

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL



Tesis

**Análisis del tráfico vehicular para determinar el nivel de servicio
de la Avenida Arenas y el Jirón Arequipa – Abancay, 2024**

Asesor:

Ph.D Vásquez Ramírez Abbon Alex

Autor:

Alarcon Ccoñislla Ahsley Ariana

Para optar el Título Profesional: Ingeniero Civil

Abancay - Apurímac - Perú

2026

Acta de sustentación



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Acta N°: 036

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Abancay, a los ocho (08) días del mes de julio del 2026, siendo las 11:00 am horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 0539-2026-EPIC-FI-UTEA-SA de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería:

Presidente	:	Mag. ROLDÁN JUÁREZ, Américo
Dictaminante	:	Mag. LEGUÍA VALVERDE, Willy Silvestre
Replicante	:	Mag. CORNEJO ROSALES, Horacio Fernando Antonio Hassan

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

☒ Tesis ☐ Trabajo de suficiencia profesional

Titulada: **ANÁLISIS DEL TRÁFICO VEHICULAR PARA DETERMINAR EL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA ARENAS Y EL JIRÓN AREQUIPA- ABANCAY, 2024**

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

Br.: ALARCON CCOÑISLLA, Ahsley Ariana

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) APROBADO(S) ☒ o DESAPROBADO(S) ☐.

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller	Nota	Detalle (**)
Br. ALARCON CCOÑISLLA, Ahsley Ariana	13	APROBADO

Siendo las 12:30 horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: Mag. ROLDÁN JUÁREZ, Américo

()

Dictaminante: Mag. LEGUÍA VALVERDE, Willy Silvestre

()

Replicante: Mag. CORNEJO ROSALES, Horacio Fernando Antonio Hassan

()

Reporte de similitud



Página 2 de 212 - Descripción general de Integridad

Identificador de la entrega: tmcoid::3117:608423656

19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el Informe

- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 19%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de Integridad

N.º de alertas de Integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Página 2 de 212 - Descripción general de Integridad

Identificador de la entrega: tmcoid::3117:608423656

Metadatos

Datos del Autor	
Apellidos y Nombres	: Alarcon Ccoñislla, Ahsley Ariana
Tipo de Documento de Identidad	: DNI.
Número de Documento de Identidad	: 72848562
URL ORCID	: https://orcid.org/0009-0001-8214-3579
Datos del Asesor	
Apellidos y Nombres	: Ph.D Vásquez Ramírez, Abbon Alex
Tipo de Documento de Identidad	: DNI.
Número de Documento de Identidad	: 06532658
URL ORCID	: https://orcid.org/0000-0001-7299-5367
Datos de la Investigación	
Facultad	: Ingeniería
Escuela Profesional	: Ingeniería Civil
Línea de Investigación	: Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	: 1 año
Fuente de financiamiento	: Propia
Porcentaje de similitud	: 19 %
URL de OCDE	: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

Dedicatoria

Mi madre, Marleny Ccoñislla Cáceres, es la destinataria de este trabajo de tesis; su amor incondicional y respaldo constante han sido la base fundamental de mi evolución tanto personal como profesional.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme vida, salud para alcanzar esta meta. Por rodearme de personas valiosas.

Por su invaluable orientación y el respaldo brindado durante este proceso, agradezco profundamente a mi asesor Ph D. Abbon Alex Vázquez Ramírez. Agradezco a mi familia; su presencia y apoyo emocional han sido el soporte necesario en mi formación académica.

Resumen

La presente tesis lleva por título “Análisis del tráfico vehicular para determinar el nivel de servicio de la Avenida Arenas y el Jirón Arequipa – Abancay, 2024”, debido a la diversidad de rubros económicos y sociales desarrollados en este tramo, se visualizó congestiónamiento vehicular en determinados periodos. En respuesta a esta situación problemática, con el uso de los manuales DG-2018, VCHI-2005, HCM-2016 y el manual de dispositivos de control de tránsito, se propone soluciones con el fin de beneficiar a la comunidad usuaria.

La metodología es de enfoque cuantitativo, el tipo de investigación es aplicado.

El objetivo general de la tesis es analizar el tráfico vehicular y su influencia en el nivel de servicio de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024; con el propósito de calcular el volumen de tráfico, clasificación de la composición vehicular, horas pico y demandas proyectadas; se llevó a cabo un aforo vehicular manual de forma ininterrumpida, cubriendo las 24 horas del día durante una semana completa. Aplicando la metodología HCM-2016 (Manual de capacidad de carreteras) se estableció el nivel de servicio bajo el cual opera la vía en la actualidad en cada segmento urbano e intersecciones semaforizadas. Para el diseño de las propuestas de solución viables, se adoptaron los parámetros oficiales de la normativa peruana, específicamente los establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y el manual de dispositivos de control de tránsito.

Palabras clave: Tráfico vehicular, congestión vehicular, nivel de servicio urbano.

Abstract

This thesis is titled “Traffic Analysis to Determine the Level of Service on Avenida Arenas and Jirón Arequipa – Abancay, 2024.” Due to the socioeconomic activities taking place along this stretch, traffic congestion was observed during certain periods. In response to this problematic situation, using the DG-2018, VCHI-2005, and HCM-2016 manuals, as well as the traffic control devices manual, solutions are proposed for the benefit of the user community.

The methodology is quantitative in approach, and the type of research is applied.

The overall objective of this thesis is to analyze vehicular traffic and its impact on the level of service along Arenas Avenue and Arequipa–Abancay Street in 2024, with the aim of calculating traffic volume, classifying vehicle composition, identifying peak hours, and projecting future demand; a continuous manual traffic count was conducted, covering 24 hours a day for a full week. Applying the HCM-2016 methodology (Highway Capacity Manual), the level of service under which the road currently operates was established for each urban segment and signalized intersection. To design viable solution proposals, the official parameters of Peruvian regulations were adopted, specifically those established by the Ministry of Transport and Communications and the Traffic Control Devices Manual.

Keywords: Vehicular traffic, traffic congestion, urban level of service.

Índice general

Portada.....	i
Acta de sustentación.....	ii
Reporte de similitud	iii
Metadatos.....	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice general	ix
Índice de tablas.....	xi
Índice de figuras	xvi
Índice de anexos.....	xviii
I. Introducción	19
II. Planteamiento del problema.....	21
2.1. Descripción y formulación del problema	21
2.2. Objetivos	24
2.2.1. Objetivo general	24
2.2.2. Objetivos específicos.....	24
2.3. Justificación e importancia.....	25
2.4. Hipótesis.....	25
2.5. Variables	26
III. Marco teórico	28
3.1. Antecedentes.....	28
3.2. Bases teóricas	32
3.3. Definición de términos	47
IV. Metodología.....	52
4.1. Tipo y nivel de investigación	52
4.2. Ámbito temporal y espacial.....	53
4.3. Población y muestra	53
4.4. Instrumentos.....	54
4.5. Procedimientos.....	54
4.6. Análisis de datos	72
4.7. Consideraciones éticas.....	107
V. Resultados y discusión	108
5.1. Resultados	108

5.1.1.	Análisis de la demanda y proyección de tránsito	112
5.1.2.	Cálculo del factor de la hora de máxima demanda	130
5.1.3.	Nivel de servicio en segmentos de vías urbanas	135
5.1.4.	Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas	174
5.1.5.	Propuestas de solución para mejorar las características del tráfico vehicular y su influencia en el nivel de servicio urbano de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024.	181
5.2.	Discusión	184
VI.	Conclusiones	191
VII.	Recomendaciones	193
VIII.	Referencias	194
IX.	Anexos	198

Índice de tablas

Tabla 1	Operacionalización de Variables.....	27
Tabla 2	Nivel de servicio para vehículos motorizados en segmentos de vías urbanas	36
Tabla 3	Nivel de servicio para intersecciones semaforizadas según demora por control.	41
Tabla 4	Valores de factor de ajuste por ancho de carriles (fw)	43
Tabla 5	Proporción de vehículos que llegan en la indicación verde	47
Tabla 6	Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°01.....	72
Tabla 7	Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°01	74
Tabla 8	Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°02	76
Tabla 9	Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°02	78
Tabla 10	Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°03	80
Tabla 11	Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°03	82
Tabla 12	Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°04	84
Tabla 13	Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°04	86
Tabla 14	Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°05	88
Tabla 15	Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°05	90
Tabla 16	Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°06	92
Tabla 17	Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°06	94
Tabla 18	Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°07	96
Tabla 19	Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°07	98
Tabla 20	Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°08	100
Tabla 21	Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°08 ...	102
Tabla 22	Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°09	104
Tabla 23	Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°09 ...	106
Tabla 24	Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°01	112
Tabla 25	Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°01	113
Tabla 26	Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°02	114
Tabla 27	Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°02	115
Tabla 28	Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°03	116
Tabla 29	Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°03	117
Tabla 30	Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°04	118
Tabla 31	Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°04	119
Tabla 32	Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°05	120
Tabla 33	Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°05	121
Tabla 34	Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°06	122
Tabla 35	Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°06	123

Tabla 36 Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°07	124
Tabla 37 Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°07	125
Tabla 38 Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°08	126
Tabla 39 Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°08	127
Tabla 40 Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°09	128
Tabla 41 Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°09	129
Tabla 42 Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°01	130
Tabla 43 Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°02	131
Tabla 44 Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°03	131
Tabla 45 Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°04	132
Tabla 46 Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°05	132
Tabla 47 Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°06	133
Tabla 48 Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°07	133
Tabla 49 Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°08	134
Tabla 50 Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°09	134
Tabla 51 Datos preliminares de la sección N°01 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas	135
Tabla 52 Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°01.....	135
Tabla 53 Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°01	136
Tabla 54 Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°01	136
Tabla 55 Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°01.....	137
Tabla 56 Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°01.....	137
Tabla 57 Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°01.....	138
Tabla 58 Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°01	138
Tabla 59 Determinación del nivel de servicio de la sección N°01	138
Tabla 60 Datos preliminares de la sección N°02 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas	139
Tabla 61 Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°02.....	140
Tabla 62 Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°02	140
Tabla 63 Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°02	140
Tabla 64 Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°02.....	141
Tabla 65 Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°02.....	141
Tabla 66 Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°02.....	142
Tabla 67 Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°02	142
Tabla 68 Determinación del nivel de servicio de la sección N°02	143
Tabla 69 Datos preliminares de la sección N°03 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas	143

Tabla 70	Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°03.....	144
Tabla 71	Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°03	144
Tabla 72	Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°03	145
Tabla 73	Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°03.....	145
Tabla 74	Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°03.....	146
Tabla 75	Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°03.....	146
Tabla 76	Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°03	147
Tabla 77	Determinación del nivel de servicio de la sección N°03	147
Tabla 78	Datos preliminares de la sección N°04 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas	148
Tabla 79	Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°04.....	148
Tabla 80	Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°04	149
Tabla 81	Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°04	149
Tabla 82	Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°04.....	150
Tabla 83	Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°04.....	150
Tabla 84	Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°04.....	151
Tabla 85	Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°04	151
Tabla 86	Determinación del nivel de servicio de la sección N°04	152
Tabla 87	Datos preliminares de la sección N°5 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas	152
Tabla 88	Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°5.....	153
Tabla 89	Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°5	153
Tabla 90	Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°5	154
Tabla 91	Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°5.....	154
Tabla 92	Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°5.....	155
Tabla 93	Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°5.....	155
Tabla 94	Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°5	156
Tabla 95	Determinación del nivel de servicio de la sección N°5	156
Tabla 96	Datos preliminares de la sección N°06 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas	157
Tabla 97	Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°06.....	157
Tabla 98	Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°06	158
Tabla 99	Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°06	158
Tabla 100	Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°06.....	159
Tabla 101	Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°06.....	159
Tabla 102	Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°06.....	160
Tabla 103	Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°06	160

Tabla 104	Determinación del nivel de servicio de la sección N°06	161
Tabla 105	Datos preliminares de la sección N°07 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas	161
Tabla 106	Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°07.....	162
Tabla 107	Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°07 ...	162
Tabla 108	Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°07	163
Tabla 109	Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°07.....	163
Tabla 110	Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°07.....	164
Tabla 111	Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°07.....	164
Tabla 112	Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°07	165
Tabla 113	Determinación del nivel de servicio de la sección N°07	165
Tabla 114	Datos preliminares de la sección N°08 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas	166
Tabla 115	Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°08.....	166
Tabla 116	Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°08 ...	167
Tabla 117	Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°08	167
Tabla 118	Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°08.....	168
Tabla 119	Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°08.....	168
Tabla 120	Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°08.....	169
Tabla 121	Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°08	169
Tabla 122	Determinación del nivel de servicio de la sección N°08	169
Tabla 123	Datos preliminares de la sección N°09 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas	170
Tabla 124	Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°09.....	171
Tabla 125	Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°09 ...	171
Tabla 126	Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°09	171
Tabla 127	Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°09.....	172
Tabla 128	Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°09.....	172
Tabla 129	Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°09.....	173
Tabla 130	Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°09	173
Tabla 131	Determinación del nivel de servicio de la sección N°09	174
Tabla 132	Datos preliminares de la sección N°01 para determinar el nivel de servicio en intersecciones semaforizadas de vías urbanas.....	174
Tabla 133	Cálculo de la saturación real del grupo de carriles de la sección N°01	175
Tabla 134	Cálculo de la proporción de llegada durante la indicación verde en la sección N°01	175
Tabla 135	Cálculo de la tasa de flujo ajustado de la sección N°01	176

Tabla 136 Cálculo de la capacidad de la sección N°01	176
Tabla 137 Cálculo del grado de saturación de la sección N°01	176
Tabla 138 Cálculo de demora en la sección N°01	177
Tabla 139 Datos preliminares de la sección N°03 para determinar el nivel de servicio en intersecciones semaforizadas de vías urbanas.....	177
Tabla 140 Cálculo de la saturación real del grupo de carriles de la sección N°03	178
Tabla 141 Cálculo de la proporción de llegada durante la indicación verde en la sección N°03	178
Tabla 142 Cálculo de la tasa de flujo ajustado de la sección N°03	179
Tabla 143 Cálculo de la capacidad de la sección N°03	179
Tabla 144 Cálculo del grado de saturación de la sección N°03	180
Tabla 145 Cálculo de demora en la sección N°03	180
Tabla 146 Nivel de servicio en los segmentos del tramo de vía urbana analizada.....	189
Tabla 147 Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas del tramo de vía urbana analizada	189

