104	489
17:45	18:00	54	13	23	11	16	0	1	3	121	523
18:00	18:15	60	18	21	10	14	0	2	3	128	544
18:15	18:30	54	20	27	13	19	0	1	2	136	551
18:30	18:45	62	17	25	12	21	0	1	0	138	548
18:45	19:00	60	22	21	14	23	0	0	2	142	512
19:00	19:15	67	21	15	11	20	1	0	0	135	460
19:15	19:30	63	13	21	15	19	0	0	2	133	
19:30	19:45	47	12	12	10	16	0	2	3	102	
19:45	20:00	42	11	10	8	15	0	3	1	90	
TOTAL		2980	702	890	561	943	20	70	83	6249	

**Tabla 35:** Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.

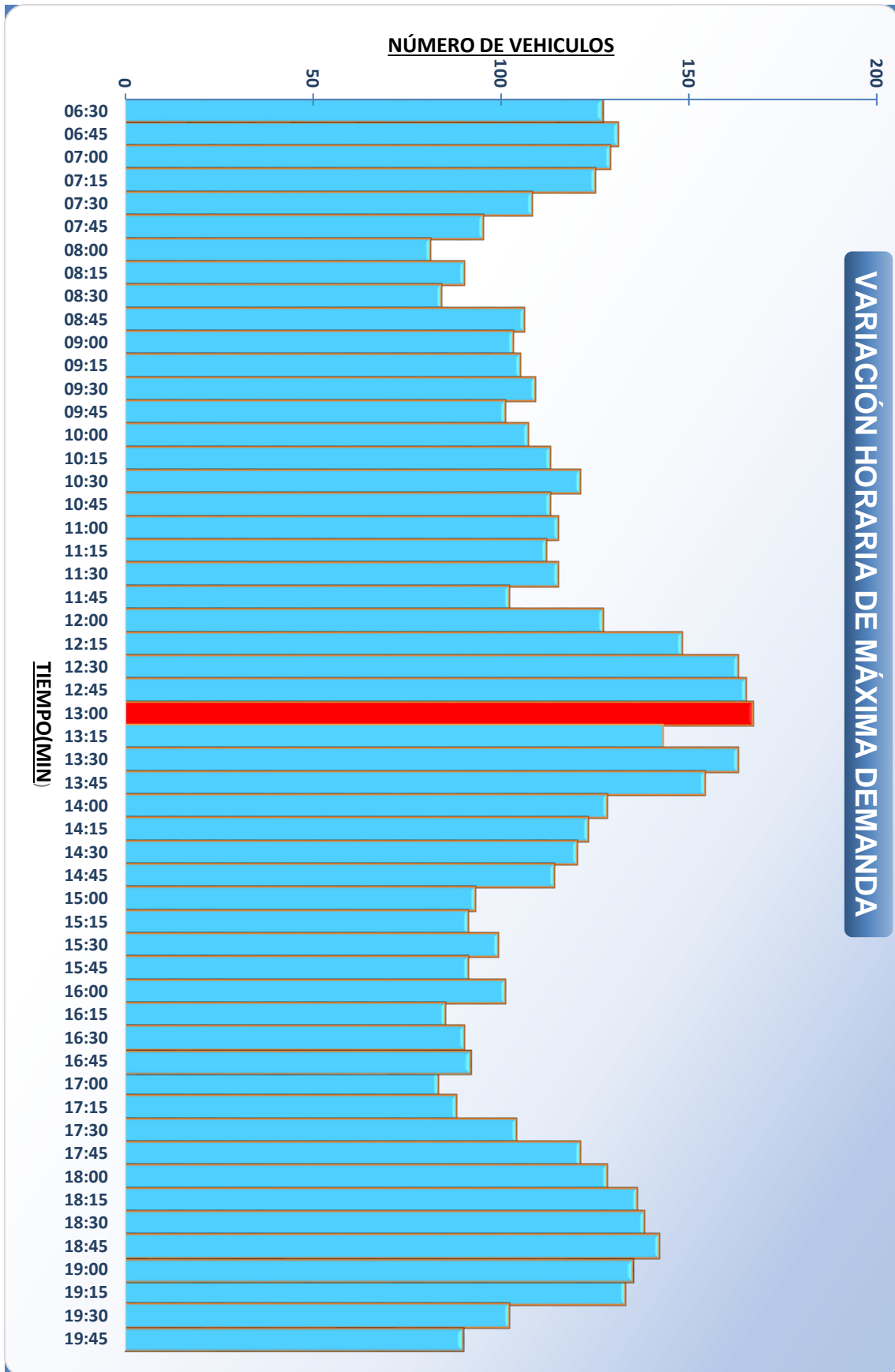
DIAS	MOTOTAXIS	VEHICULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL
	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	
Lunes	2970	651	758	478	898	19	91	62	<b>5927</b>
Martes	2869	682	857	573	925	33	83	80	<b>6102</b>
Miércoles	2896	684	864	552	910	20	97	72	<b>6095</b>
Jueves	2959	718	902	566	907	21	88	77	<b>6238</b>
Viernes	2980	702	890	561	943	20	70	83	<b>6249</b>
<b>TPDS</b>	2935	687	854	546	917	23	86	75	<b>6122</b>
<b>% Participación</b>	47.94%	11.23%	13.95%	8.92%	14.97%	0.37%	1.40%	1.22%	<b>100.00%</b>

### Variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda.

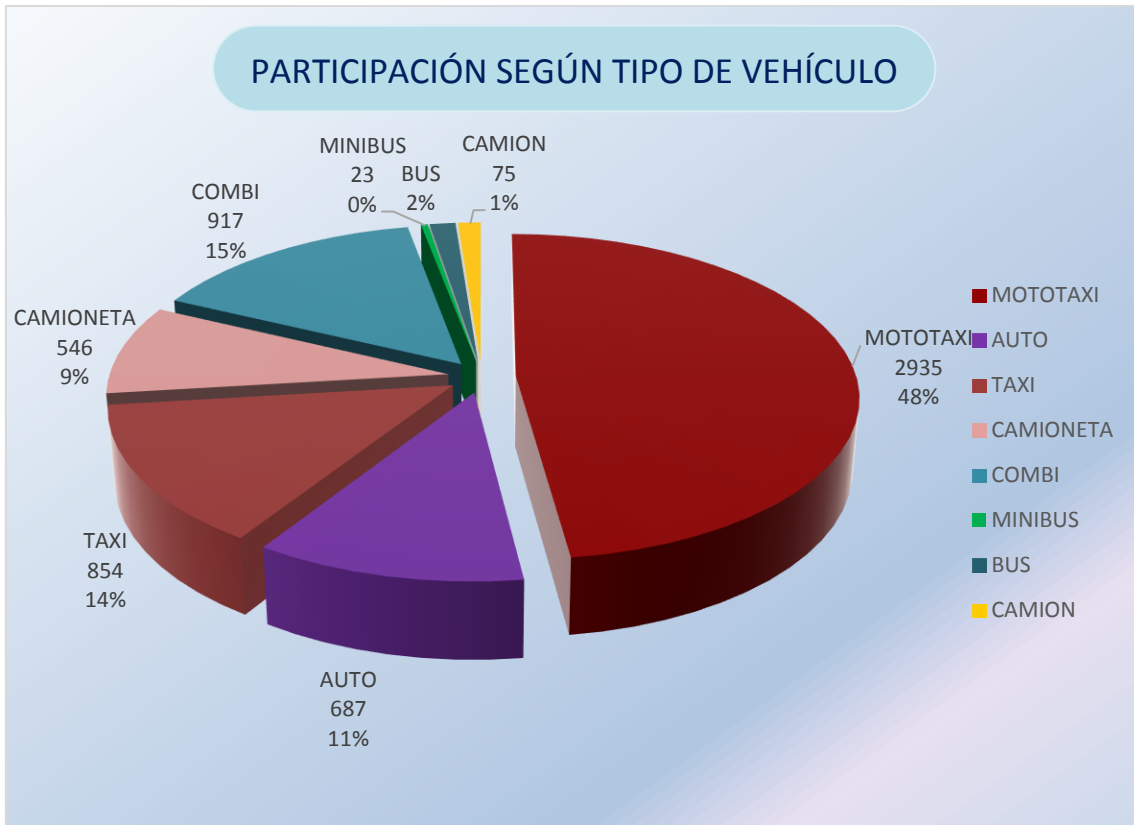
Hora de Máxima demanda: 12:15 p.m. - 13:15 p.m.

**Tabla 36:** Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).

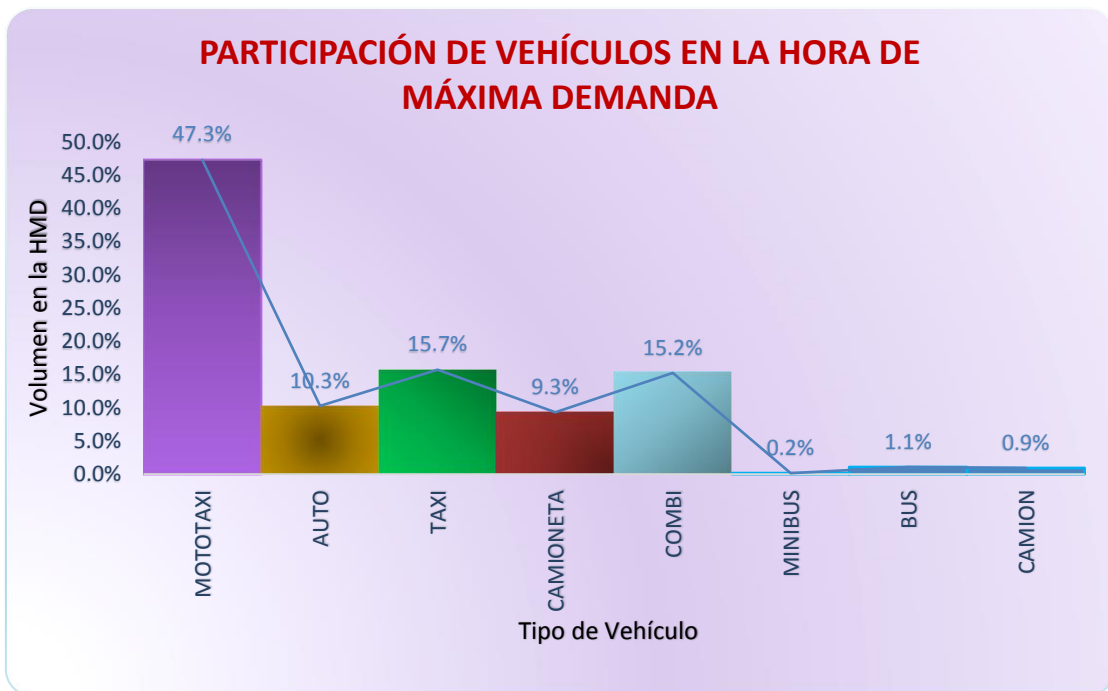
Período (horas: minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehículos mixtos)	VHMD (veh/h)
12:15 - 12:30	148	<b>643</b>
12:30 - 12:45	163	
12:45 - 13:00	165	
<b>13:00 - 13:15</b>	<b>167</b>	



**Figura 30:** Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. José Gálvez (Huánuco – Unión).



**Figura 31:** Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm).



**Figura 32:** Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.

**i) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Jr. Unión - Jr. Sullana).**

**Tabla 37:** Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón José Gálvez (hacia Av. Perú).

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD									VHMD (veh/h)
		MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	TOTAL	
06:30	06:45	49	20	20	9	21	0	0	0	119	476
06:45	07:00	51	16	22	7	19	0	3	1	119	476
07:00	07:15	52	18	21	11	20	0	2	1	125	465
07:15	07:30	52	15	22	7	17	0	0	0	113	454
07:30	07:45	47	14	23	12	18	0	3	2	119	451
07:45	08:00	45	15	12	10	23	0	2	1	108	434
08:00	08:15	49	16	16	9	21	0	2	1	114	432
08:15	08:30	57	14	12	8	18	0	1	0	110	419
08:30	08:45	51	12	13	6	17	0	0	3	102	406
08:45	09:00	47	11	14	9	22	0	1	2	106	404
09:00	09:15	48	13	16	9	14	0	1	0	101	390
09:15	09:30	50	10	11	6	13	2	3	2	97	382
09:30	09:45	46	9	19	8	17	0	1	0	100	361
09:45	10:00	47	10	15	3	14	0	2	1	92	343
10:00	10:15	43	8	12	9	17	0	0	4	93	342
10:15	10:30	36	9	13	3	13	1	0	1	76	341
10:30	10:45	39	6	15	3	17	0	2	0	82	366
10:45	11:00	44	5	14	5	19	0	0	4	91	381
11:00	11:15	41	11	19	8	12	0	1	0	92	405
11:15	11:30	42	12	13	9	22	0	1	2	101	429
11:30	11:45	44	15	15	6	14	0	1	2	97	447
11:45	12:00	52	12	23	8	17	0	1	2	115	477
12:00	12:15	51	13	19	11	20	0	1	1	116	497
12:15	12:30	55	11	16	12	22	1	1	1	119	519
12:30	12:45	57	17	21	10	19	0	0	3	127	540
12:45	13:00	52	18	26	8	23	2	3	3	135	538
13:00	13:15	54	23	24	11	22	0	3	1	138	535
13:15	13:30	57	23	23	12	24	1	0	0	140	512
13:30	13:45	51	21	22	9	20	0	1	1	125	489
13:45	14:00	52	24	21	8	23	2	0	2	132	470
14:00	14:15	41	21	22	12	19	0	0	0	115	432
14:15	14:30	52	20	15	7	15	0	4	4	117	435
14:30	14:45	47	13	18	11	14	0	0	3	106	413
14:45	15:00	37	11	12	9	20	0	4	1	94	406
15:00	15:15	50	18	19	13	16	0	1	1	118	402
15:15	15:30	42	15	15	8	12	0	0	3	95	379
15:30	15:45	45	14	14	9	15	0	0	2	99	389
15:45	16:00	39	15	12	5	15	0	2	2	90	384
16:00	16:15	36	10	18	8	19	1	1	2	95	383
16:15	16:30	46	12	15	12	16	0	2	2	105	384