Índice de figuras

Figura 1	Tramo delimitado correspondiente al estudio de tráfico.....	55
Figura 2	Formato de clasificación vehicular para estudio de tráfico.....	56
Figura 3	Estación de aforo vehicular correspondiente a la sección N°01	56
Figura 4	Estación de aforo vehicular correspondiente a la sección N°02	57
Figura 5	Estación de aforo vehicular correspondiente a la sección N°03	57
Figura 6	Estación de aforo vehicular correspondiente a la sección N°04	58
Figura 7	Estación de aforo vehicular correspondiente a la sección N°05	58
Figura 8	Estación de aforo vehicular correspondiente a la sección N°06	59
Figura 9	Estación de aforo vehicular correspondiente a la sección N°07	59
Figura 10	Estación de aforo vehicular correspondiente a la sección N°08	60
Figura 11	Estación de aforo vehicular correspondiente a la sección N°09	60
Figura 12	Característica semafórica en la sección N°01	61
Figura 13	Dispositivos de control de tránsito en la sección N°01	62
Figura 14	Dispositivos de control de tránsito en la sección N°02	63
Figura 15	Característica semafórica en la sección N°03	64
Figura 16	Dispositivos de control de tránsito en la sección N°03	65
Figura 17	Dispositivos de control de tránsito en la sección N°04	66
Figura 18	Dispositivos de control de tránsito en la sección N°05	67
Figura 19	Dispositivos de control de tránsito en la sección N°06	68
Figura 20	Dispositivos de control de tránsito en la sección N°07	69
Figura 21	Dispositivos de control de tránsito en la sección N°08	70
Figura 22	Dispositivos de control de tránsito en la sección N°09	71
Figura 23	Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°01	73
Figura 24	Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°01	73
Figura 25	Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°01	75
Figura 26	Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°02	77
Figura 27	Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°02	77
Figura 28	Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°02	79
Figura 29	Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°03	81
Figura 30	Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°03	81
Figura 31	Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°03	83

Figura 32 Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°04	85
Figura 33 Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°04	85
Figura 34 Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°04	87
Figura 35 Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°05	89
Figura 36 Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°05	89
Figura 37 Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°05	91
Figura 38 Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°06	93
Figura 39 Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°06	93
Figura 40 Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°06	95
Figura 41 Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°07	97
Figura 42 Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°07	97
Figura 43 Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°07	99
Figura 44 Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°08	101
Figura 45 Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°08	101
Figura 46 Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°08	103
Figura 47 Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°09	105
Figura 48 Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°09	105
Figura 49 Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°09	107
Figura 50 Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje- promedio (2010-2020)	109
Figura 51 Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje- promedio (2010-2020)	110
Figura 52 Producto Bruto Interno por años, según departamentos	111

Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de consistencia.....	198
Anexo 2 Operacionalización de variables.....	199
Anexo 3 Formato de clasificación vehicular	200
Anexo 4 Panel fotográfico	201

I. Introducción

La congestión vehicular que se presenta actualmente en las ciudades implica diversos factores asociados con ciudades de gran tamaño, puesto que la infraestructura inicial no creció al mismo tiempo que el desarrollo de la ciudad o porque no se planificó el incremento futuro de la cantidad de vehículos que transitarán. La ciudad de Abancay se encuentra en la región Apurímac, provincia Abancay, distrito Abancay, siendo la capital de la región de Apurímac. La red vial urbana actual de la ciudad de Abancay presenta problemas de congestión.

Los principales nudos vehiculares de la ciudad de Abancay se sitúan en la Avenida Arenas y en el Jirón Arequipa, dada la ubicación de espacios donde se realizan actividades sociales y la presencia de zonas comerciales, la demanda vehicular no está acompañada por una adecuada planificación urbana, ni un adecuado planteamiento del transporte urbano.

La presente tesis titulada Análisis del tráfico vehicular para determinar el nivel de servicio de la Avenida Arenas y el Jirón Arequipa – Abancay, 2024. Tiene por objetivo Analizar el tráfico vehicular y su influencia en el nivel de servicio de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024. Se emplearon manuales nacionales e internacionales para poder comprender la circulación vehicular y los factores que influyen en el nivel de servicio prestado, con el fin de proponer soluciones que benefician a la comunidad usuaria de estas vías urbanas altamente transitadas. El contenido de esta tesis se estructura en el orden siguiente:

- I. Introducción, se expone de forma concisa la estructura de la tesis, siguiendo la organización por capítulos.
- II. Planteamiento del problema, se detalla el problema que dio origen a la investigación.
- III. Marco teórico, se presenta la base teórica y conceptual que fundamenta esta investigación.

- IV. Metodología, se expone minuciosamente la metodología precisando el tipo, nivel y el diseño de investigación. Asimismo, se describe la población, las técnicas empleadas y los procedimientos de procesamiento y análisis de datos correspondientes.
- V. Resultados y discusión, se muestra los valores resultantes de realizar el procesamiento de los datos obtenidos en campo aplicando la metodología del HCM y normas peruanas proporcionadas por el Ministerio de transportes y comunicaciones. En la discusión se realiza la interpretación y comparación de los resultados obtenidos.
- VI. Conclusiones, se interpretan los valores resultantes para validar los objetivos de la investigación y de esta manera, se responde a la pregunta y se contrasta la hipótesis.
- VII. Recomendaciones, se brinda recomendaciones para investigaciones futuras.
- VIII. Referencias, se detallan las fuentes empleadas de las que se obtuvo información para el desarrollo de la tesis.
- IX. Anexos, se anexa información adicional.

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

- Descripción del problema

Calatayud et al. (2001) describieron que la congestión urbana es un factor común en el mundo que se produce en ciudades de extensiones medianas y grandes, generando excesivas pérdidas sociales, económicas y medioambientales, así mismo produce fatiga, ansiedad, problemas de salud a los usuarios de las vías urbanas.

Durante el año 2016, las repercusiones económicas ocasionadas por el congestionamiento vial en la Unión Europea alcanzaron los 200 mil millones de euros; esta cifra representó el 1,4% del Producto Interno Bruto (PIB) de toda la región (European Comission, 2020). En estados Unidos el combustible y tiempo consumido en congestión indicaron pérdidas por 151 mil millones de dólares estadounidenses en el año 2020, equivalente al 0.7% del PIB nacional. Se pronostica que el 2030 estos costos alcanzarán los 186 mil millones dólares (Cebr, 2014).

En Latinoamérica las ciudades como Lima, Ciudad de México, Bogotá y Río de Janeiro se sitúan en la lista de las ciudades más congestionadas del mundo, compitiendo con ciudades como Mumbai y Bangkok, Los Ángeles de Estados Unidos y la Dublín de la Unión Europea (Tom Tom, 2019).

Cal y Mayor & Cárdenas (2018) describieron que la congestión que se presenta actualmente en las ciudades de Latinoamérica implica factores asociados con ciudades de gran tamaño, puesto que la infraestructura inicial no creció al mismo tiempo que el desarrollo de la ciudad o porque no se planificó el incremento futuro de la cantidad de vehículos que transitarán. Adicionando otro factor el cual es la desconfianza de los usuarios de transporte público por efecto de la pandemia COVID- 19, aumentando el uso de vehículos particulares.

El sector de transporte es un factor clave para el desarrollo socioeconómico, debido al acelerado incremento demográfico, las infraestructuras viales de uso actual ya no proveen un adecuado servicio de transitabilidad urbano, puesto que en la mayoría de las naciones de Latinoamérica las infraestructuras viales no se realizaron con un plan de desarrollo estratégico a futuro, para aliviar la congestión urbana que se ocasiona, es fundamental optimizar el uso de recursos de la infraestructura vial con que se cuenta en la actualidad (Elaboración propia).

En Perú, las ciudades tienen deficiencias respecto a las vías urbanas puesto que el crecimiento demográfico que registran no está acompañado por una adecuada planificación urbana, ni un adecuado planteamiento del transporte urbano, como resultado tenemos ciudades con sistemas de servicio precarios y de mala calidad, generando pérdidas de tiempo y pérdidas económicas (Elaboración propia).

La ciudad de Abancay se encuentra en la región de Apurímac, provincia de Abancay, distrito de Abancay, siendo la capital de la región, a 13°37'48" S, 72°52'48" W; ubicada a 2385 m.s.n.m. en la vertiente oriental de los Andes, delimitada por el Santuario Nacional de Ampay, el Río Mariño y el Río Pachachaca.

Según el Perfil Sociodemográfico del Perú, elaborado en base al censo realizado en octubre del año 2017, en cuanto a la población censada en ciudades capitales, el crecimiento demográfico expresado por la tasa de crecimiento promedio anual, 5 de 24 ciudades capitales de departamentos crecieron más de 3%, dentro de ellos se encuentra la ciudad de Abancay (3,5%), registrando 72,277 habitantes. En comparación del censo que se realizó el año 2007 el cual indica que la población de Abancay contaba con una población de 51,462 habitantes (INEI, 2018).

Mostrando un crecimiento acelerado y descontrolado, como consecuencia se presenta el incremento de vehículos que comprende taxis, buses, colectivos, vehículos particulares y motorizados. Adicionando el factor de congestión vehicular que se da en hora

punta en determinadas zonas denominados nudos vehiculares, el grave problema de parqueo, la falta de puestos de estacionamiento, teniendo en cuenta que la construcción de parqueaderos en estructura es mínima pues no hay un incentivo para que sean utilizados ya que se puede parquear gratuitamente en el espacio público (Elaboración propia).

Algunos de los principales nudos vehiculares de la ciudad de Abancay se encuentran en la Avenida Arenas y en el Jirón Arequipa, dada la ubicación de diversos rubros económicos y sociales que se realizan en este sector, teniendo en consideración que en la Avenida Arenas se encuentra un nudo vehicular Avenida Arenas – Avenida Núñez y en el Jirón Arequipa se encuentran 11 nudos vehiculares comprendiendo las intersecciones: Jirón Arequipa – Jirón Huancavelica, Jirón Arequipa - Jirón Junín, Jirón Arequipa – Jirón 2 de Mayo, Jirón Arequipa – Jirón Cusco, Jirón Arequipa – Jirón Libertad, Jirón Arequipa – Jirón Arica, Jirón Arequipa – Jirón Unión, Jirón Arequipa – Jirón Andahuaylas, Jirón Arequipa – Calle Grau, Jirón Arequipa – Jirón Chalhuanka, Jirón Arequipa – Jirón Mariscal Gamarra, en los que se distribuyen diferentes instituciones financieras y emporios comerciales, se observó gran congestión vehicular en horas pico, con mayor incidencia los fines de semana y días festivos. Produciendo tanto pérdidas de tiempo como pérdidas económicas, adicionando la contaminación auditiva y visual que generan los vehículos, causando gran incomodidad y molestia a los habitantes de la zona (Elaboración propia).

Teniendo en cuenta los elementos descritos se precisa tomar medidas de solución, en función al análisis de los factores que condicionan la congestión vehicular para mejorar el servicio de transporte urbano, optimizar la administración y el diseño de ordenamiento del sistema de movilidad para la ciudad de Abancay, en específico en los principales nudos vehiculares, cambiar el desarrollo desordenado de la actividad económica e implementar el permanente mantenimiento de las vías, para brindar calidad, eficiencia y confort a los habitantes de la ciudad de Abancay, mediante la optimización del tránsito vehicular en la

Av. Arenas y en el Jr. Arequipa, unos de los principales nudos vehiculares de la ciudad de Abancay (Elaboración propia).

- Formulación del problema

Problema general

¿Cómo es el análisis del tráfico vehicular y su influencia en el nivel de servicio de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024?

Problemas específicos

- I. ¿Cuál es el estado actual de la infraestructura vial y su influencia en el nivel de servicio urbano de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024?
- II. ¿Cuál es el nivel de servicio del flujo vehicular y su influencia en el nivel de servicio urbano de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024?
- III. ¿Cuál será la propuesta de solución para mejorar las características del tráfico vehicular y su influencia en el nivel de servicio urbano de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Analizar el tráfico vehicular y su influencia en el nivel de servicio de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024.

2.2.2. Objetivos específicos

- I. Identificar las condiciones actuales de la infraestructura vial y su influencia en el nivel de servicio urbano de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024.
- II. Determinar el nivel de servicio del flujo vehicular y su influencia en el nivel de servicio urbano de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024.
- III. Determinar la propuesta de solución para mejorar las características del tráfico vehicular y su influencia en el nivel de servicio urbano de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024.

2.3. Justificación e importancia

- Justificación

La justificación de la presente tesis se basa fundamentalmente en la importancia de realizar este estudio para mejorar el servicio de transitabilidad y lograr la erradicación o mitigación del atasco vehicular que se produce en la Av. Arenas y el Jr. Arequipa, perteneciente al distrito de Abancay, considerado uno de los tramos más concurridos desde hace muchos años.

- Importancia

La importancia de la presente tesis se precisa en la toma de medidas de solución, en función al análisis de las condiciones que influyen significativamente y provocan la congestión de vehículos con el fin de optimizar el servicio de transporte urbano, optimizar el modelo de transporte urbano de la ciudad de Abancay y su administración, en específico en los nudos vehiculares de estudio, frenar la expansión desordenada de la actividad económica e implementar el permanente mantenimiento de las vías, para brindar calidad, eficiencia y confort a los ciudadanos del distrito de Abancay.

2.4. Hipótesis

- Hipótesis general

El análisis del tráfico vehicular y su influencia en el nivel de servicio permitirá proponer soluciones a la congestión vehicular que se presenta en la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024.

- Hipótesis específicas

- I. La identificación de las condiciones actuales de la infraestructura vial y su influencia en el nivel de servicio urbano permitirá plantear una propuesta de mejora óptima en la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024.
- II. La determinación del nivel de servicio del flujo vehicular y su influencia en el nivel de servicio urbano permitirá plantear una propuesta de mejora óptima en la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024.

III. La determinación de la propuesta de solución para mejorar las características del tráfico vehicular y su influencia en el nivel de servicio urbano es óptima en la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024.

2.5. Variables

- **Variable independiente**

Tráfico vehicular.

- **Variable dependiente**

Nivel de servicio

Tabla 1*Operacionalización de Variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnica	Técnica e instrumento
							Instrumento
Variable independiente: Tráfico vehicular	Circulación de vehículos por calles, carreteras, caminos (VCHI.S.A., 2005, pág. 51).	Para medir la variable independiente, se recaba datos de la Avenida Arenas y el Jirón Arequipa del distrito de Abancay, mediante un estudio de tráfico empleando el formato de clasificación vehicular del Ministerio de transportes y comunicaciones del Perú.	Infraestructura vial	Capacidad de la infraestructura vial	qmáx	Técnica de observación	Ficha de recolección de datos (conteo vehicular)
				Dispositivos de control de tránsito	Und		Manual de Diseño Geométrico DG-18
			Flujo vehicular	Intersecciones viales	Und		Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005
				Volumen	Veh/t		Manual de dispositivos de control de tránsito
				Demanda de tránsito	IMDA		Cámara fotográfica
Variable dependiente: Nivel de servicio	En periodos de máxima demanda, el movimiento vehicular se torna deficiente con pérdidas de velocidad, lo que hace que el sistema tienda a saturarse, hasta llegar a funcionar a niveles de congestionamiento (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018, pág. 297).	Mediante el proceso de los datos obtenidos se determina el nivel de servicio de la Avenida Arenas y el Jirón Arequipa del distrito de Abancay en función de las características del flujo vehicular.	Características del flujo vehicular	Densidad Vehicular	Veh/Km/c arril	Medición	Cámara fotográfica
				Velocidad de tránsito	Veh/h		Cronómetro
				Demanda de tránsito	IMDA		Cinta métrica
						Técnica de observación	Libreta de campo
							Manual HCM (Higway Capacity Manual, 2016)

Nota. En la tabla 1 se muestra la operacionalización de Variables de la presente tesis. Elaboración propia.

III. Marco teórico

3.1. Antecedentes

Molina (2024) elaboró una investigación titulada “Análisis de niveles de servicio mediante la aplicación del método HCM: Estudio de caso Megamaxi Cuenca”. El objetivo fue analizar y comparar el impacto que puede producir la construcción de un centro comercial sobre la dinámica vial y de movilidad, para tal efecto se evaluaron los niveles de servicio mediante el método del HCM, se focaliza en determinar el impacto del centro comercial Megamaxi Wayra en el flujo vehicular y la dinámica en la Av. 24 de Mayo y sus alrededores en Cuenca, Ecuador. La metodología fue de enfoque cuantitativo. Los resultados evidencian una diferencia significativa en las condiciones operativas entre los periodos 2023 y 2024, se demostró el deterioro del nivel de servicio en la Av. 10 de Agosto, que descendió de C a D, y en la Av. 24 de Mayo, que pasó de B a C. Esta disminución se extendió a sus desvíos hacia Camino al Valle y el redondel del Paraíso. Se concluyó que la apertura del complejo comercial ha alterado significativamente el flujo de vehículos, ocasionando incrementos en la densidad del tráfico durante las horas punta. Este análisis muestra la urgencia de implementar optimizaciones en la infraestructura y en las estrategias de gestión vial del sector.

Benavides (2021) elaboró una investigación titulada “Evaluación del tráfico vehicular para dar solución al congestionamiento en la intersección entre la Av. Rodrigo Pachano y Manuelita Sáenz de la ciudad de Ambato”. El objetivo fue evaluar el tráfico vehicular en la intersección entre la Av. Rodrigo Pachano y Manuelita Sáenz de la ciudad de Ambato, para abordar y resolver de manera integral la problemática de congestión en las avenidas analizadas. La metodología fue de enfoque cualitativo y cuantitativo, la investigación fue de nivel descriptivo y explicativo. Los resultados demostraron que el VHMD en la intersección de análisis se registra durante el periodo matutino entre las 07:00 a 09:00 horas y en periodo vespertino entre las 17:00 a 19:00 horas en todos los sentidos de circulación, el análisis cuantificó el TPDA de 34651 vehículos, y el TPDAF de 63207

vehículos, se reveló el dominio de unidades vehiculares livianas, la velocidad de desplazamiento dentro del intervalo de 29.88 km/h y 32.24 km/h. Se concluyó que la intersección evaluada presenta una operatividad de nivel de servicio B, caracterizado por una circulación estable y escasas demoras a excepción de la Av. Rodrigo Pachano, sentido Norte- Sur donde las condiciones corresponden a un nivel de servicio C.

Delvalle (2022) elaboró una investigación titulada “Análisis del nivel de servicio de la Avenida Martiniano Delgado del Cantón Jipijapa”. El objetivo fue analizar el nivel de servicio de la Av. Martiniano Delgado de la ciudad de Jipijapa. La metodología fue cuantitativa, mediante métodos documentales y empíricos. Los resultados demostraron que, conforme a los criterios del HCM la Av. Martiniano Delgado se clasifica como una arteria clase III, que alcanza el nivel de servicio tipo A, puesto que presenta una velocidad libre dentro del rango de 40 a 56 km/h y velocidad media de recorrido a 40 km/h bajo condiciones de mayor concurrencia vehicular. Se concluyó que, a partir de la determinación del flujo vehicular y la velocidad de diseño de la vía, el nivel de servicio de la Av. Corresponde al tipo A, manteniendo una velocidad de media de 40 km/h, según los estándares del HCM, con el propósito de brindar un mayor confort para los usuarios optimizando el sistema de señaléticas y seguridad vial.

Nuñera (2021) elaboró una investigación titulada “Evaluación y propuestas para mitigar la congestión vehicular en la avenida Sáenz Peña, distrito de Chiclayo 2019”. El objetivo fue evaluar el flujo vehicular de la Av. Garcilaso de la Vega hasta la Av. Augusto B. Leguía, Chiclayo; en base al análisis se busca formular propuestas que sean viables técnica, económica y políticamente para mitigar la congestión vehicular en los puntos más críticos. La metodología fue de enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo y explicativo. Los resultados identificaron periodos críticos de demanda entre las 12:00 a 14:00 horas, y las 17:00 a 19:00 horas, en estaciones específicas se registran picos matutinos entre las 6:00 a 8:00 horas producido por el flujo escolar y laboral; evidenciando que el flujo de vehículos alcanza su máxima afluencia los días viernes y sábados. La variedad de la composición

vehicular se diferencia por porcentajes de incidencia, el transporte público (colectivos y taxis) representa el 70 a 75% del volumen total, frente al 25 a 30% del transporte privado. Al contrastar los datos de campo e información de valores recolectados, se revela una brecha que incide en la informalidad del transporte público. Se concluyó que los factores principales que provocan congestión vehicular repercuten de la mala gestión e informalidad del transporte público.

Borrero y Farfan (2021) elaboraron una investigación titulada “Análisis del congestionamiento vehicular y propuesta de mejora vial en la intersección de las avenidas Sánchez Cerro y Vice en la ciudad de Piura, Piura”. El objetivo fue analizar el congestionamiento vehicular de las avenidas Sánchez Cerro y Vice, en la ciudad de Piura; para formular una propuesta de mejora para las condiciones operativas y el flujo que se presenta en dicha intersección. La metodología fue de enfoque cuantitativo, aplicativo, de diseño no experimental; se utilizó la metodología HCM 2010 para las intersecciones semaforizadas, utilizaron los parámetros establecidos por la normativa peruana MTC. Los resultados determinaron que el día sábado es el día representativo para realizar el análisis, al registrar un volumen de entrada a la intersección de 82,240 veh/día. Se determinó el tránsito semanal de 493,007 vehículos mixtos, compuesto por automóviles (47.03%), trimotos (26.17%), motocicletas (21.08%), microbuses (4.36%), minibuses (0.82%) y vehículos pesados y especiales (0.54). Asimismo, el análisis del flujo vehicular permitió conocer la hora de máxima demanda, volumen horario de máxima demanda, tasa de flujos para intervalos de 15 minutos (q_{15}) y el factor de máxima demanda. Se concluyó que la gran afluencia vehicular en la intersección exhibe diversos comportamientos en cada acceso, el tránsito de trimotos representa el factor principal de congestionamiento vehicular.

Flores y Ferré (2023) elaboraron una investigación titulada “Propuesta de reformas para mejorar la movilidad, accesibilidad y seguridad vial. Caso: intersección Av. Canadá con Paseo de La República”. El objetivo fue proponer mejoras para la intersección estudiada que favorezcan el tránsito eficiente, minimizando la saturación e inseguridad vial, en beneficio de los usuarios. La metodología fue de enfoque cuantitativo. Los resultados evidenciaron el incremento de largas filas para dos de tres sentidos de dicha intersección; también, se presenta una disminución leve en la duración de recorridos de peatones en la sección de mayor longitud. Se concluyó que las propuestas de cambios en el sistema vial logran favorecer a los peatones y usuarios de vehículos menores (ciclistas), optimizando la accesibilidad y seguridad vial. Al desincentivar el uso de vehículos motorizados privados, se proyecta estabilizar el crecimiento del parque automotor, esta acción limitaría la expansión de la flota a largo plazo, solucionando la problemática de congestión.

Morales y Moliendo (2022) elaboraron una investigación titulada “Análisis de la circulación vehicular y propuesta de solución en la ciudad de Izcuchaca, provincia de Anta, departamento del Cusco”. El objetivo fue realizar el análisis del tránsito de peatones y vehículos en la Av. Jaquijahuana, perteneciente a PE-3S (Carretera Nacional) en la ciudad de Izcuchaca, con el fin de proponer soluciones. La metodología fue de enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo y diseño experimental. Los resultados demostraron alteraciones significativas en el flujo y composición vehicular, debido al incremento de habitantes y la dinámica comercial que se realiza en la zona. En consecuencia, los niveles de servicio de las intersecciones no son adecuados y resultan deficientes, con valores dentro del rango de C a F. Se concluyó que se propondrá soluciones para lograr una mejor movilidad de vehículos, la expropiación de terrenos de cultivo para lograr mejoras en la vía de evitamiento haciendo que su uso sea exclusivo para el parque automotor regional y nacional.

Fenández y Rengifo (2023) elaboraron una investigación titulada “Análisis y Propuesta de Solución al Congestionamiento Vehicular en la Intersección de la Avenida Huamán con la calle 28 de Julio, Víctor Larco Herrera – La Libertad”. El objetivo fue determinar la influencia del análisis y formular una propuesta que solucione la problemática del congestionamiento vehicular en la intersección de la avenida Huamán y la calle 28 de Julio, ubicada en el distrito de Víctor Larco Herrera, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad. La metodología fue de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de nivel descriptivo. Los resultados mostraron que dicha intersección es crítica, las horas pico del día están en las mañanas de 7:30 a 8:30 a.m., por la tarde 1:30 a 2:30 p.m. y por la noche 6:30 a 7:30 p.m., el día de mayor tránsito es el sábado. Se concluyó que los niveles de servicio son muy deficientes, existe congestión y transitar por la vía es dificultoso, para su mejora se propuso restringir el acceso de vehículos, modificar la geometría de la intersección, implementar una rotonda e implementar semáforos y señalética (horizontales y verticales).

3.2. Bases teóricas

- Vías arteriales

VCHI.S.A. (2005) describió los parámetros de diseño vinculados a la clasificación de vías urbanas, las vías arteriales se caracterizan por la velocidad de diseño que varía entre 50 Km/hora y 80 Km/hora, el flujo se distingue por ser interrumpido con presencia mayoritaria de vehículos livianos, permite la circulación de bicicletas en ciclovías, el número de carriles unidireccionales de 2 o 3 carriles y bidireccionales de 2 o 3 carriles/sentido.

- Vías colectoras

VCHI.S.A. (2005) describió los parámetros de diseño vinculados a la clasificación de vías urbanas, las vías colectoras se caracterizan por la velocidad de diseño que varía entre 40 Km/hora y 60 Km/hora, se distingue por el flujo interrumpido condicionado por la presencia de dispositivos de control semafóricos en intersecciones con vías arteriales, a comparación de los cruces con vías locales y colectoras donde predomina el control y

regulación empleando señalización vertical. El flujo vehicular comprende diferentes tipos de vehículos en su clasificación, permite la circulación de bicicletas sugiriéndose la implementación formal de ciclovías. La sección vial presenta el número de carriles unidireccionales de dos o tres y carriles bidireccionales de uno o dos carriles por sentido de tránsito.

- **Vías locales**

VCHI.S.A. (2005) describió los estándares de diseño relacionados a la clasificación de vías urbanas, las vías locales se caracterizan por la velocidad de diseño, varía entre 30 Km/hora y 40 Km/hora, el flujo se distingue por ser interrumpido, permite el flujo de vehículos livianos, el tránsito de vehículos semipesados ocasional y permite la circulación de bicicletas, el número de carriles unidireccionales de 2 carriles y bidireccionales de 1 carril/sentido.

- **Capacidad y volumen de capacidad**

HCM (2016) definió la relación volumen capacidad de un grupo de carriles se calcula con la ecuación:

$$X = \frac{v}{c}$$

Dónde:

X = Relación del volumen y capacidad.

v = Tasa de flujo (veh/h).

c = Capacidad (veh/h).

- **Flujo vehicular**

Pérez et al. (2013) describieron que el flujo vehicular se puede expresar en función de la densidad del tráfico x y de la rapidez de tráfico $s(x)$.

- **Velocidad**

“Magnitud física que expresa el espacio recorrido por un móvil en la unidad de tiempo. Su unidad en el Sistema Internacional es el metro por segundo (m/s)” (Real Academia Española, s.f.).