16:30	16:45	47	11	14	6	13	0	0	3	94	382
16:45	17:00	40	11	13	11	12	0	2	0	89	401
17:00	17:15	42	18	12	10	10	0	1	3	96	432
17:15	17:30	50	17	14	9	12	0	0	1	103	448
17:30	17:45	57	15	11	11	19	0	0	0	113	470
17:45	18:00	62	16	13	10	15	1	1	2	120	477
18:00	18:15	58	12	12	12	13	0	2	3	112	487
18:15	18:30	56	17	16	13	20	0	1	2	125	507
18:30	18:45	55	15	20	12	16	1	1	0	120	484
18:45	19:00	60	13	23	16	17	0	0	1	130	457
19:00	19:15	63	17	22	9	19	0	2	0	132	418
19:15	19:30	51	15	13	11	11	0	0	1	102	
19:30	19:45	37	15	12	10	15	2	1	1	93	
19:45	20:00	46	14	14	0	13	0	1	3	91	
<b>TOTAL</b>		<b>2620</b>	<b>776</b>	<b>901</b>	<b>480</b>	<b>924</b>	<b>14</b>	<b>62</b>	<b>81</b>	<b>5858</b>	

**Tabla 38:** Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.

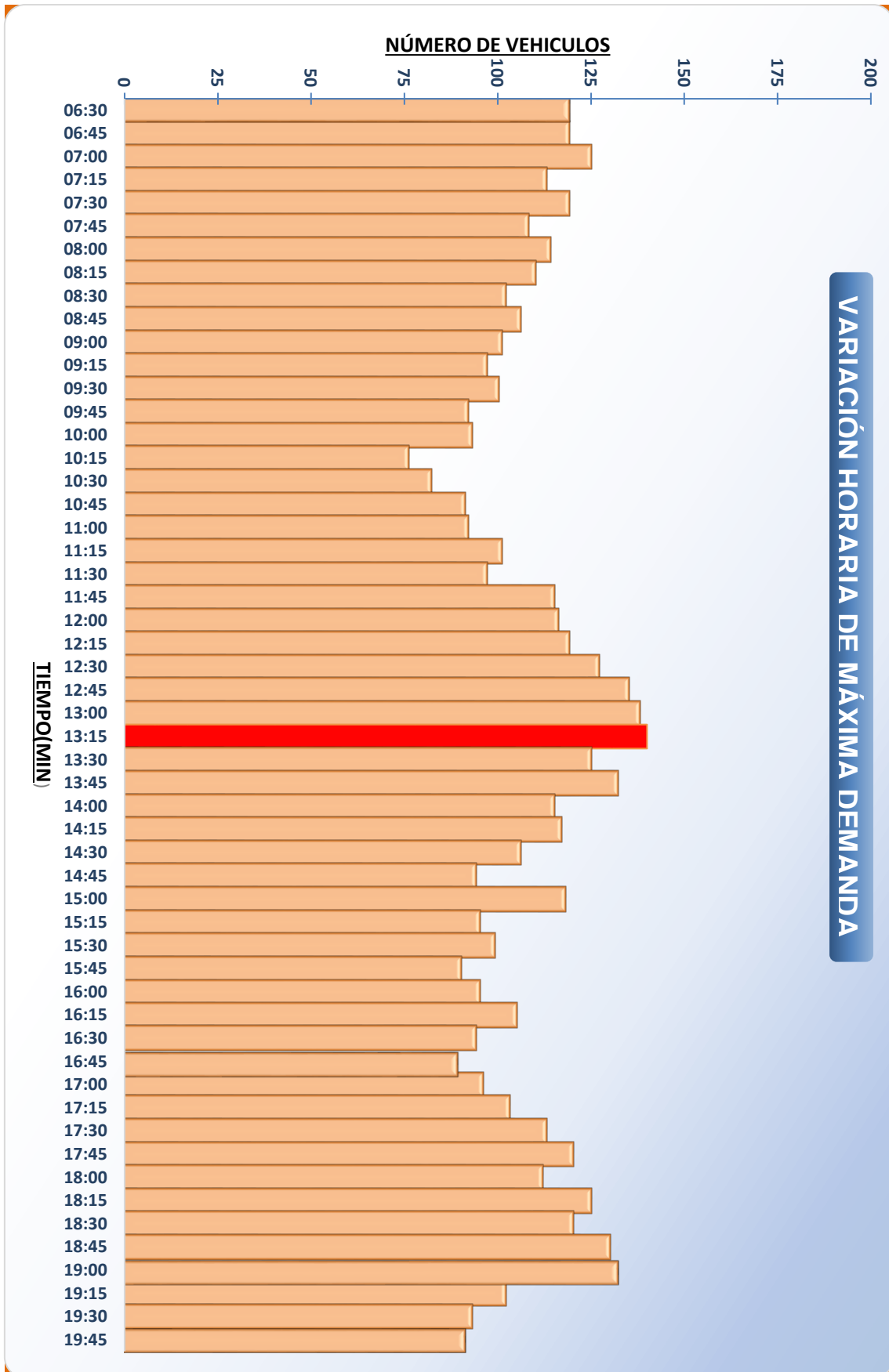
DIAS	MOTOTAXIS	VEHICULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL
	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	
Lunes	2738	727	838	484	896	19	72	75	<b>5849</b>
Martes	2532	718	763	389	908	10	62	76	<b>5458</b>
Miércoles	2551	735	849	394	929	23	63	81	<b>5625</b>
Jueves	2625	726	833	387	908	15	73	72	<b>5639</b>
Viernes	2620	776	901	480	924	14	62	81	<b>5858</b>
<b>TPDS</b>	2613	736	837	427	913	16	66	77	<b>5686</b>
<b>% Participación</b>	45.96%	12.95%	14.72%	7.51%	16.06%	0.28%	1.17%	1.35%	<b>100.00%</b>

### Variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda.

Hora de Máxima demanda: 12:30 p.m. - 13:30 p.m.

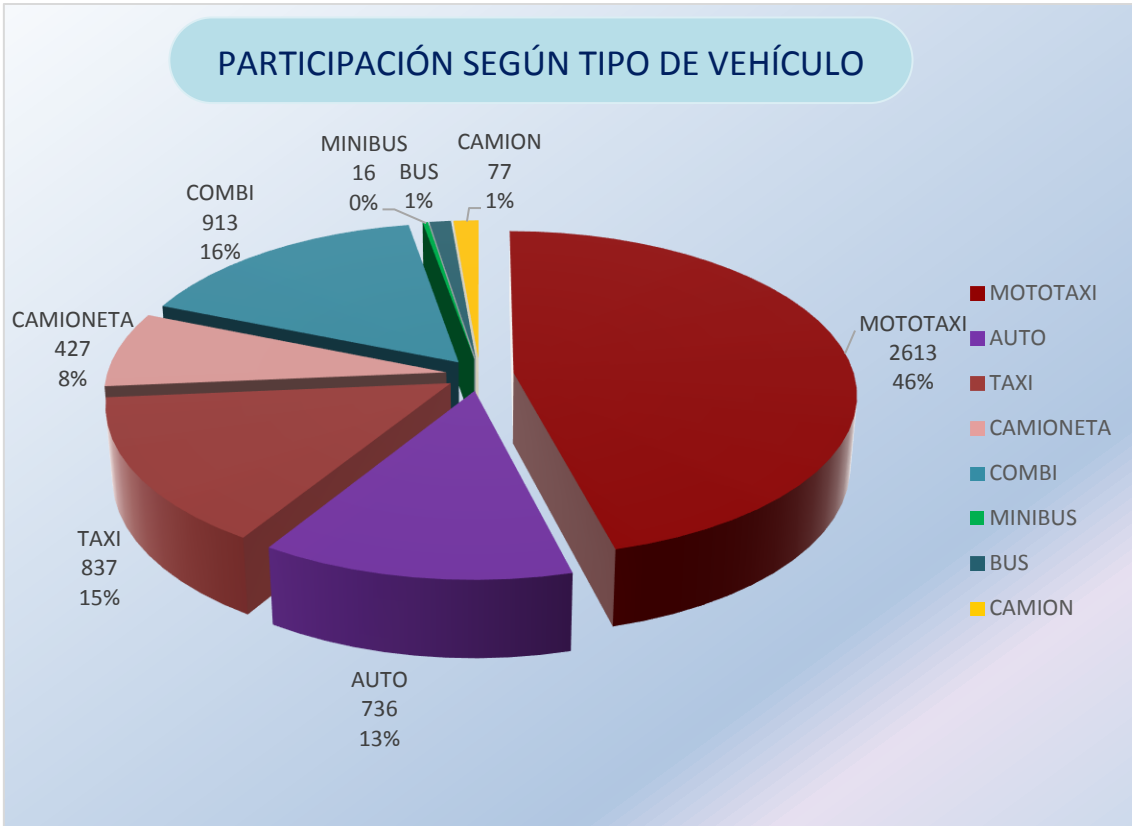
**Tabla 39:** Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).

Período (horas: minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehículos mixtos)	VHMD (veh/h)
12:30 - 12:45	127	<b>540</b>
12:45 - 13:00	135	
13:00 - 13:15	138	
<b>13:15- 13:30</b>	<b>140</b>	