- **Volúmenes de tránsito**

“Se define volumen de tránsito, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un período determinado” (VCHI.S.A., 2005, pág. 52).

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

Dónde:

Q = Vehículos que transitan en una vía (Vehículos/ periodo de tiempo).

N = Número de vehículos (Vehículos).

T = Periodo de tiempo (Unidad de tiempo).

- **Índice medio diario anual (IMDA)**

MTC (2018) indicó que el IMDA se calcula como la cantidad de vehículos promedio que transitan por la vía y que se incrementan con una tasa de crecimiento anual (pág. 92).

$$IMDa = Fc * IMDs$$

Dónde:

IMDs = Índice medio diario semanal.

IMDa = Índice medio diario anual.

FC = Factor de corrección estacional.

- **Índice medio diario semanal (IMDS)**

VCHI.S.A.(2005) señaló el parámetro TPDS, tránsito promedio diario semanal (pág.54).

$$IMDs = \sum Vi/7$$

Dónde:

IMDs = Índice medio diario semanal.

Vi = Volumen vehicular diario correspondiente a los 7 días de aforo.

- **Crecimiento del tránsito**

MTC (2018) dispuso la metodología para el estudio de la demanda de tránsito, este debe dividirse para proyecciones de vehículos pesados y ligeros (pág. 95).

$$Pf = Po(1 + Tc)^n$$

Dónde:

Pf = Tránsito final.

Po = Tránsito inicial (año base).

n = Año a estimarse.

Tc = Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo.

Tc (veh. ligeros) = tasa de crecimiento de la población.

Tc (veh. pesados) = tasa de crecimiento de la economía.

- **Volumen horario máximo anual (VHMA)**

“Es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado. En otras palabras, es la hora de mayor volumen de las 8760 horas del año” (VCHI.S.A., 2005, pág. 54).

- **Volumen horario de máxima demanda (VHMD)**

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los períodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular. (VCHI.S.A., 2005, pág. 54).

- **Factor horario de máxima demanda (FHMD)**

Según VCHI.S.A (2005) FHMD es el factor de la hora de máxima demanda (pág.97).

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Qmáx_{15})}$$

Dónde:

FHMD = Factor horario de máxima demanda.

VHMD = Volumen horario de máxima demanda.

$Qmáx_{15}$ = Flujo máximo durante 15 minutos.

- **Nivel de servicio en segmentos de vías urbanas**

HCM (2016) explicó que el nivel de servicio en secciones de vías urbanas puede ser caracterizado en relación a la velocidad de desplazamiento para los vehículos.

Tabla 2

Nivel de servicio para vehículos motorizados en segmentos de vías urbanas

Nivel de servicio	Umbral de velocidad de desplazamiento por velocidad de flujo libre base							Relación volumen/capacidad
	55	50	45	40	35	30	25	
A	>44	>40	>36	>32	>28	>24	>20	≤ 1.0
B	>37	>34	>30	>27	>23	>20	>17	
C	>28	>25	>23	>20	>18	>15	>13	
D	>22	>20	>18	>16	>14	>12	>10	
E	>17	>15	>14	>12	>11	>9	>8	
F	≤17	≤15	≤14	≤12	≤11	≤9	≤8	
F	ANY							> 1.0

Nota. En la tabla 2 determina las categorías del nivel de servicio para segmentos de vías urbanas a partir de la velocidad de desplazamiento y la velocidad del flujo libre base.

Adaptado de: Highway Capacity Manual 2016.

- **Tiempo de ejecución del segmento**

A. Velocidad de flujo libre

Velocidad de flujo libre base

$$S_{fo} = S_{calib} + S_0 + f_{cs} + f_A + f_{pk}$$

Dónde:

S_{fo} = Velocidad de flujo libre base (mi/h).

S_{calib} = Factor de calibración de velocidad de flujo libre base (mi/h).

S_0 = Velocidad constante (mi/h).

f_{cs} = Ajuste por sección transversal (mi/h).

f_A = Ajuste por puntos de acceso (mi/h).

f_{pk} = Ajuste por estacionamiento (mi/h).

Ajuste de la distancia entre señales

$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{S_{fo} - 19.5}{\max(L_s, 400)} \leq 1.0$$

Dónde:

f_L = Factor de ajuste de distancia entre señales.

S_{fo} = Velocidad de flujo libre base (mi/h).

L_s = Distancia entre intersecciones adyacentes señalizadas (ft).

Velocidad de flujo libre

$$S_f = S_{fo} f_L \geq S_{pl}$$

Dónde:

S_f = Velocidad de flujo libre (mi/h).

S_{pl} = Velocidad limite (mi/h).

B. Cálculo del ajuste por proximidad del vehículo

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{v_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}}$$

Dónde:

f_v = Factor de ajuste por proximidad.

v_m = Caudal de demanda del segmento (veh/h).

N_{th} = Número de carriles de paso en el segmento en el sentido de la marcha (ln).

S_f = Velocidad de flujo libre (mi/h).

C. Cálculo de tiempo de ejecución del segmento

$$t_R = \frac{6.0 - l_1}{0.0025 L} f_x + \frac{3,600 L}{5,280 S_f} f_v \sum_{i=1}^{Nap} dap.i + d_{other}$$

$$f_x = \begin{cases} 1.00 & (\text{movimiento controlado}) \\ 0.00 & (\text{movimiento no controlado}) \\ \min \left[\frac{V_{th}}{C_{th}} \right] & (\text{movimiento controlado por ceda el paso}) \end{cases}$$

Dónde:

t_R = Tiempo de ejecución del segmento (veh/h).

l_1 = Tiempo perdido de arranque = 2 s si está señalizado, 2.5 si está controlado por STOP.

L = Longitud del segmento (ft).

f_x = Factor de ajuste de tipo de control.

V_{th} = Flujo de la demanda (veh/h).

C_{th} = Capacidad de movimiento (veh/h).

$dap.i$ = Retraso debido a giros a la izquierda y derecha de la vía urbana hacia el punto de acceso de la intersección (s/veh).

Nap = Número de puntos de acceso influyentes a lo largo del segmento (puntos).

d_{other} = Retraso debido a fuentes a lo largo del segmento (s/veh).

- **Demora de desplazamiento**

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

Dónde:

d_t = Tiempo de retraso (s/veh).

v_{th} = Flujo a través de la demanda (veh/h).

d_{th} = Retraso en el grupo de carril exclusivo (s/veh).

v_t = Flujo de demanda en el grupo de carriles exclusivos (veh/h/ln).

N_t = Número de carriles en el grupo de carriles exclusivos (ln).

d_{sl} = Retraso en el giro a la izquierda y a través del carril (s/veh).

v_{sl} = Flujo de demanda en el grupo compartido de giro a la izquierda y a través del carril (veh/h).

d_{sr} = Retraso en el giro a la derecha compartido y en el grupo de carril a través (s/veh).

v_{sr} = Tasa de flujo de demanda en el grupo compartido de giro a la derecha y a través del carril (veh/h).

P_L = Proporción de vehículos que giran a la izquierda en el carril compartido.

P_R = Proporción de vehículos que giran a la derecha en el carril compartido.

- **Velocidad de viaje**

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

Dónde:

$S_{T,seg}$ = Velocidad de viaje de los vehículos a través del segmento (mi/h).

L = Longitud del segmento (ft).

t_R = Tiempo de ejecución del segmento (s).

d_t = Tiempo de retraso (s/veh).

- **Nivel de servicio**

“Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio, medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular y de su percepción por los usuarios” (VCHI.S.A., 2005, pág. 92).

Nivel A: Corresponde a las condiciones de libre flujo vehicular. Las maniobras de conducción no son afectadas por la presencia de otros vehículos y están condicionadas únicamente por las características geométricas de la carretera y las decisiones del conductor. Este nivel de servicio ofrece comodidad física y psicológica al conductor. Las interrupciones menores para circular son fácilmente amortiguadas sin que exijan un cambio en la velocidad de circulación. (MTC, 2018, pág. 122).

Nivel B: Indica condiciones buenas de libre circulación, aunque la presencia de vehículos que van a menor velocidad pueden influir en los que se desplazan más rápido. Las velocidades promedio de viaje son las mismas que en el nivel A, pero los conductores tienen menor libertad de maniobra. Las interrupciones menores son todavía fácilmente absorbibles, aunque los deterioros locales del nivel de servicio, pueden ser mayores que en el nivel anterior. (MTC, 2018, pág. 122).

Nivel C: En este nivel, la influencia de la densidad de tráfico en la circulación vehicular determina un ajuste de la velocidad. La capacidad de maniobra y las posibilidades de adelantamiento, se ven reducidas por la presencia de grupos de vehículos. En las carreteras de varios carriles con velocidades de circulación mayores a 80 Km/h, se reducirá el libre flujo sin llegar a la detención total. Las interrupciones menores pueden causar deterioro local en el nivel de servicio y se formarán colas de vehículos ante cualquier interrupción significativa del tráfico. (MTC, 2018, pág. 122).

Nivel D: La capacidad de maniobra se ve severamente restringida, debido a la congestión del tránsito que puede llegar a la detención. La velocidad de viaje se reduce por el incremento de la densidad vehicular, formándose colas que impiden

el adelantamiento a otros vehículos. Solo las interrupciones menores pueden ser absorbibles, sin formación de colas y deterioro del servicio. (MTC, 2018, pág. 123).

Nivel E: La intensidad de la circulación vehicular se encuentra cercana a la capacidad de la carretera. Los vehículos son operados con un mínimo de espacio entre ellos, manteniendo una velocidad de circulación uniforme. Las interrupciones no pueden ser disipadas de inmediato y frecuentemente causan colas, que ocasionan que el nivel de servicio se deteriore hasta llegar al nivel F. Para el caso de las carreteras de varios carriles con velocidad de flujo libre entre 70 y 100 km/h, los vehículos desarrollan velocidades menores, que son variables e impredecibles. (MTC, 2018, pág. 123).

Nivel F: En este nivel, el flujo se presenta forzado y de alta congestión, lo que ocurre cuando la intensidad del flujo vehicular (demanda) llega a ser mayor que la capacidad de la carretera. Bajo estas condiciones, se forman colas en las que se experimenta periodos cortos de movimientos seguidos de paradas. Debe notarse que el nivel F se emplea para caracterizar tanto el punto de colapso, como las condiciones de operación dentro de la cola vehicular. (MTC, 2018, pág. 123).

- **Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas**

HCM (2016) explicó que el nivel de servicio en intersecciones puede ser caracterizado, en relación a la demora que cuantifica el aumento en el tiempo de tránsito.

Tabla 3

Nivel de servicio para intersecciones semaforizadas según demora por control

Nivel de servicio	Demora por control (seg/veh)
A	≤10
B	>10-20
C	>20-35
D	>35-55
E	>55-80
F	>80

Nota. En la tabla 3 determina las categorías del nivel de servicio para intersecciones semaforizadas de vías urbanas a partir de la demora por control. Adaptado de: Highway Capacity Manual 2016.

- Flujo de saturación real (S)

HCM (2016) explicó la denominación de flujo de saturación ajustado porque refleja la aplicación de varios factores presentes en la intersección, se calcula con la ecuación:

$$S = S_o * f_W * f_{HVg} * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{wz} * f_{ms} * f_{sp}$$

Dónde:

S = Flujo de saturación real (veh/h/ln).

S_o = Flujo de saturación base (pc/h/ln).

f_W = Factor de ajuste por ancho de carril.

f_{HVg} = Factor de ajuste por vehículos pesados y pendiente.

f_p = Factor de ajuste por existencia de carril de estacionamiento y actividad de estacionamiento adyacente al grupo de carriles.

f_{bb} = Factor de ajuste por efecto de bloqueo de los autobuses locales que paran dentro de la zona de intersección.

f_a = Factor de ajuste por tipo de zona.

f_{LU} = Factor de ajuste por utilización de carriles.

f_{LT} = Factor de ajuste por presencia de vehículos que giran a la izquierda en un grupo de carriles.

f_{RT} = Factor de ajuste por presencia de vehículos que giran a la derecha en un grupo de carriles.

f_{Lpb} = Factor de ajuste por peatones y ciclistas en grupos que giran a la derecha.

f_{wz} = Factor de ajuste por presencia de zonas de trabajo en la intersección.

f_{ms} = Factor de ajuste por bloqueo de carriles aguas abajo.

f_{sp} = Factor de ajuste por desbordamiento sostenido.

- Flujo de saturación base (S_o)

HCM (2016) recomendó en el capítulo 4 el valor de 1900 vehículos livianos por hora por carril (Veh/hora/carril).

- **Factor de ajuste por ancho de carril (f_w)**

HCM (2016) explicó el impacto negativo del ancho de los carriles, el cual influye en el flujo vehicular, los valores de este factor se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4

Valores de factor de ajuste por ancho de carriles (f_w)

Ancho de carril (ft)	Factor de ajuste (f_w)
< 10.00	0.96
$\geq 10.00 - 12.90$	1
> 12.900	1.04

Nota. En la tabla 4 se determina el factor de ajuste en base al ancho de carril de la vía urbana. Adaptado de: Highway Capacity Manual 2016.

- **Factor de ajuste por vehículos pesados y pendiente (f_{HVg})**

HCM (2016) explicó el efecto combinado de los vehículos pesados y la pendiente, factores que limitan de las capacidades operativas de la vía urbana, se calcula con la ecuación:

$$f_{HVg} = \frac{100 - 0.78 P_{HV} - 0.31 P_g}{100}$$

Dónde:

P_{HV} = Porcentaje de vehículos pesados en el grupo de movimiento correspondiente.

P_g = Pendiente de aproximación para el grupo de movimiento correspondiente.

- **Factor de ajuste por existencia de carril de estacionamiento y actividad de estacionamiento adyacente al grupo de carriles (f_p)**

HCM (2016) explicó el impacto negativo del carril de estacionamiento sobre el flujo de carriles adyacentes. Si no existe estacionamiento el valor es de 1.00, si existe se calcula con la ecuación:

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18 N_m}{3,600}}{N} \geq 0.050$$

Dónde:

N_m = Índice de maniobras de aparcamiento adyacente al grupo de carriles (maniobras/h).

N = Número de carriles en el grupo de carriles (ln).

- **Factor de ajuste por efecto de bloqueo de los autobuses locales que paran dentro de la zona de intersección (f_{bb})**

HCM (2016) explicó el impacto de los autobuses de tránsito local que se detienen a descargar o recoger pasajeros en un determinado paradero, se calcula con la ecuación:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4 N_b}{3,600}}{N} \geq 0.050$$

Dónde:

N_b = Tasa de parada de autobuses (autobuses/h).

N = Número de carriles en el grupo de carriles (ln).

- **Factor de ajuste por tipo de área (f_a)**

HCM (2016) explicó que este factor considera la ineficiencia de áreas en los carriles. En el Distrito central de negocios (CBD) este factor tiene un valor de 0.90. Sin embargo, este valor no solo debe usarse en el CBD, pues se debe analizar caso a caso; por ejemplo, zonas en donde el diseño geométrico, el flujo de peatones son mayores que ocasionan que los vehículos aumenten significativamente.

- **Factor de ajuste por utilización de carriles (f_{LU})**

HCM (2016) explicó el factor de ajuste por la utilización del carril cuenta para la desigualdad en la distribución del tráfico entre los carriles de circulación en aquellos grupos con más de un carril exclusivo, se calcula con la ecuación:

$$f_{LU} = \frac{v_g}{N_e v_{gl}}$$

Dónde:

v_g = Tasa de flujo de demanda para el grupo de movimiento (veh/h).

N_e = Tasa de flujo de demanda en el único carril exclusivo con la mayor tasa de flujo de todos los carriles exclusivos en el grupo de movimiento (veh/h/carril).

v_{gl} = Número de carriles exclusivos en grupo de movimiento (ln).

- **Factor de ajuste por presencia de vehículos que giran a la izquierda en un grupo de carriles (f_{LT})**

HCM (2016) explicó que factor está destinado a reflejar los giros a la izquierda, se calcula con la ecuación:

$$f_{LT} = \frac{1}{E_L}$$

Dónde:

E_L = Número equivalente de vehículos que giran a la izquierda por un carril exclusivo.

Para vías con carril exclusivo o compartido

$E_L = 1.05$ teniendo como factor el valor de 0.95. Si se tiene presencia de doble carril usar 0.92. Para una calle de intersección en T, usar 0.85 para un carril y 0.75 para dos carriles.

- **Factor de ajuste por presencia de vehículos que giran a la derecha en un grupo de carriles (f_{RT})**

HCM (2016) explicó que factor está destinado a reflejar los giros a la derecha, se calcula con la ecuación:

$$f_{RT} = \frac{1}{E_R}$$

Dónde:

E_R = Número equivalente de vehículos que giran a la derecha por un carril exclusivo.

Para vías con carril exclusivo o compartido.

$E_R = 1.18$ teniendo como factor el valor de 0.85. Si tenemos presencia de carriles dobles el factor a usar es de 0.75.

- **Factor de ajuste por peatones y ciclistas (f_{lpb})**

HCM (2016) explicó el factor de ajuste se basa en zonas de conflicto entre vehículos que giran, peatones y bicicletas, estos factores tienen valor de 1.0 si no hay peatones o bicicletas presentes.

- **Factor de ajuste por presencia de zonas de trabajo en la intersección (f_{wz})**

HCM (2016) explicó el factor de ajuste para la presencia de zonas de trabajo se utiliza para evaluar el efecto de saturación, el factor tiene un valor de 1.0 si no hay zona de trabajo.

- **Factor de ajuste por bloqueo de carriles aguas abajo (f_{ms})**

HCM (2016) explicó el factor de ajuste se utiliza para evaluar el efecto de cierre de la intersección en cuestión, el factor tiene un valor de 1.0 si no hay bloqueo de carril aguas abajo.

- **Factor de ajuste por desbordamiento sostenido (f_{sp})**

HCM (2016) explicó el factor de ajuste para intersecciones urbanas con desbordamiento, el factor tiene un valor de 1,0 si no se produce desbordamiento.

- **Demora uniforme**

(HCM, 2016) estableció la demora uniforme para un grupo de carriles con operación permitida, se calcula con la ecuación:

$$d_1 = PF \frac{0.5C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - [\min(1, x) g/C]}$$

$$PF = \frac{1 - P}{1 - g/C} * \frac{1 - y}{1 - \min(1, X)P} * \left[1 + y \frac{1 - PC/g}{1 - g/C} \right]$$

$$y = \min(1, X) g/C$$

Dónde:

PF = Factor de ajuste de progresión.

y = Coeficiente de flujo.

P = Proporción de los vehículos que llegan durante la indicación verde (decimal).

g = Tiempo verde efectivo (s).

C = Ciclo del semáforo (s).

Tabla 5

Proporción de vehículos que llegan en la indicación verde

Proporción de veh.	Tipo de llegada	Calidad de progresión
0.33	1	Muy pobre
0.67	2	Desfavorable
1.00	3	Llegadas aleatorias
1.67	4	Favorable
2.00	5	Excepcionalmente favorable

Nota: En la tabla 5 determina el factor para la proporción de vehículos que llegan en la indicación verde. Adaptado de: Highway Capacity Manual 2016.

3.3. Definición de términos

- Vía

VCHI.S.A. (2005) describió que una vía debe entenderse como la franja de terreno destinada para el tránsito de todo tipo de naturaleza es la faja de terreno que está preparada para la movilidad en todas sus formas.

Es la faja de terreno resultante de un corte, terraplén, sección mixta, sobre o dentro de una obra de arte (puente o viaducto, túnel). Se incluyen en esta definición las carreteras, vías expresas, vías parques, avenidas, calles públicas y particulares (VCHI.S.A., 2005, pág. 32).

- Infraestructura vial

Montañez (2016) definió a la infraestructura vial como un grupo de componentes físicos lógicamente relacionados, estos cumplen con especificaciones técnicas de diseño en

construcción, para proporcionar condiciones de comodidad y seguridad a los usuarios que se desplazan.

- **Clasificación de vías urbanas**

La clasificación de vías urbanas usa parámetros conforme a los tipos de tráfico que se presentan como las dimensiones de espaciamiento, características físicas de la vía, el uso de suelo, el desempeño de operación y nivel de servicio (VCHI.S.A., 2005).

- **Vías arteriales**

“Las vías arteriales permiten el tránsito vehicular, con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante” (VCHI.S.A., 2005, pág. 11).

- **Vías colectoras**

“Sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arterias, dan servicio al tránsito de paso y a las propiedades adyacentes, este tipo de vías recibe el nombre genérico de Jirón” (VCHI.S.A., 2005, pág. 14)

- **Vías locales**

“Son aquellas cuya función principal es proveer acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida” (VCHI.S.A., 2005, pág. 15).

“Por ellas transitan vehículos livianos, ocasionalmente semipesados; se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto” (VCHI.S.A., 2005, pág. 15).

- **Avenida**

“Calle ancha generalmente de doble sentido con calzadas separadas por una berma central, vías del tipo arterial y colectoras han recibido la calificación de avenida” (VCHI.S.A., 2005, pág. 22).

- **Vehículo**

Aparicio et al. (1995) en consenso definieron como vehículo a aquella máquina cuyo objetivo es el de transportar a las personas, objetos y animales de un punto de origen a otro punto de destino.

- **Tráfico**

Fernández A. y Dextre (2011) definieron como tráfico al desplazamiento o circulación de personas caminando o mediante el uso de diversos tipos de transporte a través de infraestructuras de uso público.

- **Tráfico vehicular**

Munguia (2016) describió al tráfico vehicular como un problema que condiciona a los sectores de la sociedad en su totalidad debido a que ocasiona grandes pérdidas de dinero y tiempo.

- **Conteo de tráfico**

“Verificación cuantitativa y/o cualitativa en una vía pública, en un determinado período” (VCHI.S.A., 2005, pág. 43).

- **Flujo vehicular**

Gómez (2023) definió al flujo vehicular como una variable que se utiliza para la cuantificación del volumen de vehículos que se desplazan a lo largo de un tramo en un intervalo de tiempo específico, siendo determinada la unidad de medida expresada en vehículos por hora.

- **Volumen de tránsito**

“Se define volumen de tránsito, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un período determinado” (VCHI.S.A., 2005, pág. 52).

- **Velocidad**

“Magnitud física que expresa el espacio recorrido por un móvil en la unidad de tiempo. Su unidad en el Sistema Internacional es el metro por segundo (m/s)” (Real Academia Española, s.f.).

- **Índice medio diario anual (IMDA)**

MTC (2018) describió que el IMDA representa el promedio aritmético de los volúmenes de vehículos que transitan, diarios para todos los días del año, conocer este valor proporciona información cuantitativa necesaria, permitiendo desarrollar cálculo que proyectan el incremento del tránsito vehicular a futuro, permiten medir el nivel de servicio, así como el desarrollo de propuestas de mejora óptimas.

- **Factor de la hora de máxima demanda (FHMD)**

VCHI.S.A. (2005) el FHMD es uno de los factores que afectan el nivel de servicio, debido a que el flujo de vehículos en la hora de máxima demanda no están distribuidos de modo constante, es favorable determinar una porción del flujo para un periodo máximo que pertenece a la hora de mayor flujo de vehículos, usualmente un periodo de 15 minutos.

- **Capacidad vial**

“Una medida de la eficiencia con la que un sistema vial presta servicio a la demanda, es su capacidad u oferta” (VCHI.S.A., 2005, pág. 91).

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 prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control. (VCHI.S.A., 2005, pág. 91).

- **Calidad**

ISO 9000 (2005) definió que la calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

- **Congestión vial**

La congestión es definida como el impedimento que los vehículos imponen unos sobre otros, debido a la relación velocidad-flujo, en condiciones donde el uso del sistema de transporte se aproxima a su límite de capacidad (Goodwin, 2004).

- **Nivel de servicio urbano**

QuadMinds (s.f.) describió que el nivel de servicio permite evaluar la calidad y corregir fallas en actividades habituales de productos y servicios.

- **Nivel de servicio**

Cerquera (2007) describió que el nivel de servicio se utiliza para poder evaluar la calidad del flujo de vehículos y o personas.

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

- Tipo de investigación: Aplicada

“La investigación aplicada tiene como propósito fundamental resolver problemas” (Hernández Sampieri et al., 2014, sección de Prólogo).

“La investigación aplicada tiene como objetivo solucionar problemas y mejorar las condiciones de vida de las personas” (Vásquez et al., 2023, pág. 18).

Esta tesis se utilizó el tipo de investigación aplicada, considerando que tiene como finalidad resolver la problemática del nivel de servicio prestado en la Avenida Arenas y el Jirón Arequipa.

- Nivel de investigación: Descriptivo

Esta investigación utilizó el tipo de investigación descriptivo, “los estudios descriptivos tienen como objetivo especificar las propiedades, las características y perfiles, precisamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables” (Hernández Sampieri et al., 2014, pág. 92).

Esta tesis se clasificó como descriptiva, considerando que implica describir y detallar las características de las variables determinadas sin buscar relaciones de causa y efecto entre las variables identificadas y sin manipular las variables. Posteriormente se determinó las posibles soluciones a fin de optimizar el nivel de servicio urbano.

- Diseño de investigación: No experimental transversal

(Hernández Sampieri et al. (2014) describió que el diseño de investigación no experimental transversal recolecta datos en un momento único con el proposito de describir las variables y analizar su interrelación en un momento determinado (pág. 154).

Esta tesis fue de diseño de investigación no experimental transversal, considerando que implicó la recolección de datos como se dieron en un contexto natural para posteriormente ser analizado (Hernández Sampieri et al., 2014, pág. 127)

4.2. **Ámbito temporal y espacial**

- **Ámbito temporal**

La tesis se realizó en el año 2025.

- **Ámbito espacial**

Se realizó en la ciudad de Abancay.

4.3. **Población y muestra**

- **Población**

La población se define como el conjunto de determinados casos que tienen concordancia con especificaciones concretas (Hernández Sampieri et al., 2014).

Se tuvo como variables de estudio el tráfico vehicular y el nivel de servicio, dichas variables están relacionadas al tramo de estudio. La población fue de 1,201 metros, el cual corresponde a la longitud del tramo Avenida Arenas y el Jirón Arequipa, perteneciente al distrito y provincia de Abancay, donde se tuvo la pretensión de aminorar la congestión vehicular, teniendo en consideración que los datos obtenidos no son exactos debido a la variación de transitabilidad, lo cual nos llevó a aproximaciones.

- **Muestra**

“La muestra es un subconjunto de la población de interés, del cual se recolectarán datos representativos” (Hernández Sampieri et al., 2014).

Se cuantificaron numéricamente los datos representativos, mediante la recolección de datos, la muestra correspondió a cada sección perteneciente a la población:

Muestra N°01: Av. Arenas – Jr. Núñez (sección N°01 de 396 metros).

Muestra N°02: Jr. Arequipa – Jr. Huancavelica (sección N°02 de 104 metros).

Muestra N°03: Jr. Arequipa – Jr. Junín (sección N°03 de 71 metros).

Muestra N°04: Jr. Arequipa – Jr. Cusco (sección N°04 de 68 metros).

Muestra N°05: Jr. Arequipa – Jr. Libertad (sección N°05 de 56 metros).

Muestra N°06: Jr. Arequipa – Jr. Unión (sección N°06 de 120 metros).

Muestra N°07: Jr. Arequipa – Jr. Andahuaylas (sección N°07 de 52 metros).

Muestra N°08: Jr. Arequipa – Jr. Chalhuanca (sección N°08 de 170 metros).

Muestra N°09: Jr. Arequipa – Jr. Mariscal Gamarra (sección N°09 de 164 metros).