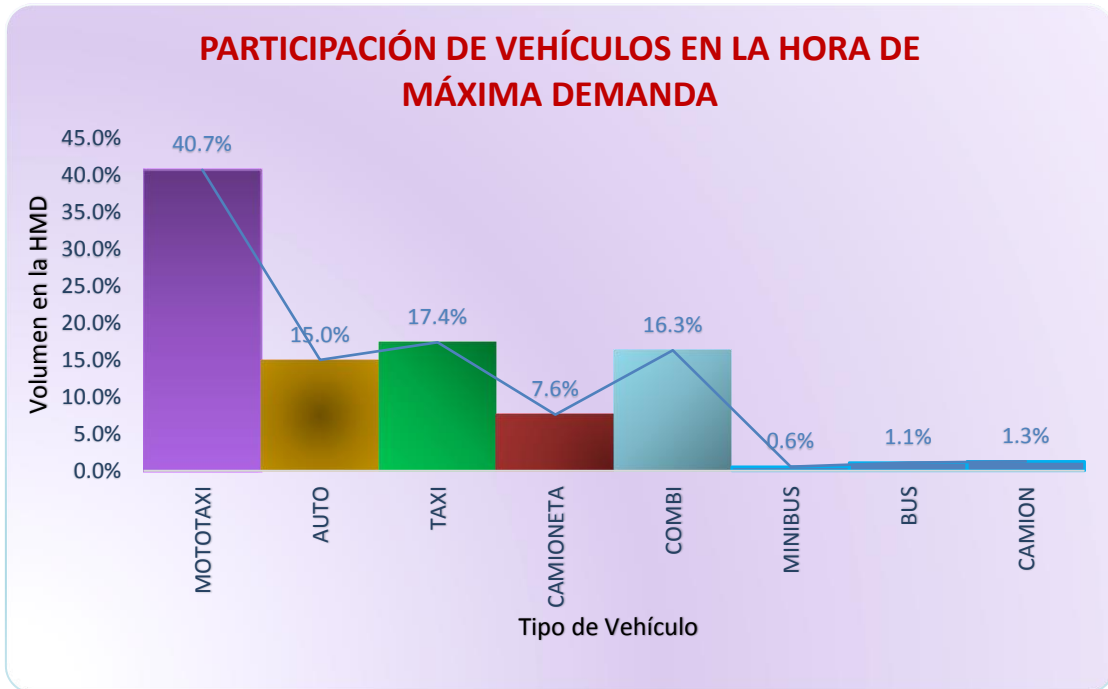


**Figura 33:** Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. José Gálvez (Unión – Sullana).





**Figura 34:** Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm).



**Figura 35:** Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.

**j) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Jr. Sullana – Av. Perú).**

**Tabla 40:** Aforo Vehicular (TPDS) en el jirón José Gálvez (hacia Av. Perú).

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD									VHMD (veh/h)
		MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	TOTAL	
06:30	06:45	47	19	22	8	11	1	0	2	110	493
06:45	07:00	53	11	23	14	12	0	0	1	114	505
07:00	07:15	59	12	23	11	22	0	2	1	130	508
07:15	07:30	55	24	20	16	24	0	0	0	139	482
07:30	07:45	46	13	19	14	25	1	3	1	122	455
07:45	08:00	43	24	17	10	20	1	2	0	117	462
08:00	08:15	47	18	14	6	16	0	2	1	104	460
08:15	08:30	53	14	21	5	15	1	3	0	112	457
08:30	08:45	55	22	20	14	14	0	1	3	129	453
08:45	09:00	44	22	20	7	19	1	1	1	115	421
09:00	09:15	46	10	16	10	18	0	1	0	101	414
09:15	09:30	44	13	18	12	15	0	3	3	108	414
09:30	09:45	48	11	16	9	11	1	1	0	97	404
09:45	10:00	46	19	13	13	14	0	2	1	108	396
10:00	10:15	43	11	15	14	16	2	0	0	101	387
10:15	10:30	44	13	12	9	15	0	2	3	98	377
10:30	10:45	36	12	16	4	16	1	2	2	89	389
10:45	11:00	37	14	17	9	15	0	3	4	99	400
11:00	11:15	39	11	18	9	11	0	3	0	91	415
11:15	11:30	42	21	14	8	22	0	1	2	110	444
11:30	11:45	45	19	10	5	18	0	1	2	100	469
11:45	12:00	54	20	15	9	11	1	2	2	114	502
12:00	12:15	49	23	23	10	13	0	1	1	120	527
12:15	12:30	57	16	25	12	22	1	1	1	135	549
12:30	12:45	58	20	23	15	14	0	0	3	133	536
12:45	13:00	51	23	23	13	23	0	3	3	139	544
13:00	13:15	59	15	24	15	26	0	3	0	142	535
13:15	13:30	53	20	20	10	19	0	0	0	122	512
13:30	13:45	64	15	22	10	26	2	1	1	141	497
13:45	14:00	59	15	17	13	25	0	1	0	130	460
14:00	14:15	45	12	21	12	28	1	0	0	119	425
14:15	14:30	48	8	19	7	19	0	2	4	107	413
14:30	14:45	46	11	15	14	14	1	0	3	104	390
14:45	15:00	39	11	22	5	14	0	3	1	95	379
15:00	15:15	48	7	11	15	23	1	1	1	107	377
15:15	15:30	35	14	12	5	15	0	0	3	84	354
15:30	15:45	37	16	11	11	13	1	2	2	93	366
15:45	16:00	41	8	11	10	19	0	2	2	93	382
16:00	16:15	35	14	14	5	15	0	1	0	84	397
16:15	16:30	39	13	17	8	13	1	3	2	96	411
16:30	16:45	50	24	12	7	12	0	1	3	109	431

16:45	17:00	53	7	12	16	18	0	2	0	108	438
17:00	17:15	46	10	13	6	20	0	1	2	98	449
17:15	17:30	48	13	24	10	19	1	0	1	116	458
17:30	17:45	55	12	17	14	15	0	3	0	116	469
17:45	18:00	58	13	17	10	18	0	1	2	119	481
18:00	18:15	53	11	12	10	16	0	2	3	107	491
18:15	18:30	58	14	15	10	27	0	1	2	127	517
18:30	18:45	59	17	20	10	22	0	0	0	128	503
18:45	19:00	56	18	24	12	14	1	3	1	129	460
19:00	19:15	53	24	21	13	20	0	2	0	133	420
19:15	19:30	54	13	16	11	18	0	0	1	113	
19:30	19:45	43	6	9	9	14	0	2	2	85	
19:45	20:00	40	10	14	9	12	0	1	3	89	
TOTAL		2615	806	935	553	946	20	78	76	6029	

**Tabla 41:** Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.

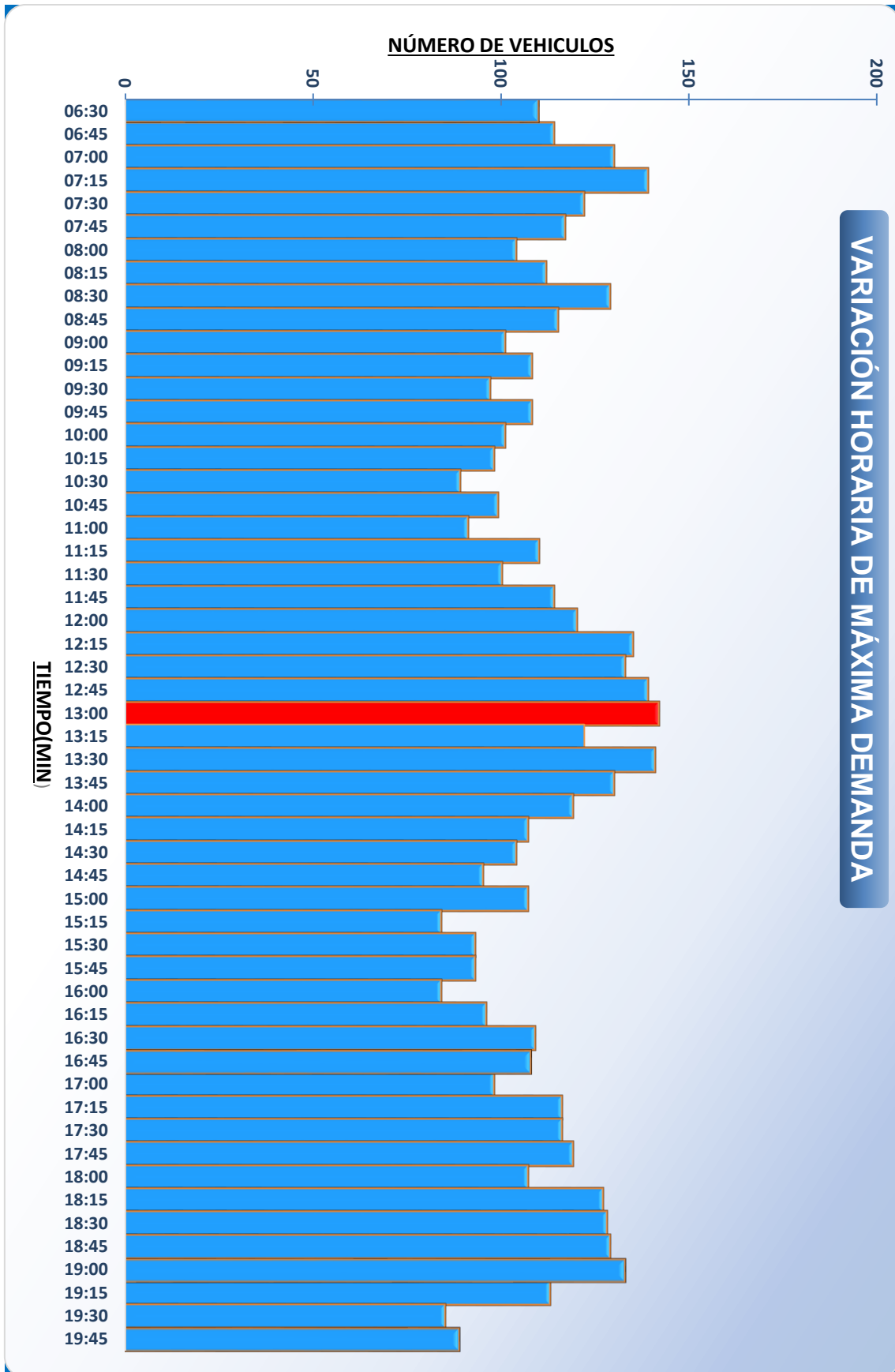
DIAS	MOTOTAXIS	VEHICULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL
	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	
Lunes	2607	859	867	579	879	16	94	59	5960
Martes	2578	824	924	547	962	28	86	68	6017
Miércoles	2583	785	880	571	913	17	94	70	5913
Jueves	2561	797	918	552	944	25	94	70	5961
Viernes	2615	806	935	553	946	20	78	76	6029
<b>TPDS %</b>	2589	814	905	560	929	21	89	69	5976
<b>Participación</b>	43.32%	13.62%	15.14%	9.38%	15.54%	0.35%	1.49%	1.15%	100.00%

### Variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda.

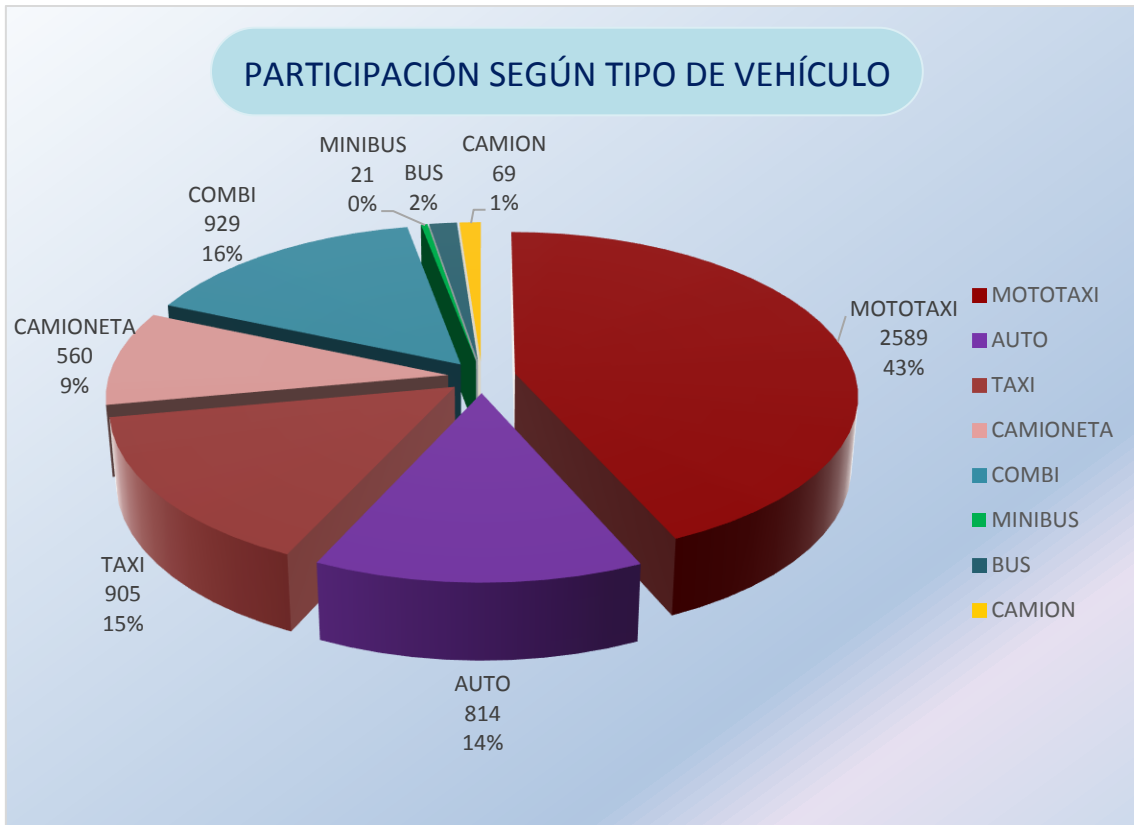
Hora de Máxima demanda: 12:15 p.m. - 13:15 p.m.