4.4. Instrumentos

- Instrumentos

Se empleó instrumentos para recolectar información cuantitativa en campo, el instrumento utilizado fue el formato de clasificación vehicular proporcionado por el Ministerio de transportes y comunicaciones del Perú el cual permitió conocer los volúmenes de tránsito y su respectiva clasificación por tipo de vehículo.

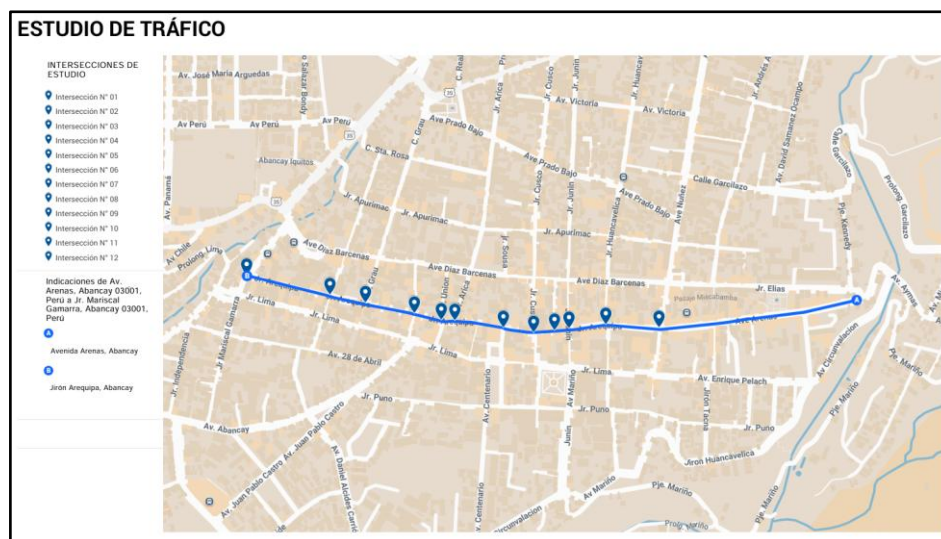
4.5. Procedimientos

- Identificación de tramo de estudio

Se realizó el reconocimiento del tramo de estudio mediante el recorrido por la Av. Arenas y el Jr. Arequipa, se identificaron quince intersecciones: Intersección N°01 corresponde a la intersección Av. Arenas - Pje Carmelitas, intersección N°02 corresponde a la intersección Av. Arenas – Pje. Valdivia, intersección N°03 corresponde a la intersección Av. Arenas - Av. Núñez, intersección N°04 corresponde a la intersección Jr. Arequipa - Jr. Huancavelica, intersección N°05 corresponde a la intersección Jr. Arequipa - Jr. Junín, intersección N°06 corresponde a la intersección Jr. Arequipa - Jr. 2 de Mayo, intersección N°07 corresponde a la intersección Jr. Arequipa - Jr. Cusco, intersección N°08 corresponde a la intersección Jr. Arequipa - Jr. Libertad, intersección N°09 corresponde a la intersección Jr. Arequipa – Calle Tarapacá, intersección N°10 corresponde a la intersección Jr. Arequipa - Jr. Arica, intersección N°11 corresponde a la intersección Jr. Arequipa - Jr. Unión, intersección N°12 corresponde a la intersección Jr. Arequipa - Jr. Andahuaylas, intersección N°13 corresponde a la intersección Jr. Arequipa - Jr. Grau, intersección N°14 corresponde a la intersección Jr. Arequipa - Jr. Chalhuanca, intersección N°15 corresponde a la intersección Jr. Arequipa - Jr. Mariscal Gamarra.

Figura 1

Tramo delimitado correspondiente al estudio de tráfico



Nota. Se visualiza en el gráfico 1 la ubicación del tramo delimitado para desarrollar el estudio de tráfico. Tomado de Google Maps.

- **Plan de análisis de datos:**

Se designaron 9 estaciones de aforo vehicular ubicados en intersecciones de secciones considerables respecto al tramo de estudio.

El aforo vehicular realizado fue de muestreo manual empleando el formato de clasificación vehicular para estudio de tráfico que proporciona el Ministerio de transportes y comunicaciones del Perú, con el fin de poder identificar de manera específica las secciones que generan mayor tráfico vehicular, clasificar los vehículos por tipo e identificar los periodos de congestión vehicular. Para que sea posible el registro de datos de forma detallada se procedió a delimitar los tiempos de conteo en periodos de 15 minutos con el objetivo de encontrar la hora pico, así mismo, se designaron los carriles y sentidos de giro mediante símbolos.

- **Recolección de datos mediante estudio de tráfico**

Teniendo determinadas las 9 estaciones de aforo vehicular, se ultimaron los formatos de conteo respectivo a los 7 días de la semana, como resultado se produjo 63 formatos de conteo vehicular.

Figura 2

Formato de clasificación vehicular para estudio de tráfico

MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones **FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR ESTUDIO DE TRÁFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACIÓN											
UBICACIÓN		DÍA Y FECHA											
HORA	SEN- TI- DO	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	BUS 2E-3 E	CAMION 2E-3E-4E	SEMI TRAYLER 2S1/2S2	TRAYLER 2T2-2T3-3T2	MOTO	MOTOCARGA
DIAGRA. VEH.													
	A1												
	A2												
	B												
	C												
	A1												
	A2												
	B												
	C												
	A1												
	A2												
	B												
	C												
	A1												
	A2												
	B												
	C												

Nota. Se visualiza en el gráfico 2 el formato de clasificación vehicular empleado para estudios de tráfico. Tomado del Ministerio de transportes y comunicaciones del Perú.

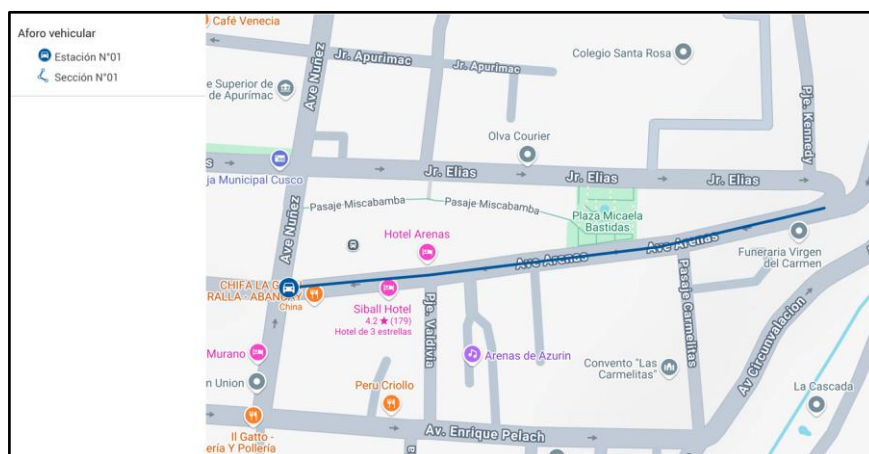
El estudio de tráfico contempló 9 secciones delimitados por intersecciones:

Sección N°01: Av. Arenas – Jr. Núñez

Se ubicó en la intersección de la Av. Arenas con el Jr. Núñez, vía de doble carril en un sentido.

Figura 3

Estación de aforo vehicular correspondiente a la sección N°01



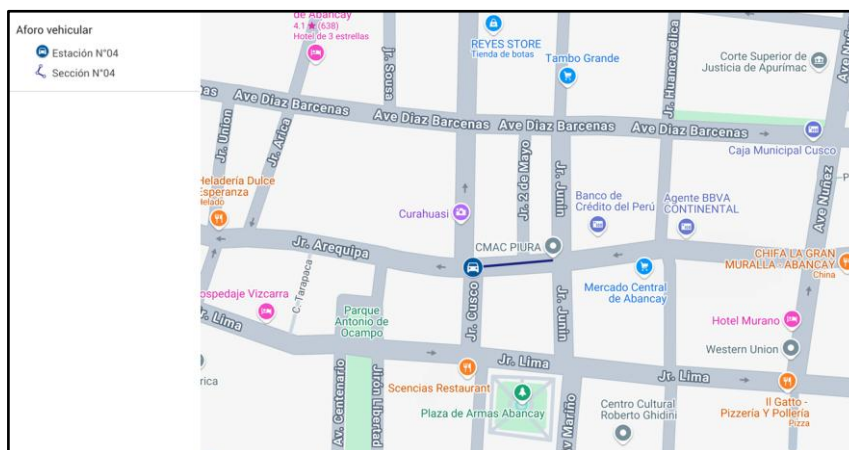
Nota. Se visualiza en el gráfico 3 la ubicación de la estación de aforo N°01. Tomado de Google Maps.

Sección N°04: Jr. Arequipa – Jr. Cusco

Se ubicó en la intersección del Jr. Arequipa con el Jr. Cusco, vía de un carril en un sentido.

Figura 6

Estación de aforo vehicular correspondiente a la sección N°04



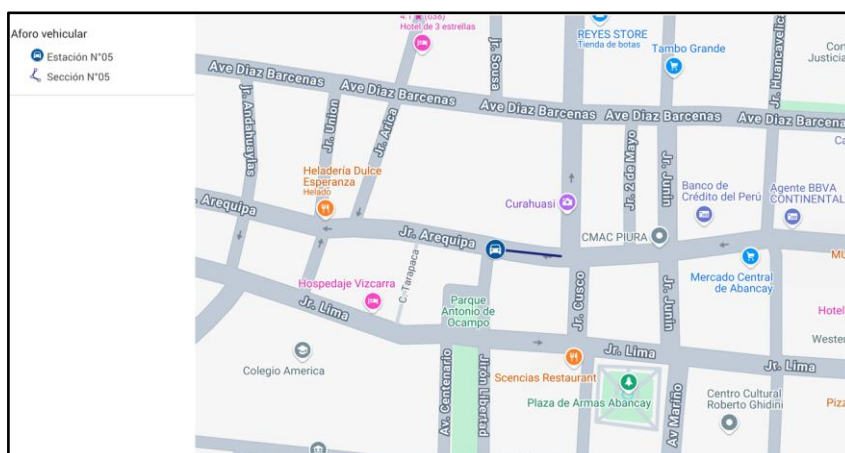
Nota. Se visualiza en el gráfico 6 la ubicación de la estación de aforo N°04. Tomado de Google Maps.

Sección N°05: Jr. Arequipa – Jr. Libertad

Se ubicó en la intersección del Jr. Arequipa con el Jr. Libertad, vía de un carril en un sentido.

Figura 7

Estación de aforo vehicular correspondiente a la sección N°05



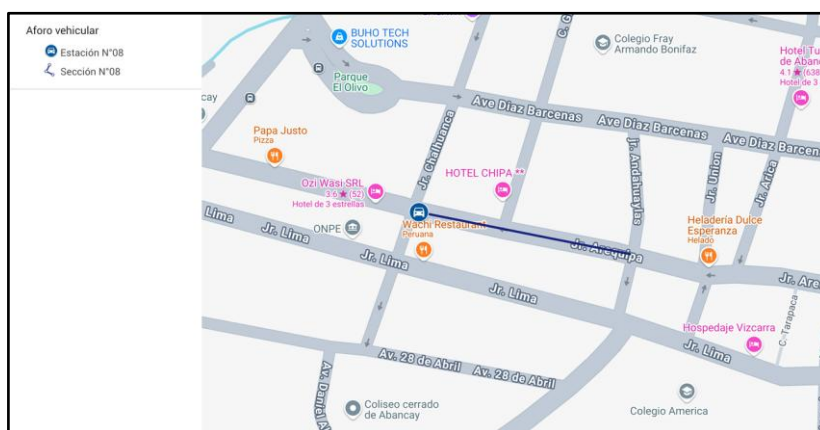
Nota. Se visualiza en el gráfico 7 la ubicación de la estación de aforo N°05. Tomado de Google Maps.

Sección N°08: Jr. Arequipa – Jr. Chalhuanka

Se ubicó en la intersección del Jr. Arequipa con el Jr. Chalhuanka, vía de doble carril en dos sentidos.

Figura 10

Estación de aforo vehicular correspondiente a la sección N°08



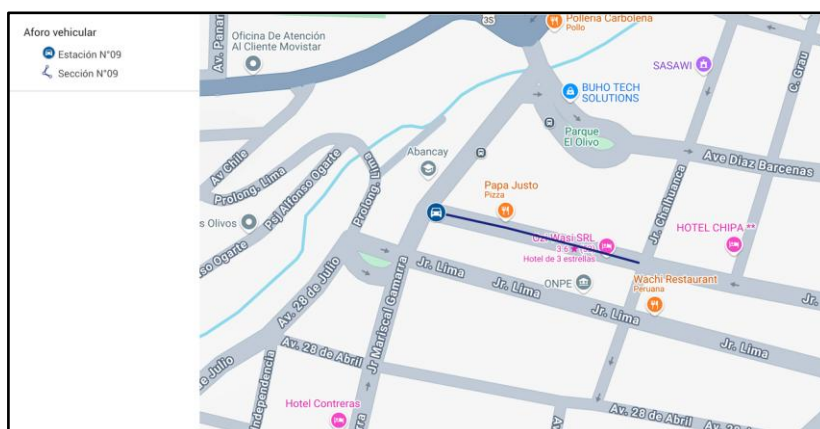
Nota. Se visualiza en el gráfico 10 la ubicación de la estación de aforo N°08. Tomado de Google Maps.

Sección N°09: Jr. Arequipa – Jr. Mariscal Gamarra

Se ubicó en la intersección del Jr. Arequipa con el Jr. Mariscal Gamarra, vía de doble carril en dos sentidos.

Figura 11

Estación de aforo vehicular correspondiente a la sección N°09



Nota. Se visualiza en el gráfico 11 la ubicación de la estación de aforo N°09. Tomado de Google Maps.

Terminado el periodo de recolección de datos se procedió a tabular la información para luego trasladar los datos manuales de los 63 formatos de conteo vehicular a Excel, programa de computadora, para optimizar el proceso de la información obtenida en campo.