**Tabla 42:** Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).

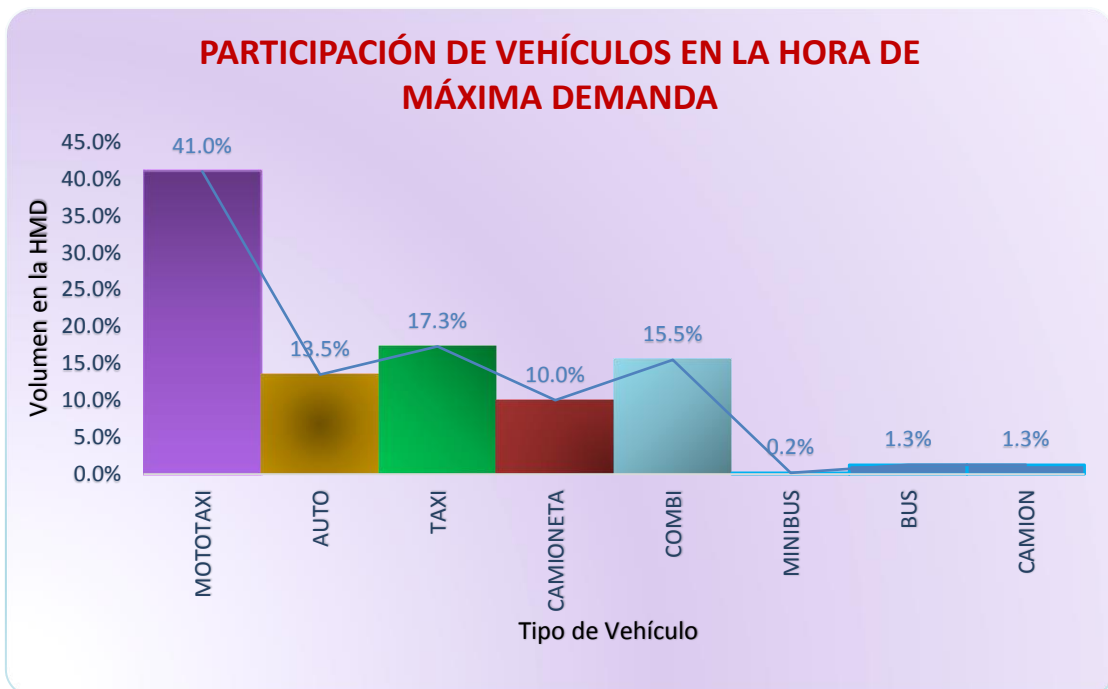
Período (horas: minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehículos mixtos)	VHMD (veh/h)
12:15 - 12:30	135	549
12:30 - 12:45	133	
12:45 - 13:00	139	
<b>13:00 - 13:15</b>	<b>142</b>	



**Figura 36:** Histograma de la Variación de Volumen de Transito, en la hora de máxima demanda para el Jr. José Gálvez (Sullana – Av. Perú).



**Figura 37:** Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (06:30 am – 08:00 pm).



**Figura 38:** Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.

En la siguiente tabla se muestran de manera resumida los resultados obtenidos para cada segmento luego de aplicar las ecuaciones (8), (9) y (10).

**Tabla 43:** Parámetros del tráfico para cada segmento

Descripción	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4	Segmento 5	Segmento 6	Segmento 7	Segmento 8	Segmento 9	Segmento 10
Volumen vehicular correspondiente a la hora de máxima demanda	956	915	1003	1006	882	870	846	643	540	549
Volumen vehicular correspondiente a los 15 minutos de máxima Demanda	253	248	258	257	232	228	225	167	140	142
Capacidad vehicular (veh/h)	1012	992	1032	1028	928	912	900	668	560	568
Flujo de demanda vehicular (veh/h)	956	892	944	1006	804	870	820	627	540	535
Factor de hora pico	0.94	0.90	0.91	0.98	0.87	0.95	0.91	0.94	0.96	0.94
Grado de saturación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

### Datos de entrada para los segmentos en estudio

Los datos de entrada considerados para cada segmento son:

**Tabla 44:** Elementos de entrada para ambos segmentos

Categoría de Datos	Elementos de Entrada	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4	Segmento 5	Segmento 6	Segmento 7	Segmento 8	Segmento 9	Segmento 10
Características del tránsito	Capacidad del segmento (veh/h)	1012	992	1032	1028	928	912	900	668	560	568
	Flujo de demanda en el segmento, <b>vm (veh/h)</b>	956	892	944	1006	804	870	820	627	540	535
Diseño geométrico	Ancho de intersección semaforizada (ft)	33.61	0.00	22.95	23.61	24.59	21.31	18.69	0.00	0.00	0.00
	Número de carriles en la dirección de viaje ( <b>Nth</b> )	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Longitud de segmento (ft)	891.4	411.3	396.8	337.9	361.3	496.9	466.8	219.9	425.6	628.3
	Número de accesos por el lado derecho, <b>Nap,s</b>	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
	Número de accesos por el lado izquierdo, <b>Nap,o</b>	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1
	Proporción de segmento con mediana restrictiva, <b>pm</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Proporción de segmento con solera del lado derecho, <b>pcurb</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Otros	Límite de velocidad, <b>Spl</b> (mi/h)	24.85	24.85	24.85	24.85	24.85	24.85	24.85	24.85	24.85	24.85
	Duración del período de análisis, <b>T</b> (h)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

Se tomó como velocidad límite al valor de 40 km/h para cada segmento, puesto que el Reglamento Nacional de Tránsito en el Artículo 162: Límite de velocidad del Título III establece dicho valor para los jirones en las zonas urbanas.

## Paso 2: Cálculo del tiempo en movimiento

Para determinar el tiempo en movimiento arterial previamente se calculó la velocidad de flujo base (ecuación (10)), la velocidad constante (ecuación (11)), el factor de ajuste para la sección transversal (ecuación (12)) y el factor de ajuste para puntos de acceso (ecuación (13)), a continuación, se muestra el cálculo de estos parámetros para el segmento I:

*Densidad de los puntos de acceso:*

$$D_a = 5280 * \frac{(N_{ap,s} + N_{ap,o})}{(L - W_i)} = 5280 * \frac{0 + 1}{891.40 - 33.61} = 6.16$$

*Factor de ajuste para puntos de acceso:*

$$f_A = -0.078 * \frac{D_a}{N_{th}} = -0.078 * \frac{6.16}{2} = -0.24 \text{ mi/h}$$

*Factor de ajuste para sección transversal:*

$$f_{cs} = 1.5 * p_m - 0.47 * p_{curb} * p_m = 1.5 * 0 - 0.47 * 1 * 0 = 0$$

*Velocidad constante:*

$$S_o = (25.6 + 0.47 * S_{pl}) = (25.6 + 0.47 * 24.85) = 37.28 \text{ mi/h}$$

*Velocidad de flujo libre base:*

$$S_{fo} = S_o + f_{cs} + f_A = 60 + 0 + (-0.24) = 37.04 \text{ mi/h}$$

**Tabla 45:** Valores de velocidad de flujo libre base, velocidad constante, factor de ajuste para sección transversal y puntos de acceso, para cada segmento.

Descripción	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4	Segmento 5	Segmento 6	Segmento 7	Segmento 8	Segmento 9	Segmento 10
Densidad de los puntos de acceso ( <b>Da (pto/mi)</b> )	6.16	12.84	14.13	16.80	15.68	11.10	11.78	24.01	12.41	16.81
Factor de ajuste para puntos de acceso ( <b>fA (mi/h)</b> )	-0.24	-0.50	-0.55	-0.66	-0.61	-0.43	-0.46	-0.94	-0.48	-0.66

Factor de ajuste para sección transversal ( <b>fcs (mi/h)</b> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Velocidad de flujo libre base ( <b>Sfo (mi/h)</b> )	37.04	36.78	36.73	36.63	36.67	36.85	36.82	36.35	36.80	36.63
Velocidad constante ( <b>So (mi/h)</b> )	37.28	37.28	37.28	37.28	37.28	37.28	37.28	37.28	37.28	37.28

Luego se calculó el ajuste por espaciamiento de señales (ecuación 15), la velocidad de flujo libre (ecuación 16), el factor por proximidad entre vehículos (ecuación 17), el tiempo de demora ocasionado por el giro de vehículos (tabla 6) y finalmente el tiempo en movimiento en el segmento (ecuación 18). A continuación, se muestra el cálculo de estos parámetros para el segmento I:

*Ajuste por espaciamiento de señales:*

$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{S_{f0} - 19.5}{\max(L_S, 400)} = 1.02 - 4.7 \frac{37.04 - 19.5}{400} = 0.814 \leq 1.0$$

*Velocidad de flujo libre:*

$$S_f = S_{f0} * f_L = 37.04 * 0.814 = 30.15 \text{ mi/h}$$

*Factor por proximidad entre vehículos*

$$f_V = \frac{2}{1 + \left(\frac{V_m}{52.8 * N_{th} * S_f}\right)^{0.21}} = \frac{2}{1 + \left(\frac{956}{52.8 * 2 * 30.15}\right)^{0.21}} = 1.126$$

Tiempo ocasionado por el giro de vehículos:  $d_{ap,i} = 0.011$  teniendo en cuenta el volumen vehicular de 126.5 veh/h/ln.

126.5	x		
<b>200</b>	<b>0.04</b>	173.5	0.08-x
<b>300</b>	<b>0.08</b>	100	0.04
<b>x=</b>	<b>0.011</b>		

*Tiempo en movimiento en el segmento*



$$t_R = \frac{6.0 - l_1}{0.0025 * L} * f_x + \frac{3600 * L}{5280 * S_f} * f_v + \sum_{i=1}^{N_{ap}} d_{ap,i} + d_{other}$$

$$t_R = \frac{6.0 - 2}{0.0025 * 891.4} * 1 + \frac{3600 * 891.4}{5280 * 30.15} * 1.126 + 1 * 0.0055 = 24.49 \text{ seg}$$

Los valores obtenidos luego de la aplicación de dichas fórmulas, se muestran de manera resumida para ambos segmentos en la siguiente tabla:

**Tabla 46:** Valores del tiempo en movimiento obtenidos para cada segmento.

Parámetro	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4	Segmento 5	Segmento 6	Segmento 7	Segmento 8	Segmento 9	Segmento 10
Ajuste por espaciamiento de señales ( <b>fL</b> )	0.814	0.817	0.816	0.782	0.797	0.816	0.816	0.660	0.817	0.819
Velocidad de flujo libre ( <b>Sf</b> ) (mi/h)	30.15	30.05	29.97	28.63	29.21	30.07	30.06	23.99	30.05	29.99
Flujo de demanda en el segmento ( <b>Vm</b> )	956	892	944	1006	804	870	820	627	540	535
Factor por proximidad entre vehículos ( <b>fv</b> )	1.126	1.132	1.126	1.115	1.140	1.135	1.141	1.146	1.184	1.185
Pérdida de tiempo en la partida = 2,0 si es semaforizado ( <b>I1</b> )	2	0	2	2	2	2	2	0	0	0
Demora por el giro de vehículos ( <b>dap,i</b> )	0.011	0.01	0.012	0.011	0.006	0.006	0.005	0.001	0.001	0.001
Movimiento controlado por semáforos ( <b>Fx</b> )	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0
<b>Tiempo en movimiento (tR)</b> (seg)	24.49	10.57	14.21	13.71	14.05	16.01	15.51	7.16	11.43	16.92

### Paso 3: Cálculo del tiempo de propagación vehicular

Para el cálculo del tiempo de propagación vehicular se aplicó la ecuación (19) para el cual fue necesario realizar la medición del tiempo que tardan los vehículos en ingresar al segmento, además se considera que el flujo vehicular correspondiente a los 15 minutos de hora punta se reparte equitativamente entre los dos carriles que componen al segmento y que los vehículos que giran a la derecha e izquierda representan el 10% del flujo de cada carril. Se muestra el cálculo del tiempo de propagación vehicular para el segmento I:

$$d_t = \frac{d_{th}v_tN_t + d_{sl}v_{sl}(1 - P_L) + d_{sr}v_{sr}(1 - P_R)}{v_{th}}$$

$$d_t = \frac{(115.20)(478)2 + 0.011(48)(1 - 0.1) + 0.022(48)(1 - 0.1)}{956}$$

$$d_t = 115.20s/veh$$

Los datos obtenidos para cada segmento se muestran de manera resumida en la siguiente tabla:

**Tabla 47:** Tiempo de propagación vehicular para cada segmento

Parámetro	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4	Segmento 5	Segmento 6	Segmento 7	Segmento 8	Segmento 9	Segmento 10
Retraso en el carril ( <b>dth (s/veh)</b> )	115.20	12.50	32.82	30.28	32.34	29.12	31.15	3.10	7.30	18.44
Flujo en el carril ( <b>vt (veh/h/ln)</b> )	478	446	472	503	402	435	410	314	270	268
Número de carriles ( <b>Nt (ln)</b> )	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Retraso de vehículos que giran a la izquierda ( <b>dsl (s/veh)</b> )	0.011	0.010	0.012	0.011	0.006	0.006	0.005	0.001	0.002	0.001
Índice de flujo de los vehículos que giran a la izquierda ( <b>vsl (veh/h)</b> )	48	45	47	50	40	44	41	31	27	27
Proporción de vehículos que giran a la izquierda (decimal) <b>PL</b>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Retraso de vehículos que giran a la derecha ( <b>dsr (s/veh)</b> )	0.022	0.01	0.012	0.011	0.006	0.006	0.005	0.001	0.001	0.001
Índice de flujo de los vehículos que giran a la derecha ( <b>vsr (veh/h)</b> )	48	45	47	50	40	44	41	31	27	27
Proporción de vehículos que giran a la derecha ( <b>PR</b> )	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Demanda vehicular ( <b>vth (veh/h)</b> )	956	892	944	1006	804	870	820	627	540	535
Tiempo de propagación vehicular ( <b>dt (s/veh)</b> )	115.20	12.50	32.82	30.28	32.34	29.12	31.15	3.10	7.30	18.44