- **Identificación de las condiciones actuales de la infraestructura vial de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024**

Se llevó a cabo el recorrido del tramo de estudio para identificar los dispositivos de control vial existentes y su estado actual.

Identificación de las condiciones actuales de la infraestructura vial

Sección N°01: Av. Arenas – Jr. Núñez

Identificación de dispositivos de control de tránsito

Figura 12

Característica semafórica en la sección N°01

SECCIÓN N°01 - INTERSECCIÓN: AV. ARENAS- JR. NÚÑEZ		
SEMÁFORO: AV. ARENAS- JR. NÚÑEZ		
COLOR	PERIODO	
ROJO (Segundos)	40	
VERDE (Segundos)	25	
ÁMBAR (Segundos)	5	
SEMÁFORO: AV. ARENAS- JR. AREQUIPA		
COLOR	PERIODO	
ROJO (Segundos)	29	
VERDE (Segundos)	34	
ÁMBAR (Segundos)	5	

Nota. En el gráfico 12 se muestra las características y periodo de regulación de los semáforos ubicados en la sección N°01 ubicado en la intersección de la Av. Arenas y el Jr. Núñez y en la intersección de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa. Elaboración propia.

Figura 13

Dispositivos de control de tránsito en la sección N°01

TIPO DE DISPOSITIVO (SEÑAL)	SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN LA SECCIÓN N°01			
INFORMATIVA				
PREVENTIVA	NP			
REGLAMENTARIA				
TIPO DE DISPOSITIVO (MARCAS)	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LA SECCIÓN N°01			
MARCAS PLANAS				
MARCAS ELEVADAS	NP			

Nota. En el gráfico 13 se muestran los dispositivos de control de tránsito verticales y horizontales existentes y su estado actual en la sección N°01. Elaboración propia.

Sección N°02: Jr. Arequipa – Jr. Huancavelica

Identificación de dispositivos de control de tránsito

Figura 14

Dispositivos de control de tránsito en la sección N°02

TIPO DE DISPOSITO (SEÑAL)	SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN LA SECCIÓN N°02				
INFORMATIVA	NP				
PREVENTIVA	NP				
REGLAMENTARIA	NP				
TIPO DE DISPOSITIVO (MARCAS)	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LA SECCIÓN N°02				
MARCAS PLANAS					
MARCAS ELEVADAS					

Nota. En el gráfico 14 se muestran los dispositivos de control de tránsito verticales y horizontales existentes y su estado actual en la sección N°02. Elaboración propia.

Sección N°03: Jr. Arequipa – Jr. Junín

Identificación de dispositivos de control de tránsito

Figura 15

Característica semafórica en la sección N°03

SECCIÓN N°03 - INTERSECCIÓN: JR. AREQUIPA- JR. JUNIN		
SEMÁFORO: JR. AREQUIPA- JR. AREQUIPA		
COLOR	PERIODO	
ROJO (Segundos)	32	
VERDE (Segundos)	22	
ÁMBAR (Segundos)	5	
SEMÁFORO: JR. AREQUIPA- JR. JUNÍN		
COLOR	PERIODO	
ROJO (Segundos)	32	
VERDE (Segundos)	22	
ÁMBAR (Segundos)	4	

Nota. En el gráfico 15 se muestra las características y periodo de regulación del semáforo ubicado en la sección N°03 ubicado en la intersección de la Jr. Arequipa y el Jr. Junín.

Elaboración propia.

Figura 16

Dispositivos de control de tránsito en la sección N°03

TIPO DE DISPOSITIVO (SEÑAL)	SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN LA SECCIÓN N°03				
INFORMATIVA	NP				
PREVENTIVA	NP				
REGLAMENTARIA					
TIPO DE DISPOSITIVO (MARCAS)	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LA SECCIÓN N°03				
MARCAS PLANAS					
MARCAS ELEVADAS	NP				

Nota. En el gráfico 16 se muestran los dispositivos de control de tránsito verticales y horizontales existentes y su estado actual en la sección N°03. Elaboración propia.

Sección N°04: Jr. Arequipa – Jr. Cusco

Identificación de dispositivos de control de tránsito

Figura 17

Dispositivos de control de tránsito en la sección N°04

TIPO DE DISPOSITO (SEÑAL)	SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN LA SECCIÓN N°04				
INFORMATIVA					
PREVENTIVA	NP				
REGLAMENTARIA					
TIPO DE DISPOSITIVO (MARCAS)	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LA SECCIÓN N°04				
MARCAS PLANAS	NP				
MARCAS ELEVADAS	NP				

Nota. En el gráfico 17 se muestran los dispositivos de control de tránsito verticales y horizontales existentes y su estado actual en la sección N°04. Elaboración propia.

Sección N°05: Jr. Arequipa – Jr. Libertad

Identificación de dispositivos de control de tránsito

Figura 18

Dispositivos de control de tránsito en la sección N°05

TIPO DE DISPOSITO (SEÑAL)	SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN LA SECCIÓN N°05				
INFORMATIVA					
PREVENTIVA	NP				
REGLAMENTARIA	NP				
TIPO DE DISPOSITIVO (MARCAS)	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LA SECCIÓN N°05				
MARCAS PLANAS	NP				
MARCAS ELEVADAS	NP				

Nota. En el gráfico 18 se muestran los dispositivos de control de tránsito verticales y horizontales existentes y su estado actual en la sección N°05. Elaboración propia.

Sección N°06: Jr. Arequipa – Jr. Unión

Identificación de dispositivos de control de tránsito

Figura 19

Dispositivos de control de tránsito en la sección N°06

TIPO DE DISPOSITO (SEÑAL)	SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN LA SECCIÓN N°06
INFORMATIVA	NP
PREVENTIVA	NP
REGLAMENTARIA	NP
TIPO DE DISPOSITIVO (MARCAS)	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LA SECCIÓN N°06
MARCAS PLANAS	NP
MARCAS ELEVADAS	NP

Nota. En el gráfico 19 se muestran que no se hallaron dispositivos de control de tránsito verticales y horizontales existentes y su estado actual en la sección N°06. Elaboración propia.

Sección N°07: Jr. Arequipa – Jr. Andahuaylas

Identificación de dispositivos de control de tránsito

Figura 20

Dispositivos de control de tránsito en la sección N°07

TIPO DE DISPOSITO (SEÑAL)	SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN LA SECCIÓN N°07
INFORMATIVA	NP
PREVENTIVA	NP
REGLAMENTARIA	NP
TIPO DE DISPOSITIVO (MARCAS)	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LA SECCIÓN N°07
MARCAS PLANAS	NP
MARCAS ELEVADAS	NP

Nota. En el gráfico 20 se muestran que no se hallaron dispositivos de control de tránsito verticales y horizontales en la sección N°07. Elaboración propia.

Sección N°08: Jr. Arequipa – Jr. Chalhuanka

Identificación de dispositivos de control de tránsito

Figura 21

Dispositivos de control de tránsito en la sección N°08

TIPO DE DISPOSITO (SEÑAL)	SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN LA SECCIÓN N°08				
INFORMATIVA					
PREVENTIVA	NP				
REGLAMENTARIA					
TIPO DE DISPOSITIVO (MARCAS)	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LA SECCIÓN N°08				
MARCAS PLANAS	NP				
MARCAS ELEVADAS	NP				

Nota. En el gráfico 21 se muestran los dispositivos de control de tránsito verticales y horizontales existentes y su estado actual en la sección N°08. Elaboración propia.

Sección N°09: Jr. Arequipa – Jr. Mariscal Gamarra

Identificación de dispositivos de control de tránsito

Figura 22

Dispositivos de control de tránsito en la sección N°09

TIPO DE DISPOSITIVO (SEÑAL)	SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN LA SECCIÓN N°09			
INFORMATIVA				
PREVENTIVA	NP			
REGLAMENTARIA				
TIPO DE DISPOSITIVO (MARCAS)	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LA SECCIÓN N°09			
MARCAS PLANAS	NP			
MARCAS ELEVADAS	NP			

Nota. En el gráfico 22 se muestran los dispositivos de control de tránsito verticales y horizontales existentes y su estado actual en la sección N°09. Elaboración propia.

- Procesamiento de información cuantitativa recopilada

Se definieron los volúmenes y clasificación por tipo de vehículo, se determinó el nivel de servicio de transitabilidad correspondientes a cada sección del tramo de estudio.

- Se definieron las propuestas de solución

4.6. Análisis de datos

4.6.1. Volumen vehicular

Volumen vehicular sección N°01

Se expone el volumen vehicular referente a la sección N°01 en la intersección de Av. Arenas con el Jr. Núñez.

Tabla 6

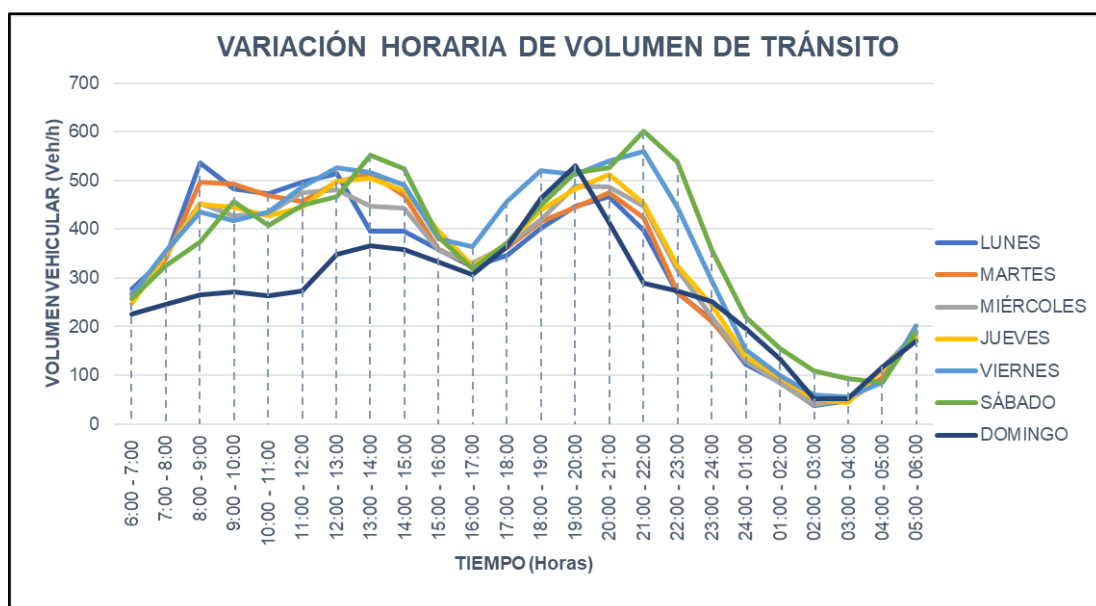
Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°01

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
6:00 - 7:00	277	267	259	247	265	257	226
7:00 - 8:00	341	338	352	346	354	325	246
8:00 - 9:00	537	497	453	451	435	374	265
9:00 - 10:00	483	493	428	446	417	457	272
10:00 - 11:00	472	468	433	428	435	407	264
11:00 - 12:00	497	457	475	445	486	449	274
12:00 - 13:00	515	496	480	499	526	466	348
13:00 - 14:00	395	514	448	504	516	552	366
14:00 - 15:00	395	469	444	478	490	525	359
15:00 - 16:00	359	358	357	396	380	384	332
16:00 - 17:00	323	326	331	325	364	318	307
17:00 - 18:00	347	362	367	370	458	373	365
18:00 - 19:00	401	416	420	440	521	449	463
19:00 - 20:00	447	446	489	483	513	517	531
20:00 - 21:00	466	475	487	513	541	527	413
21:00 - 22:00	398	424	448	454	559	601	289
22:00 - 23:00	270	271	316	324	445	539	273
23:00 - 24:00	214	209	220	244	293	357	252
24:00 - 01:00	123	130	129	139	152	220	197
01:00 - 02:00	85	85	84	96	99	154	132
02:00 - 03:00	38	49	39	52	60	109	51
03:00 - 04:00	47	47	50	44	56	93	52
04:00 - 05:00	113	95	114	113	85	85	117
05:00 - 06:00	186	187	186	176	201	191	171
Total	7729	7879	7809	8013	8651	8729	6565

Nota. La tabla 6, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular en el cual se puede identificar que el día de mayor volumen es el sábado. Elaboración propia.

Figura 23

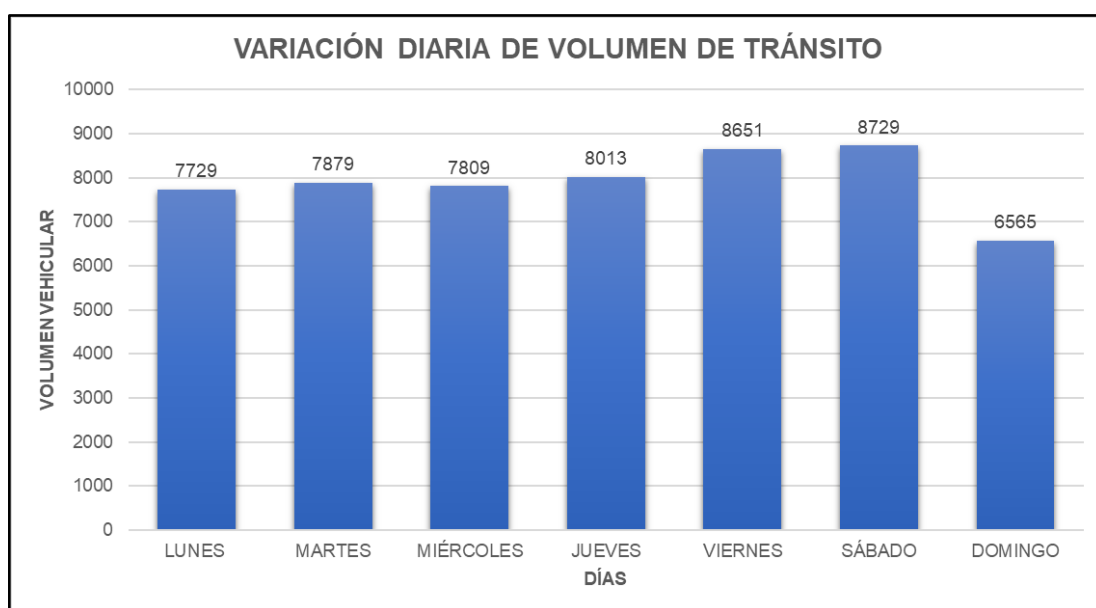
Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°01



Nota. El gráfico 23, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular registrado en la sección N°01 por colores, los cuales identifican los días de la semana y su modificación de volumen vehicular respecto al horario. Elaboración propia.