#### Paso 4: Cálculo de la velocidad de desplazamiento

La velocidad de desplazamiento se calculó reemplazando los valores correspondientes al tiempo en movimiento y al tiempo de propagación vehicular

en la ecuación (20). Se muestra en cálculo de la velocidad de desplazamiento para el segmento I:

$$S_{T,seg} = \frac{3600 * L}{5280(t_R + d_t)} = \frac{3600 * 891.4}{5280(24.49 + 115.20)} = 7.0 \text{ km/h}$$

En la siguiente tabla se muestra de manera resumida la velocidad de desplazamiento de cada segmento:

**Tabla 48:** Velocidad de desplazamiento para cada segmento

Parámetro	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4	Segmento 5	Segmento 6	Segmento 7	Segmento 8	Segmento 9	Segmento 10
Longitud de segmento (L (ft))	891.4	411.3	396.8	337.9	361.3	496.9	466.8	219.9	425.6	628.3
Tiempo de propagación vehicular (dt (s/veh))	115.20	12.50	32.82	30.28	32.34	29.12	31.15	3.10	7.30	18.44
Tiempo en movimiento (tR (s/veh))	24.49	10.57	14.21	13.71	14.05	16.01	15.51	7.16	11.43	16.92
Velocidad de Desplazamiento (St (km/h))	7.00	19.56	9.26	8.43	8.55	12.08	10.98	23.51	24.93	19.50

### Paso 5: Cálculo del nivel de servicio

Para calcular el nivel de servicio de cada segmento fue necesario establecer la relación porcentual existente entre la velocidad de desplazamiento y la velocidad de flujo libre base, además se determinó la relación existente entre la capacidad vehicular de cada segmento y su volumen.

**Tabla 49:** Relación porcentual entre la velocidad de desplazamiento y velocidad de flujo base, y relación entre volumen y capacidad de cada segmento

Parámetro	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4	Segmento 5	Segmento 6	Segmento 7	Segmento 8	Segmento 9	Segmento 10
Velocidad de Desplazamiento (St (km/h))	7.00	19.56	9.26	8.43	8.55	12.08	10.98	23.51	24.93	19.50
Velocidad de flujo base (Sfo (km/h))	59.61	59.19	59.11	58.94	59.01	59.30	59.26	58.49	59.22	58.94
%	11.75	33.04	15.66	14.30	14.48	20.37	18.52	40.20	42.10	33.07
Volumen/capacidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Con los datos obtenidos en la tabla 49 y las consideraciones establecidas en la tabla 7, se determinó que:

SEGMENTO	1 (11.75 %)	2 (33.04 %)	3 (15.66 %)	4 (14.30 %)	5 (14.48 %)	6 (20.37 %)	7 (18.52 %)	8 (40.20 %)	9 (42.10 %)	10 (33.07 %)
NIVEL DE SERVICIO	F	E	F	F	F	F	F	D	D	E

### Cálculo del índice de congestión

Para el cálculo del índice de congestión se determinó en campo el tiempo de recorrido vehicular en condiciones de flujo libre (día domingo) y el tiempo de recorrido en el volumen horario de máxima demanda, considerando como muestra 40 vehículos, posteriormente se aplicó la ecuación (7) para determinar el índice de congestión para cada segmento, en la siguiente tabla se muestran los resultados:

#### a) Jr. Leguía (sentido de flujo: Iquique - Chanchamayo).

Tabla 50: Índice de Congestión (Iquique - Chanchamayo)

Veh N°	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)	Veh N°	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)
1	79	302	21	92	225
2	101	312	22	95	287
3	78	341	23	96	306
4	88	196	24	82	321
5	91	257	25	91	346
6	100	245	26	88	339
7	100	215	27	87	284
8	99	306	28	86	301
9	84	409	29	85	275
10	96	458	30	95	244
11	100	325	31	83	229
12	87	256	32	85	299
13	93	287	33	79	258
14	93	268	34	86	447
15	90	205	35	89	349
16	90	248	36	101	326
17	90	316	37	81	316
18	89	198	38	81	264
19	90	217	39	95	235
20	81	197	40	96	179
<b>PROM</b>	<b>89.80</b>	<b>284.70</b>			

$$CI = \frac{T_r}{T_l}$$

$$CI = \frac{284.70}{89.80} = 3.17$$

El índice de congestión es 3.17, significa que el tiempo de viaje real es 317% del tiempo de flujo libre, o se tarda 3.17 veces más en recorrer un segmento de lo que sería en condiciones no congestionadas, por lo tanto, existe congestión.

**b) Jr. Leguía (sentido de flujo: Chanchamayo - Marañón).**

**Tabla 51:** Índice de Congestión (Chanchamayo - Marañón)

Veh Nº	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)	Veh Nº	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)
1	36	61	21	33	46
2	33	31	22	27	53
3	36	87	23	29	95
4	33	45	24	38	72
5	34	57	25	36	39
6	34	74	26	37	34
7	29	68	27	33	55
8	35	85	28	35	59
9	33	49	29	34	46
10	33	53	30	33	44
11	32	45	31	35	38
12	38	42	32	27	54
13	33	49	33	27	62
14	34	57	34	32	47
15	34	38	35	37	50
16	31	44	36	36	72
17	34	49	37	35	42
18	35	55	38	35	82
19	30	57	39	27	59
20	28	68	40	33	45
<b>PROM</b>	<b>33.10</b>	<b>55.2</b>			

$$CI = \frac{T_r}{T_l}$$

$$CI = \frac{55.20}{33.10} = 1.67$$

El índice de congestión es 1.67, significa que el tiempo de viaje real es 167% del tiempo de flujo libre, o se tarda 1.67 veces más en recorrer un segmento de lo que sería en condiciones no congestionadas, por lo tanto, existe congestión.

c) Jr. Leguía (sentido de flujo: Marañón - Amazonas).

Tabla 52: Índice de Congestión (Marañón - Amazonas)

Veh Nº	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)	Veh Nº	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)
1	29	32	21	29	47
2	28	80	22	30	34
3	30	38	23	28	37
4	31	77	24	29	31
5	33	42	25	31	47
6	32	35	26	30	66
7	31	49	27	31	38
8	31	47	28	31	34
9	34	61	29	28	41
10	33	35	30	28	36
11	35	43	31	31	49
12	31	48	32	28	33
13	32	55	33	29	35
14	33	29	34	31	34
15	28	46	35	35	38
16	27	34	36	35	35
17	29	37	37	31	45
18	30	36	38	34	48
19	32	38	39	32	59
20	31	43	40	27	35
<b>PROM</b>	<b>30.70</b>	<b>43.18</b>			

$$CI = \frac{T_r}{T_l}$$

$$CI = \frac{43.18}{30.70} = 1.41$$

El índice de congestión es 1.41, significa que el tiempo de viaje real es 141% del tiempo de flujo libre, o se tarda 1.41 veces más en recorrer un segmento de lo que sería en condiciones no congestionadas, por lo tanto, existe congestión.

**d) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Amazonas – Amalia Puga).**

**Tabla 53:** Índice de Congestión (Amazonas – Amalia Puga)

Veh Nº	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)	Veh Nº	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)
1	24	45	21	23	43
2	21	41	22	26	36
3	21	47	23	21	38
4	26	43	24	21	32
5	26	42	25	22	30
6	23	48	26	21	27
7	20	27	27	21	23
8	24	24	28	23	29
9	26	29	29	19	24
10	20	41	30	21	30
11	21	35	31	25	21
12	25	32	32	23	25
13	21	38	33	23	28
14	21	25	34	22	24
15	21	23	35	19	22
16	20	26	36	22	36
17	21	31	37	19	34
18	23	36	38	20	37
19	19	39	39	25	42
20	20	42	40	25	33
<b>PROM</b>	<b>22.1</b>	<b>33.2</b>			

$$CI = \frac{T_r}{T_l}$$

$$CI = \frac{33.20}{22.10} = 1.50$$

El índice de congestión es 1.50, significa que el tiempo de viaje real es 150% del tiempo de flujo libre, o se tarda 1.50 veces más en recorrer un segmento de lo que sería en condiciones no congestionadas, por lo tanto, existe congestión.

**e) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Amalia Puga – El Comercio).**

**Tabla 54:** Índice de Congestión (Amalia Puga – El Comercio)

Veh N°	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)	Veh N°	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)
1	20	43	21	21	21
2	17	25	22	20	24
3	22	54	23	18	18
4	21	18	24	22	27
5	20	25	25	21	22
6	23	20	26	20	25
7	21	27	27	19	25
8	18	44	28	21	20
9	16	48	29	22	19
10	20	51	30	23	25
11	21	40	31	21	34
12	23	35	32	20	31
13	18	21	33	23	37
14	21	24	34	20	23
15	23	37	35	21	26
16	19	40	36	22	22
17	20	23	37	22	20
18	18	22	38	23	28
19	20	19	39	20	22
20	19	35	40	22	27
<b>PROM</b>	<b>20.53</b>	<b>28.68</b>			

$$CI = \frac{T_r}{T_l}$$

$$CI = \frac{28.68}{20.53} = 1.40$$

El índice de congestión es 1.40, significa que el tiempo de viaje real es 140% del tiempo de flujo libre, o se tarda 1.40 veces más en recorrer un segmento de lo que sería en condiciones no congestionadas, por lo tanto, existe congestión.



f) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: El Comercio – Junín).

Tabla 55: Índice de Congestión (El Comercio – Junín)

Veh Nº	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)	Veh Nº	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)
1	26	40	21	20	26
2	25	36	22	22	35
3	30	26	23	17	49
4	19	23	24	23	53
5	24	19	25	29	29
6	19	35	26	21	32
7	21	49	27	18	43
8	19	40	28	16	54
9	21	48	29	23	46
10	22	51	30	21	41
11	23	35	31	25	27
12	19	39	32	22	24
13	27	32	33	24	19
14	25	37	34	22	25
15	19	42	35	22	24
16	23	48	36	25	20
17	20	41	37	24	28
18	24	33	38	26	39
19	25	36	39	25	49
20	27	24	40	23	45
<b>PROM</b>	<b>22.65</b>	<b>36.05</b>			

$$CI = \frac{T_r}{T_l}$$

$$CI = \frac{36.05}{22.65} = 1.59$$

El índice de congestión es 1.59, significa que el tiempo de viaje real es 159% del tiempo de flujo libre, o se tarda 1.59 veces más en recorrer un segmento de lo que sería en condiciones no congestionadas, por lo tanto, existe congestión.

**g) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Junín – Huánuco).**

**Tabla 56:** Índice de Congestión (Junín – Huánuco)

Veh Nº	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)	Veh Nº	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)
1	28	40	21	26	37
2	24	38	22	27	40
3	27	37	23	28	37
4	25	29	24	30	35
5	27	32	25	25	28
6	26	37	26	25	36
7	24	31	27	24	40
8	27	35	28	29	26
9	22	27	29	28	42
10	31	32	30	26	28
11	23	37	31	29	33
12	23	31	32	25	39
13	25	32	33	27	30
14	30	26	34	28	36
15	26	33	35	25	29
16	25	31	36	23	33
17	25	32	37	28	38
18	27	29	38	24	27
19	28	36	39	25	30
20	23	34	40	23	32
<b>PROM</b>	<b>26.03</b>	<b>33.38</b>			

$$CI = \frac{T_r}{T_l}$$

$$CI = \frac{33.38}{26.03} = 1.28$$

El índice de congestión es 1.28, significa que el tiempo de viaje real es 128% del tiempo de flujo libre, o se tarda 1.28 veces más en recorrer un segmento de lo que sería en condiciones no congestionadas, por lo tanto, existe congestión.

**h) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Huánuco – Unión).**

**Tabla 57:** Índice de Congestión (Huánuco – Unión)

Veh Nº	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)	Veh Nº	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)
1	12	15	21	10	7
2	11	8	22	11	8
3	12	16	23	9	9
4	12	17	24	11	14
5	11	20	25	9	16
6	7	14	26	12	10
7	8	21	27	9	15
8	12	21	28	8	10
9	11	12	29	10	9
10	10	8	30	8	11
11	12	17	31	7	12
12	9	15	32	12	11
13	10	13	33	9	14
14	9	18	34	9	17
15	7	12	35	12	14
16	9	14	36	8	10
17	10	9	37	12	7
18	11	11	38	9	9
19	9	10	39	10	21
20	8	8	40	11	21
<b>PROM</b>	<b>9.90</b>	<b>11.88</b>			

$$CI = \frac{T_r}{T_l}$$

$$CI = \frac{11.88}{9.90} = 1.20$$

El índice de congestión es 1.20, significa que el tiempo de viaje real es 120% del tiempo de flujo libre, o se tarda 1.20 veces más en recorrer un segmento de lo que sería en condiciones no congestionadas, por lo tanto, existe congestión.

i) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Unión – Sullana).

Tabla 58: Índice de Congestión (Unión – Sullana)

Veh N°	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)	Veh N°	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)
1	24	25	21	22	25
2	23	21	22	24	21
3	22	30	23	24	21
4	24	32	24	23	27
5	21	31	25	21	23
6	26	25	26	24	31
7	23	30	27	24	33
8	25	23	28	22	22
9	23	20	29	24	30
10	23	25	30	22	32
11	26	26	31	25	23
12	25	19	32	26	29
13	26	30	33	24	30
14	23	18	34	22	29
15	23	26	35	22	31
16	24	20	36	23	33
17	23	24	37	23	25
18	26	18	38	24	30
19	25	26	39	21	28
20	23	32	40	26	30
<b>PROM</b>	<b>23.6</b>	<b>26.35</b>			

$$CI = \frac{T_r}{T_l}$$

$$CI = \frac{11.88}{9.90} = 1.12$$

El índice de congestión es 1.12, significa que el tiempo de viaje real es 112% del tiempo de flujo libre, o se tarda 1.12 veces más en recorrer un segmento de lo que sería en condiciones no congestionadas, por lo tanto, existe congestión.

j) Jr. José Gálvez (sentido de flujo: Sullana –Av. Perú).

Tabla 59: Índice de Congestión (Sullana –Av. Perú)

Veh Nº	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)	Veh Nº	Tiempo en régimen libre (s)	Tiempo de recorrido (s)
1	31	35	21	32	28
2	31	28	22	34	30
3	34	33	23	34	40
4	33	37	24	33	35
5	33	41	25	30	46
6	32	42	26	33	48
7	32	34	27	32	43
8	34	38	28	30	43
9	32	32	29	34	33
10	32	48	30	31	46
11	33	49	31	33	43
12	34	36	32	33	31
13	35	44	33	35	31
14	33	29	34	32	39
15	31	37	35	31	45
16	30	29	36	31	30
17	35	45	37	31	44
18	34	48	38	35	34
19	30	50	39	30	44
20	31	47	40	30	35
<b>PROM</b>	<b>32.35</b>	<b>38.75</b>			

$$CI = \frac{T_r}{T_l}$$

$$CI = \frac{11.88}{9.90} = 1.198$$

El índice de congestión es 1.198, significa que el tiempo de viaje real es 119.8% del tiempo de flujo libre, o se tarda 1.198 veces más en recorrer un segmento de lo que sería en condiciones no congestionadas, por lo tanto, existe congestión.

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presenta los resultados en tablas, esto implica el resumen de resultados y el análisis de los mismos.

### Composición y flujo vehicular:

Se presenta el registro de la cantidad de los vehículos que pasan por cada una de las vías.

**Tabla 60:** ID de vías y segmentos en evaluación.

ID	Jirones en estudio	Tramo a evaluar (sentido de Flujo)
1	Jr. Leguía	Iquique – Chanchamayo (Segmento 1)
2	Jr. Leguía	Chanchamayo – Marañón (Segmento 2)
3	Jr. Leguía	Marañón – Amazonas (Segmento 3)
4	Jr. José Gálvez	Amazonas - Amalia Puga (Segmento 4)
5	Jr. José Gálvez	Amalia Puga - El Comercio (Segmento 5)
6	Jr. José Gálvez	El Comercio – Junín (Segmento 6)
7	Jr. José Gálvez	Junín – Huánuco (Segmento 7)
8	Jr. José Gálvez	Huánuco – Unión (Segmento 8)
9	Jr. José Gálvez	Unión- Sullana (Segmento 9)
10	Jr. José Gálvez	Sullana - Av. Perú (Segmento 10)

En la tabla 60 se establece un ID para cada tramo, a modo de leyenda para la interpretación de las tablas posteriores.

**Tabla 61:** Aforo vehicular por tipo de vehículo. Índice medio diario semanal.

ID	PROMEDIO SEMANAL IMD								
	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	TOTAL (VEH/DIA)
1	6793	853	1768	533	1521	40	124	113	11745
2	6529	1122	1928	496	1277	19	105	86	11562
3	6142	1228	2861	768	1312	24	143	106	12584
4	5650	1307	3082	839	1361	33	107	137	12516
5	2879	1277	3044	1333	1200	23	127	138	10021
6	3232	1502	2893	1270	1157	20	103	99	10276
7	6258	820	1192	658	997	26	66	88	10105
8	2980	702	890	561	943	20	70	83	6249
9	2620	776	901	480	924	14	62	81	5858
10	2615	806	935	553	946	20	78	76	6029

En la tabla 61, se observa las vías que tienen mayor volumen de vehículos durante la jornada de conteo, tal es el caso de los tramos de los jirones: (**Marañón – Amazonas**, 12584 vehículos por día, en promedio de la semana), (**Amazonas – Amalia Puga**, 12516 vehículos por día, en promedio de la semana) e (**Iquique – Chanchamayo**, 11745 vehículos por día, en promedio de la semana).

**Tabla 62:** Vehículos con mayor influencia en las vías.

ID	TOTAL (VEH/DIA)	VEHÍCULOS PREDOMINANTES	PORCENTAJE
1	11745	Mototaxi Taxi	57.77% (6696) 15.11% (1752)
2	11562	Mototaxi Taxi	56.83% (6520) 16.49% (1892)
3	12584	Mototaxi Taxi	49.15% (6129) 22.72% (2833)
4	12516	Mototaxi Taxi	45.24% (5604) 25.03% (3100)
5	10021	Mototaxi Taxi	28.54% (2835) 30.79% (3059)
6	10276	Mototaxi Taxi	30.70% (3121) 28.69% (2916)
7	10105	Mototaxi Taxi	62.41% (6188) 11.50% (1140)
8	6249	Mototaxi Combi	47.94% (2935) 14.97% (917)
9	5858	Mototaxi Combi	45.96% (2613) 16.06% (913)
10	6029	Mototaxi Combi	43.32% (2589) 15.54% (929)

De acuerdo a la **tabla 62**, apreciamos que la mayor parte del tránsito vehicular en los tramos analizados, está compuesto de vehículos de transporte público, principalmente de mototaxis, taxis y combis respectivamente en mayor parte del estudio. Además, observamos que en el tramo Amalia Puga – El Comercio, los vehículos de transporte público que predominan son los taxis, como se muestran en los gráficos circulares, esto debido a la restricción de tránsito de las mototaxis en el centro histórico de la ciudad de Cajamarca.

El porcentaje de influencia de los vehículos privados en las vías es bajo, en comparación con el servicio de transporte público, la figuras 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34, 37, muestran detalladamente los porcentajes de influencia de los vehículos en cada vía.

**Tabla 63:** Factor de Máxima Demanda.

ID	VHMD	qmax15	FHMD	HORA DE MAXIMA DEMANDA
1	956	253	0.945	13:15 pm - 14:15 pm
2	915	248	0.922	13:15 pm - 14:15 pm
3	1003	258	0.972	12:00 pm - 13:00 pm
4	1006	257	0.979	13:15 pm - 14:15 pm
5	882	232	0.950	12:15 pm - 13:15 pm
6	870	228	0.954	12:45 pm- 13:45 pm
7	846	225	0.940	12:00 pm - 13:00 pm
8	643	167	0.963	12:15 pm- 13:15 pm
9	540	140	0.964	12:30 pm- 13:30 pm
10	549	142	0.967	12:15 pm - 13:15 pm

La tabla 63, muestra los factores de máxima demanda, los cuales se observan que se aproximan a la unidad, esto indica que existe un flujo vehicular uniforme durante toda la hora de máxima demanda. En la misma tabla podemos observar que las horas de máxima demanda son por lo general cuando empieza el medio día, es decir aproximadamente entre las 12:00 pm - 2:30 pm.

**Tabla 64:** Niveles de Servicio.

ID	%	Nivel de Servicio
1	11.75	F
2	33.04	E
3	15.66	F
4	14.30	F
5	14.48	F
6	20.37	F
7	18.52	F
8	40.20	D
9	42.10	D
10	33.07	E

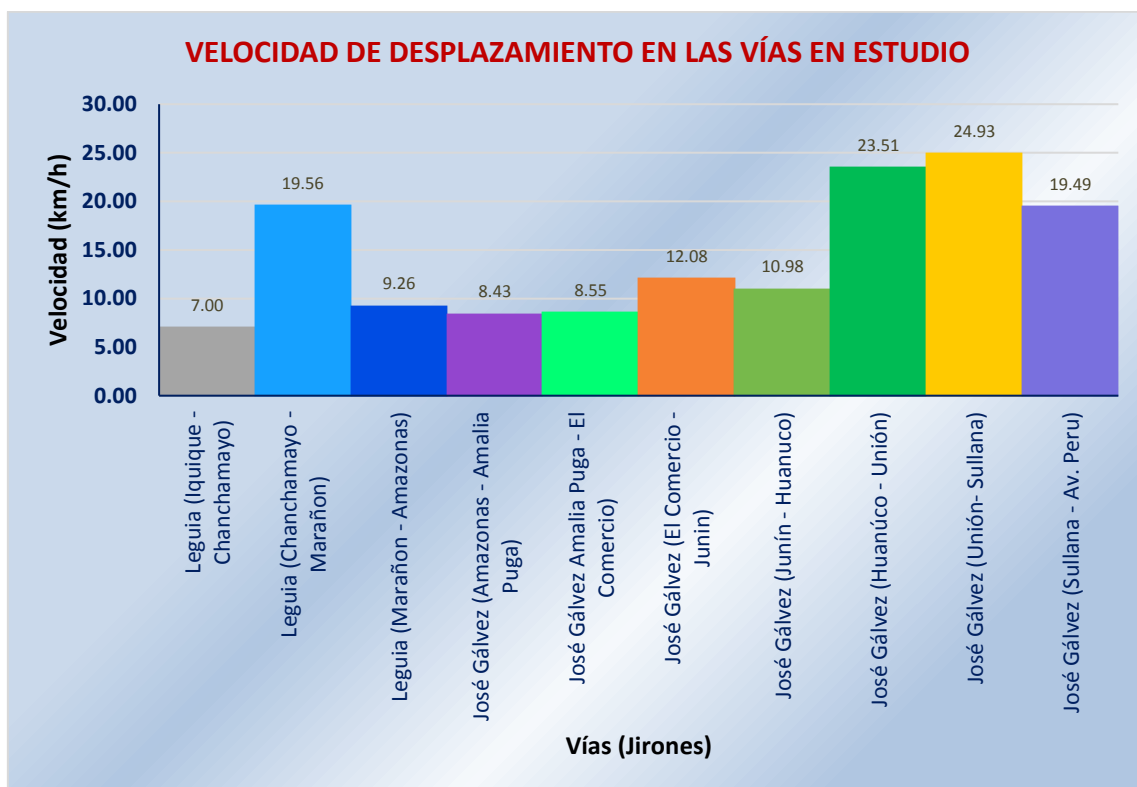
En la tabla 64 podemos apreciar las velocidades de desplazamiento calculadas con las ecuaciones del HCM 2010, estas son relativamente bajas, debido a las constantes paradas que realizan los vehículos por el tema de congestionamiento en horas punta.



Analizando el Nivel de Servicio por vía, observamos que; 6 segmentos se encuentran en el nivel **F**, 2 en el nivel **E** y 2 en el nivel **D**. Estos resultados se pueden interpretar por separado para cada vía; según sea el caso.

Para el nivel D, es un nivel que establece que para pequeños incrementos de flujo puede causar incrementos importantes de la demora en el acceso; el nivel E en cambio se caracteriza por demoras importantes en el acceso, en este nivel se encuentra la formación de las largas colas; y finalmente el nivel F se caracteriza por un flujo arterial con velocidades extremadamente bajas.

En la figura 39. Podemos observar, que la velocidad va creciendo progresivamente desde el Jr. Iquique, hasta la Av. Perú, además; en los tramos del Jr. Iquique al Jr. Amazonas, la velocidad es muy baja, esto debido al comercio ambulatorio y al transporte público muy intenso durante los días laborables, por lo que la velocidad se ve bastante reducida, perjudicando en gran manera el nivel de servicio que deberían ofrecer las vías.



**Figura 39:** Velocidad en cada tramo en estudio.

## Índice de Congestión

Tabla 65: Índice de Congestión.

Parámetro	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4	Segmento 5	Segmento 6	Segmento 7	Segmento 8	Segmento 9	Segmento 10
Tiempo de flujo libre	89.8	33.1	30.7	22.1	20.525	22.65	26.025	9.9	23.6	32.35
Tiempo de recorrido	284.70	55.20	43.18	33.20	28.68	36.05	33.38	11.88	26.35	38.75
Índice de congestión (CI)	3.17	1.67	1.41	1.50	1.40	1.59	1.28	1.20	1.12	1.20

Se concluye que existe congestión en cada segmento en estudio, en algunos más que en otros, el valor más alto de congestión lo apreciamos en el segmento de Iquique – Chanchamayo y el valor mínimo de congestión se observa en el segmento de Unión – Sullana.

### Contrastación de la hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación

Mediante los resultados obtenidos luego del procesamiento de datos, se pudo determinar que los segmentos que conforman el tramo de la vía estudiada no poseen un mismo valor de nivel de servicio (los segmentos 1,3,4,5,6,7 poseen un nivel de servicio **F**, los segmentos 2 y 10 un nivel de servicio **E**, y los segmentos 8 y 9 un nivel de servicio **D**) haciendo que la vía brinde un nivel de servicio variable, por lo tanto, la hipótesis planteada se rechaza puesto que ésta plantea que la vía posee un nivel de servicio **D**.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones.

- ✓ Se determinó que la hora de máxima demanda de las vías estudiadas, se da por las tardes, durante las 12:00 a la 2:30, horas en que la población retornan a sus viviendas. En las figuras de Variación Horaria de Máxima Demanda, se aprecia que en horas de la noche entre las 6:00 y 7:30 el volumen vehicular nuevamente asciende, por motivos de retorno de la población a sus viviendas (término de labores). El volumen horario de máxima demanda de la vía estudiada oscila entre 1006 veh/h y 540 veh/h, los factores horarios de máxima demanda oscilan entre 0.922 y 0.979, estos se aproximan a la unidad, lo que significa que los flujos son uniformes durante toda la hora de máxima demanda.
- ✓ La velocidad de flujo libre base mayor es de 59.60 km/h para el segmento 1 y la velocidad de flujo libre base menor es de 58.49 km/h para el segmento 8. Así mismo la velocidad de desplazamiento mayor es de 24.93 km/h para el segmento 9 y la velocidad de desplazamiento menor es de 7.00 km/h para el segmento 1.
- ✓ El tiempo en movimiento mayor es de 24.49 segundos para el segmento 1 y de 7.16 segundos para el segmento 8.
- ✓ Al finalizar el aforo vehicular y su análisis respectivo, se concluye que los vehículos predominantes en las vías de estudio son las mototaxis con un 57.77% en el segmento 1, con un 49.15% en el segmento 3 y con un 45% en el segmento 4 y los taxis con un 15.11% en el segmento 1, con un 22.72% en el segmento 3 y con un 25.03% en el segmento 4; esto, para los segmentos de mayor volumen de tránsito vehicular. Además, observamos que en el tramo Amalia Puga – El Comercio, los vehículos de transporte público que predominan son los taxis (30.79%), frente a las mototaxis (28.54%) esto debido a la restricción de tránsito de mototaxis durante el día, por el centro histórico de la ciudad de Cajamarca.

- De acuerdo a la investigación realizada se concluye que los segmentos 1,3,4,5,6,7 poseen un nivel de servicio **F**, los segmentos 2 y 10 un nivel de servicio **E**, y los segmentos 8 y 9 un nivel de servicio **D** haciendo que la vía brinde un nivel de servicio variable y bajo, por lo tanto, la hipótesis planteada se rechaza puesto que ésta plantea que la vía posee un nivel de servicio D.

## **Recomendaciones.**

- ✓ Se recomienda realizar análisis de nivel de servicio en vías urbanas, cuyos datos puedan ser utilizados como parámetros referenciales para la elaboración de un manual que considere las características de la realidad nacional y local.
- ✓ Se recomienda como alternativa de solución para un mejor funcionamiento vial, restringir la venta de mototaxis para ciudades y localidades que el gobierno central y local vean que están saturadas, de esta manera disminuirá con el tiempo el tránsito de mototaxis.
- ✓ Se recomienda realizar campañas de educación vial, por parte del gobierno regional, a través de una integración con el gobierno central, en las instituciones educativas, en los centros de labores, campañas que deben concientizar a la población en su función de conductor y de peatón.
- ✓ Se recomienda elaborar un plan de reubicación integral, y socializado para los ambulantes que se ubican en el jirón Leguía, llevado a cabo por el gobierno regional y la Municipalidad Provincial de Cajamarca, ya que es de suma importancia hacer un estudio en esta zona, porque se genera un intenso congestionamiento por el comercio ambulatorio, que muchas veces llenan la calzada, interfiriendo la circulación vehicular. Además, el Jr. Leguía se ve afectado por el congestionamiento porque gran parte del transporte público (Combis y Micros) pasa por aquí, por lo que se recomienda alternar la circulación del tránsito de este tipo vehículos por número de placa, es decir que los vehículos con número de placa par transiten los días que no transitan los vehículos con placa de número impar y viceversa.
- ✓ Por último, las demoras también se generan por el mal manejo de los dispositivos de control de tránsito, poca experiencia de los agentes policiales que regulan el tránsito, obstáculos que puede haber en la calzada (desperdicios producto del comercio ambulatorio en el Jr. Leguía, transporte público constante y paradas indebidas de estos), los cuales reducen el ancho de la misma, y la poca educación vial que existe entre la población (conductores y peatones imprudentes).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cal, R; Cárdenas J. 2000. Ingeniería de tránsito: Fundamentos y Aplicaciones. García, E. ed. 7 ed. México DF, ME. Alfaomega SA. 517 p.

ATC (Asociación Técnica de Carreteras, ES) 1987. Manual de Capacidad del original en inglés Highway Capacity Manual 2000, Special report 209. ES. 636p.

Bañón, L. 2000. Manual de Carreteras: Elementos Proyecto. España. Universidad de Alicante. p. irreg. 409 p.

Coraspe, L; Marsiglia, O. 2011. Análisis del flujo vehicular en las avenidas que convergen en la plaza Banderas (avenida Republica, avenida Menca de Leoni, prolongación paseo Orinoco y prolongación avenida República) ciudad Bolívar- Estado Bolívar. Tesis Ing. Civil. Bolívar, BO. Universidad de Oriente Núcleo de Bolívar. 260 p.

Huamán, SM. 2007. Estudio del congestionamiento vehicular en la zona monumental de la ciudad de Cajamarca. Tesis Mag. Sc. Cajamarca, PE. Universidad Nacional de Cajamarca.

MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, PE). 2009. Reglamento Nacional de Tránsito: Decreto Supremo N°016-2009-MTC. Lima, El Peruano. 32 p.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). Datos estadísticos de población, 2017.

Novoa, VE. 1985. Estudio del tránsito en la ciudad de Cajamarca. Tesis Ing. Civil. Cajamarca, P E. Universidad Nacional de Cajamarca. 385 p.

Valderrama, G. 2005. Mapa del departamento y de la provincial de Cajamarca. (en línea, sitio web). Consultado el 05 feb. 2018. Disponible en:  
<http://www.perutouristguide.com/translator>

Sabando, I. 2017. Determinación del nivel de servicio en calles urbanas. Tesis Ing. Valparaíso. Chile. Universidad Técnica Federico Santa María. 94 p. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/15560>

Palma, R. 2009. Aplicación del manual de capacidad de carreteras (HCM) versión 2,000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras de dos carriles. Tesis Ing. Guatemala. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 70 p. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2614\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2614_C.pdf)

ICG (Instituto de la Construcción y Gerencia). 2004. Manual de diseño geométrico de Vías Urbanas -2005 – VCHI. Lima. Perú. p. irreg. Disponible en: <https://civilgeeks.com/2017/04/25/manual-diseno-geometrico-vias-urbanas/>

Kansas and Missouri departments of transportation. 2011. Congestion index report. Kansas. Estados Unidos. 32 p. Disponible en: <http://www.kcscout.net/downloads/Announcements/CongestionReport.pdf>

# **ANEXOS**



# **ANEXO 01**

## PLANOS

# **ANEXO 02**

Reglamento Nacional de Tránsito.

**Reglamento Nacional de Tránsito - Código de Tránsito.**  
**DECRETO SUPREMO N.º 016-2009-MTC**  
**Modificatoria N.º 016-2017-MTC**

De conformidad con el Numeral 1.2 del Numeral 1 de la Única Disposición Complementaria Transitoria del Decreto Supremo N.º 016-2017-MTC, publicado el 30 julio 2017, se dispone que hasta el 31 de julio de 2018, sólo se impondrán papeletas educativas por exceso de velocidad detectadas a través del dispositivo de control y monitoreo inalámbrico. A partir del 01 de agosto de 2018, la autoridad a cargo de la fiscalización impondrá las infracciones que correspondan por exceso de velocidad conforme a lo establecido en el Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito, aprobado mediante el presente Decreto.

Que, la Ley N.º 29259 establece la modificación de las sanciones y medidas preventivas previstas en la Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, Ley N.º 27181, siendo necesario actualizar el Reglamento Nacional de Tránsito, conforme a lo dispuesto por el marco legal aplicable;

**TITULO III. De las vías.**

**CAPÍTULO I. Aspectos Generales.**

Artículo 9º Elementos.

La vía comprende la calzada, la acera, la berma, la cuneta, el estacionamiento, el separador central, el jardín y el equipamiento de servicios necesarios para su utilización.

Las vías públicas se utilizan de conformidad con el presente reglamento y las normas que rigen sobre la materia.

Artículo 10º Autoridad competente.

Los elementos integrantes de la vía pública, sean funcionales, de servicio o de ornato complementarios, son habilitados o autorizados por las respectivas Autoridades, según su competencia.

Artículo 13º Normas técnicas.

Las normas técnicas de diseño, construcción y mantenimiento de las vías se encuentran establecidas en el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura, al que se sujetarán las Autoridades competentes en sus respectivas jurisdicciones.

Artículo 24.- Prohibiciones.

Está prohibido en la vía:

- 1) Destinar las calzadas a otro uso que no sea el tránsito y el estacionamiento.
- 2) Ejercer el comercio ambulatorio o estacionario.

- 3) Colocar propaganda u otros objetos que puedan afectar el tránsito de peatones o vehículos o la señalización y la semaforización.
- 4) Efectuar trabajos de mecánica, cualquiera sea su naturaleza, salvo casos de emergencia.
- 5) Dejar animales sueltos o situarlos en forma tal que obstaculicen el tránsito.
- 6) Construir o colocar parapetos, kioscos, cabinas, cercos, paraderos u ornamentos en las esquinas u otros lugares de la vía que impidan la visibilidad del usuario de la misma.
- 7) Colocar en la calzada o en la acera, elementos que obstruyan la libre circulación.
- 8) Derivar aguas servidas o de regadío o dejar elementos perturbadores del libre tránsito o desperdicios como maleza, desmonte, material de obra y otros, salvo maleza en los lugares autorizados.
- 9) Recoger o dejar pasajeros o carga en lugares no autorizados.

Artículo 29.- Dispositivos de control de tránsito.

Los dispositivos de control del tránsito que se instalen en la vía pública, deben cumplir con las exigencias establecidas en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, que aprueba el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en concordancia con los Convenios Internacionales suscritos por el Perú.

Artículo 30° Tránsito en zona urbana.

La autoridad competente podrá fijar en zona urbana:

- a) Vías o carriles para la circulación exclusiva de vehículos del servicio público de transporte de pasajeros.
- b) Sentidos de tránsito variables para un tramo de vía o una vía determinada, en horarios que la demanda lo justifique.

## **CAPÍTULO 11.** Dispositivos de control.

### **SECCION I.** Aspectos Generales.

Artículo 33° Señalización.

La regulación del tránsito en la vía pública, debe ejecutarse mediante señales verticales, marcas en la calzada, semáforos, señales luminosas y dispositivos auxiliares.

Las normas para el diseño y la utilización de los dispositivos de regulación, se establecen en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras que aprueba el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

La instalación, mantenimiento y renovación de los dispositivos de regulación del tránsito, en las vías urbanas de su jurisdicción es competencia de las Municipalidades Provinciales y de las Municipalidades Distritales, y se ejecutará conforme a lo establecido en el presente Reglamento y sus normas complementarias.

## **SECCION V.** Policía Nacional del Perú.

Artículo 57° Obediencia al efectivo policial.

Los usuarios de la vía están obligados a obedecer de inmediato cualquier orden de la Policía Nacional del Perú asignados al control del tránsito, que es la autoridad responsable de fiscalizar el cumplimiento de las normas de tránsito.

Las indicaciones de los efectivos de la Policía Nacional del Perú, asignados al control del tránsito, prevalecen sobre las señales luminosas o semáforos, y éstas sobre los demás dispositivos que regulan la circulación.

### **TITULO IV. De la circulación.**

#### **CAPÍTULO I.** De los peatones y uso de la vía.

Artículo 67° Circulación del peatón.

Debe circular por las aceras, bermas o franjas laterales, según sea el caso, sin utilizar la calzada ni provocar molestias o trastornos a los demás usuarios, excepto cuando deba cruzar la calzada o encuentre un obstáculo que esté bloqueando el paso, y en tal caso, debe tomar las precauciones respectivas para evitar accidentes. Debe evitar transitar cerca al sardinel o al borde de la calzada.

#### **CAPÍTULO 11.** De los conductores y uso de la vía.

**Artículo 83°** Precauciones.

El conductor de cualquier vehículo debe:

1. Tener cuidado y consideración con los peatones y con los vehículos que transiten a su alrededor.
2. Tomar las debidas precauciones con los peatones que despejen la intersección en el momento que el semáforo ya no los autoriza a cruzar la calzada, debiendo detener su marcha absteniéndose de usar la bocina de forma que pudiera causar sobresalto o confusión al peatón.
3. Tener especial cuidado con las personas con discapacidad, niños, ancianos y mujeres embarazadas.

## **SECCION VI.** Velocidades.

Artículo 160° Prudencia en la velocidad de la conducción.

El conductor no debe conducir un vehículo a la velocidad mayor de la que sea razonable y prudente, bajo las condiciones de transitabilidad existentes en la vía, debiendo considerar los riesgos y peligros presentes y posibles.

En todo caso la velocidad debe ser tal, que le permita controlar el vehículo para evitar accidentes.

Artículo 162° Límites máximos de velocidad.

Cuando no existan los riesgos o circunstancias señaladas en los artículos anteriores, los límites máximos de velocidad son los siguientes:

a) Zona urbana:

1. En calles y jirones: 40 km/h
2. En avenidas: 60 km/h
3. En vías expresas: 80 km/h
4. Zona escolar: 30 km/h
5. Zona de hospital: 30 km/h

Artículo 164° Límites máximos de velocidad especiales.

Límites máximos especiales:

- a) En las intersecciones urbanas no semaforizadas; la velocidad precautoria, no debe superar a 30 km/h.
- b) En la proximidad de establecimientos escolares, deportivos y de gran afluencia de personas, durante el ingreso, su funcionamiento y evacuación, la velocidad precautoria no debe superar a 20 km/h.
- e) En vías que circunvalen zonas urbanas, 60 km/h, salvo señalización en contrario.

«**Artículo 168-A.-** Tolerancia sobre las velocidades máximas permitidas

A las velocidades máximas permitidas en el presente Reglamento debe aplicarse un margen de tolerancia de 5 Km/h, por lo que el exceso de velocidad es sancionable sólo cuando se supere la velocidad máxima más el margen de tolerancia señalado.» (\*)

(\*) Artículo incorporado por el Artículo 3 del Decreto Supremo N° 025-2014-MTC, publicado el 01 enero 2015.

(\*) De conformidad con la Tercera Disposición Complementaria Final del Decreto Supremo N° 009-2015-MTC, publicado el 24 septiembre 2015, se dispone que en los casos en que se utilice sistemas de control y monitoreo inalámbrico para medir la velocidad a los vehículos del servicio de transporte público de personas en los ámbito nacional y regional, se considerará un margen de error de 10 km/h en la velocidad detectada del vehículo que se encuentra en movimiento. En estos casos no es de aplicación lo dispuesto en el presente artículo .

# **ANEXO 03**

FORMATOS DE CAMPO PARA AFORO

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**

Lugar:.....  
 Aforador:.....

Fecha(dd/mm/aa)..... Hoja N°  
 Estacion de Conteo.....

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD							
		MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONES	COMBI	MB	B	C
06:30	06:45								
06:45	07:00								
07:00	07:15								
07:15	07:30								
07:30	07:45								
07:45	08:00								
08:00	08:15								
08:15	08:30								
08:30	08:45								
08:45	09:00								
09:00	09:15								
09:15	09:30								
09:30	09:45								
09:45	10:00								
10:00	10:15								
10:15	10:30								
10:30	10:45								
10:45	11:00								
11:00	11:15								
11:15	11:30								
11:30	11:45								
11:45	12:00								
12:00	12:15								
12:15	12:30								
12:30	12:45								
12:45	13:00								



**AFORO DE TIEMPO DE RECORRIDO**

Lugar: ..... Fecha(dd/mm/aa)..... Hoja N°

Aforador:..... Distancia de Recorrido

Clase de Vehículo	TIEMPO(S)												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	TB	T9	T10	T11	T12	T13
MOTOTAXI													
	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26
	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39
AUTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	TB	T9	T10	T11	T12	T13
	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26
	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39
TAXI	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	TB	T9	T10	T11	T12	T13
	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26
	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39
CAMIONETA	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	TB	T9	T10	T11	T12	T13
	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26
	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39
COMBI	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	TB	T9	T10	T11	T12	T13
	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26
	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39
MINIBUS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	TB	T9	T10	T11	T12	T13
	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26
	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39
BUS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	TB	T9	T10	T11	T12	T13
	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26
	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39
CAMION	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	TB	T9	T10	T11	T12	T13
	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26
	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39

# **ANEXO 04**

## **PANEL FOTOGRÁFICO**



**Foto 1:** Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Iquique-Chanchamayo. Sentido hacia la Av. Perú). Se observa la predominancia de mototaxis.



**Foto 2:** Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Iquique-Chanchamayo. Sentido hacia la Av. Perú). Se observa la predominancia de mototaxis.



**Foto 3:** Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Iquique-Chanchamayo. Sentido hacia la Av. Perú).

Se observa la predominancia de mototaxis y comercio ambulatorio.



**Foto 4:** Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Iquique-Chanchamayo. Aforo Vehicular-Estación 1)



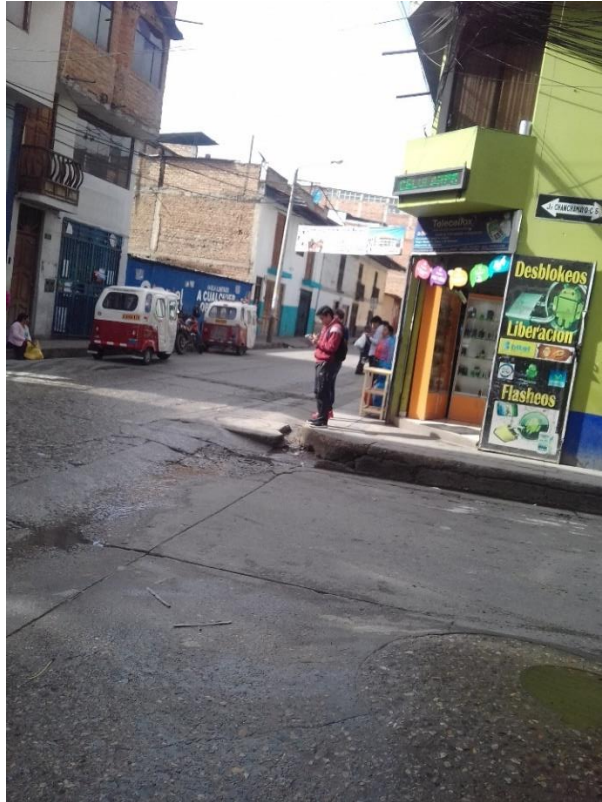
**Foto 5:** Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Chanchamayo-Marañón. Sentido hacia la Av. Perú).

Se observa comercio ambulatorio.



**Foto 6:** Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Chanchamayo-Marañón. Sentido hacia la Av. Perú).

Se observa la predominancia de mototaxis y comercio ambulatorio.



**Foto 7:** Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Chanchamayo-Marañón. Aforo Vehicular-Estación 2)



**Foto 8:** Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Marañón-Amazonas. Sentido hacia la Av. Perú).

Se observa la predominancia de mototaxis.



**Foto 9:** Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Marañón-Amazonas. Sentido hacia la Av. Perú).

Se observa el tráfico denso en el cruce.



**Foto 10:** Flujo vehicular en el Jr. Leguía (Marañón-Amazonas. Aforo Vehicular-Estación 3)

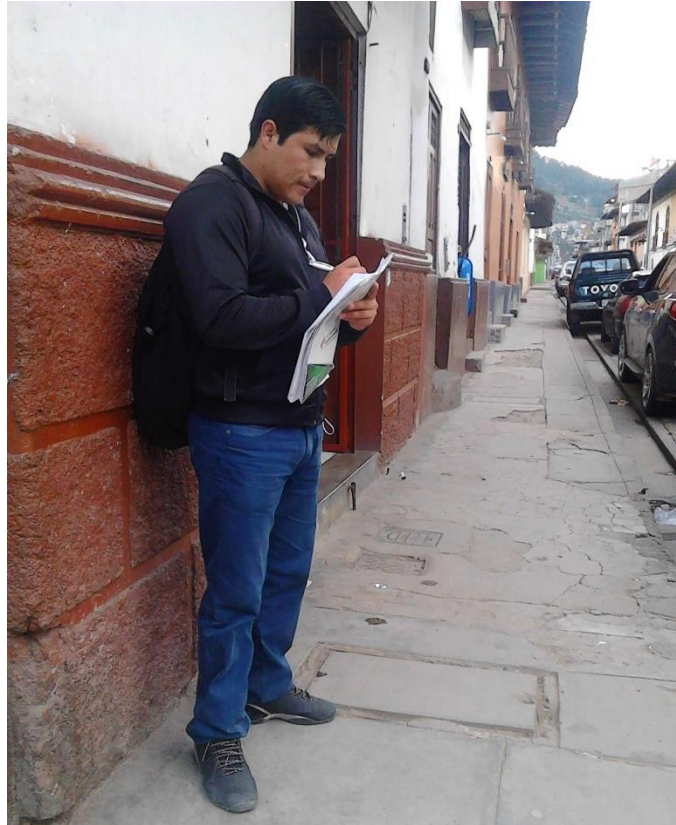


**Foto 11:** Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (Amazonas-Amalia Puga. Sentido hacia la Av. Perú).



**Foto 12:** Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (Amazonas-Amalia Puga. Aforo Vehicular-Estación 4)





**Foto 13:** Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (Amalia Puga-El Comercio. Aforo Vehicular-Estación 5)



**Foto 14:** Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (El Comercio-Junín. Sentido hacia la Av. Perú).



**Foto 15:** Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (El Comercio-Junín. Aforo Vehicular-Estación 6)



**Foto 16:** Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (Junín-Huánuco. Aforo Vehicular-Estación)



**Foto 17:** Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (Junín - Huánuco. Aforo Vehicular- Estación 7)



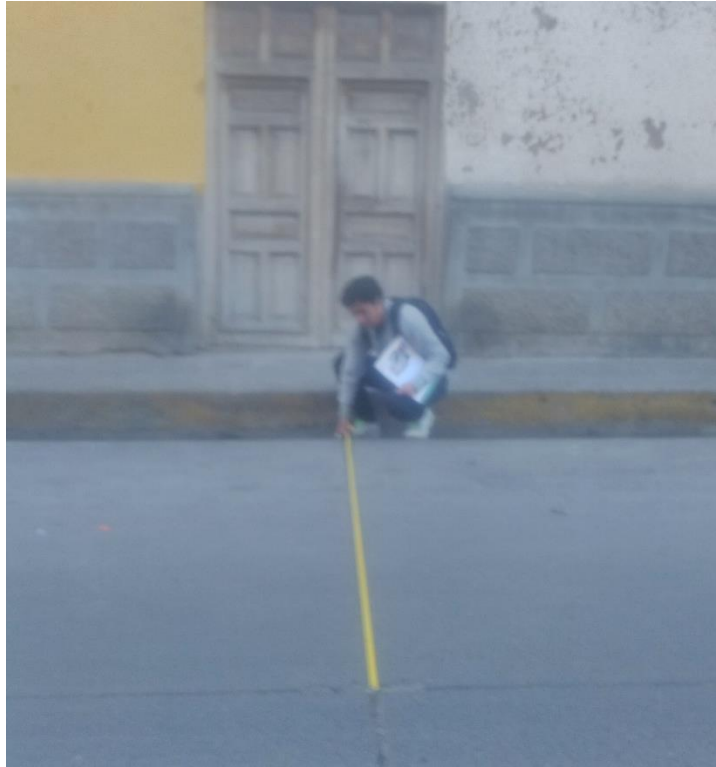
**Foto 18:** Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (Huánuco - Unión. Aforo Vehicular- Estación 8)



**Foto 19:** Flujo vehicular en el Jr. José Gálvez (Unión - Sullana. Aforo Vehicular- Estación 9)



**Foto 20:** Medida de la longitud de calzada Jr. José Gálvez (Sullana – Av. Perú y Aforo Vehicular - Estación 10)



**Foto 21:** Medida del ancho de calzada en el Jr. Leguía.



**Foto 22:** Medida del ancho de veredas en el Jr. José Gálvez.