Figura 24

Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°01



Nota. El gráfico 24, muestra la variación horaria diaria total de volumen vehicular registrado en la sección N°01. Elaboración propia.

Tabla 7

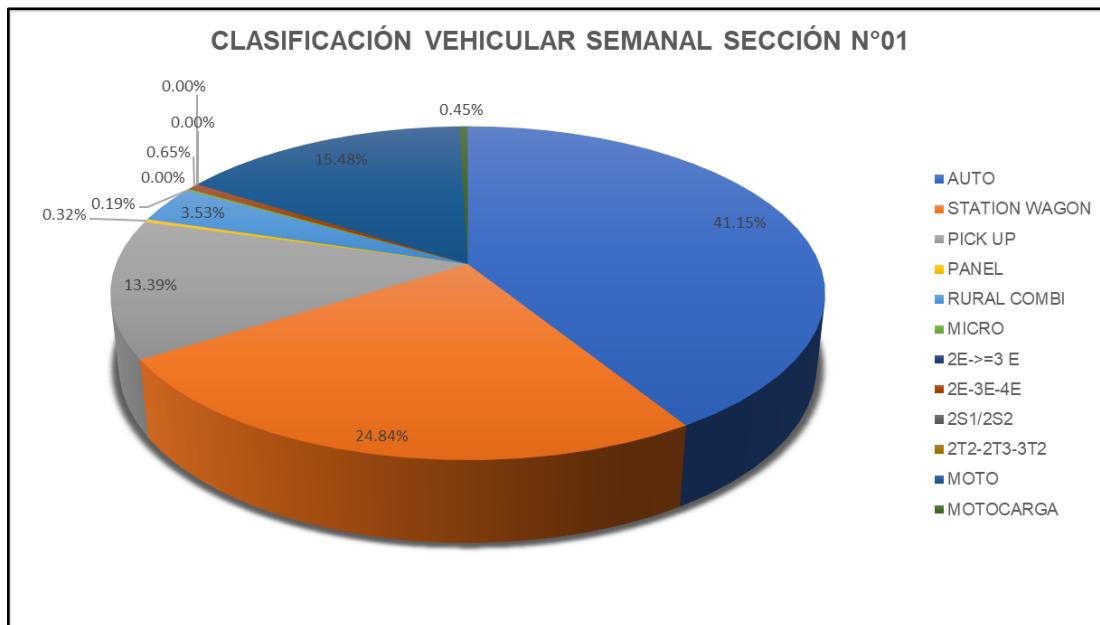
Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°01

Vehículos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total (veh.)	Porcentaje (%)
Auto	3056	3131	3300	3313	3801	3291	2894	22786	41.15%
Station wagon	1925	1983	1925	2020	2012	2292	1599	13756	24.84%
Pick up	1175	1152	1003	1046	1068	1049	921	7414	13.39%
Camionetas									
Panel	29	28	26	33	25	28	8	177	0.32%
Rural combi	278	281	272	288	346	324	165	1954	3.53%
Micro	19	20	9	16	13	25	4	106	0.19%
Bus									
2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Camión									
2E-3E-4E	50	48	63	62	55	49	34	361	0.65%
Semi tráiler									
2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Tráiler									
2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Moto	1168	1204	1169	1197	1296	1632	905	8571	15.48%
Motocarga	29	32	42	38	35	39	35	250	0.45%
Total	7729	7879	7809	8013	8651	8729	6565	55375	100.00%

Nota. La tabla 7, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°01. Elaboración propia.

Figura 25

Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°01



Nota. El gráfico 25, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°01. Elaboración propia.

Volumen vehicular sección N°02

Se expone el volumen vehicular referente a la sección N°02 en la intersección de Jr. Arequipa con el Jr. Huancavelica.

Tabla 8

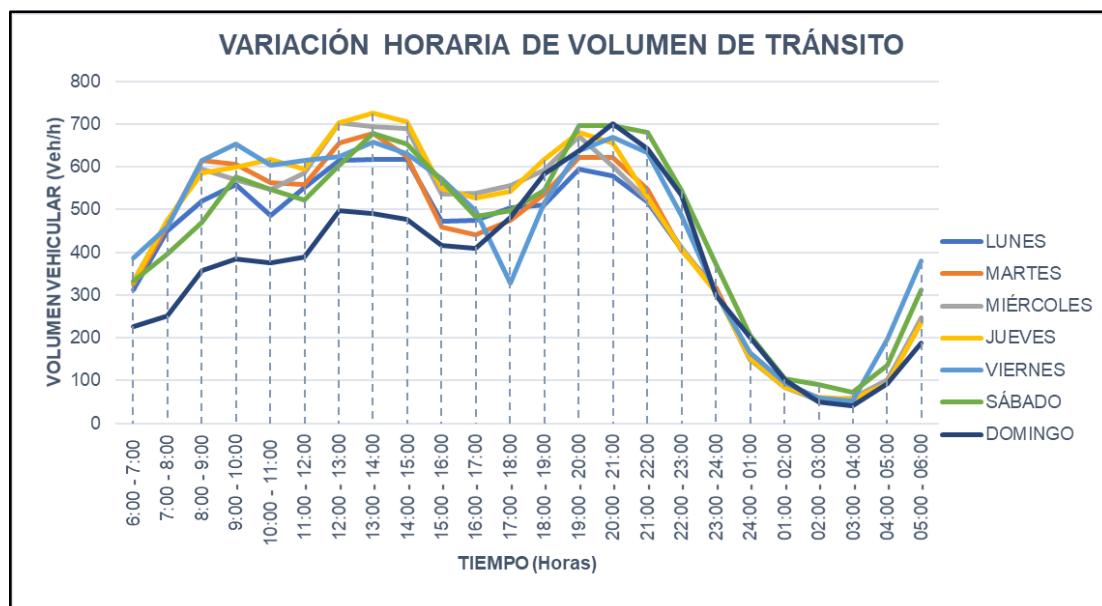
Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°02

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
6:00 - 7:00	313	325	332	330	386	332	226
7:00 - 8:00	450	461	473	474	459	395	251
8:00 - 9:00	520	614	595	585	616	471	358
9:00 - 10:00	558	606	570	600	654	577	384
10:00 - 11:00	486	564	548	617	604	547	375
11:00 - 12:00	552	558	585	595	615	522	388
12:00 - 13:00	615	656	703	702	624	603	498
13:00 - 14:00	618	679	695	725	658	678	491
14:00 - 15:00	617	625	689	705	630	654	478
15:00 - 16:00	473	459	536	550	573	567	417
16:00 - 17:00	476	440	539	526	497	485	409
17:00 - 18:00	504	475	556	543	329	498	482
18:00 - 19:00	510	537	593	617	516	545	584
19:00 - 20:00	594	622	672	680	638	696	638
20:00 - 21:00	578	622	602	655	670	697	700
21:00 - 22:00	517	548	523	528	632	681	641
22:00 - 23:00	407	405	411	406	487	544	533
23:00 - 24:00	313	317	308	305	303	370	299
24:00 - 01:00	149	151	150	152	165	205	201
01:00 - 02:00	88	91	85	85	95	104	103
02:00 - 03:00	53	55	55	61	59	90	49
03:00 - 04:00	54	51	59	57	52	73	42
04:00 - 05:00	95	94	101	94	197	135	93
05:00 - 06:00	237	246	245	235	379	312	187
Total	9777	10201	10625	10827	10838	10781	8827

Nota. La tabla 8, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular en el cual se puede identificar que el día de mayor volumen es el viernes. Elaboración propia.

Figura 26

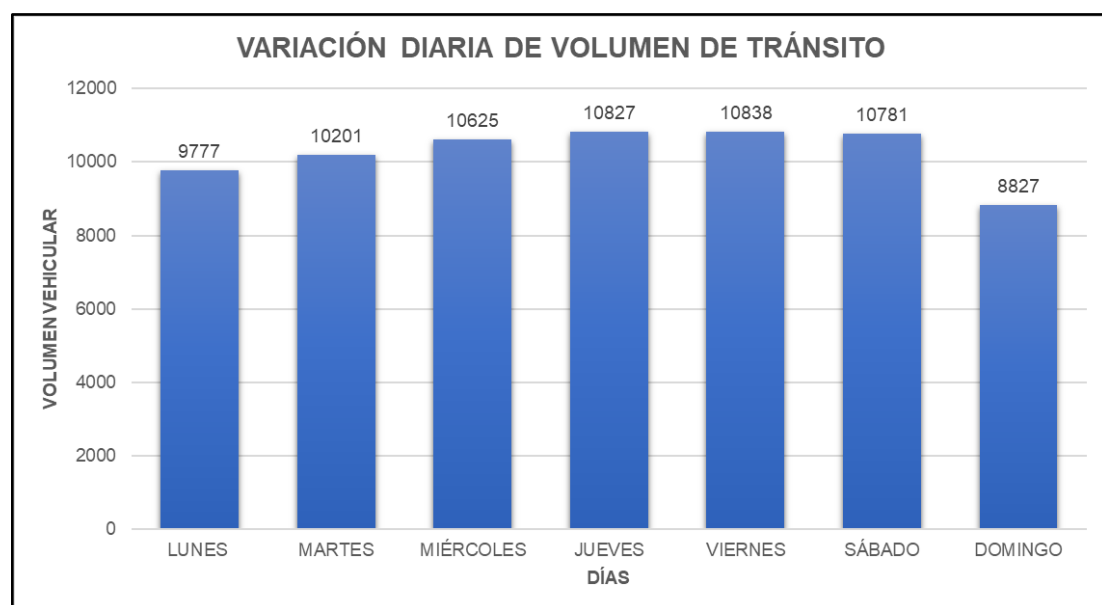
Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°02



Nota. El gráfico 26, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular registrado en la sección N°02 por colores, los cuales identifican los días de la semana y su modificación de volumen vehicular respecto al horario. Elaboración propia.

Figura 27

Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°02



Nota. El gráfico 27, muestra la variación horaria diaria total de volumen vehicular registrado en la sección N°02. Elaboración propia.

Tabla 9

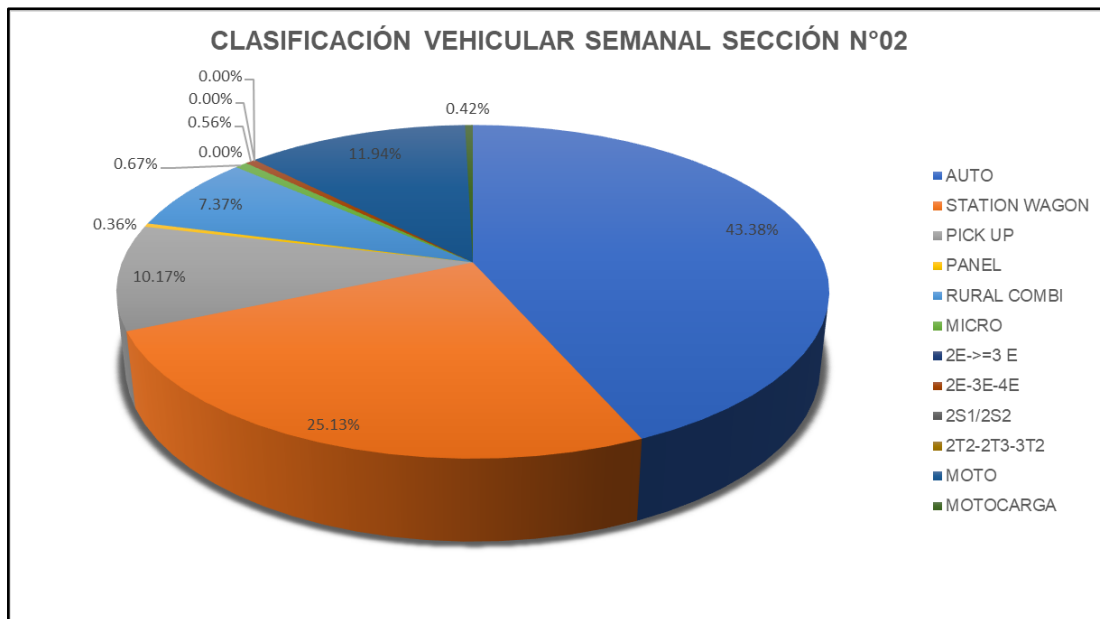
Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°02

Vehículos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total (veh.)	Porcentaje (%)
Auto	4219	4185	4675	4785	4650	4511	4158	31183	43.38%
Station wagon	2593	2623	2722	2700	2797	2513	2112	18060	25.13%
Pick up	940	1174	978	1051	965	1077	1128	7313	10.17%
Camionetas									
Panel	40	33	41	36	46	43	20	259	0.36%
Rural combi	745	755	839	843	865	921	330	5298	7.37%
Micro	72	73	76	74	86	93	11	485	0.67%
Bus									
2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Camión									
2E-3E-4E	57	59	72	71	56	59	25	399	0.56%
Semi tráiler									
2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Tráiler									
2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Moto	1075	1259	1171	1215	1327	1505	1027	8579	11.94%
Motocarga	36	40	51	52	46	59	16	300	0.42%
Total	9777	10201	10625	10827	10838	10781	8827	71876	100.00%

Nota. La tabla 9, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°02. Elaboración propia.

Figura 28

Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°02



Nota. El gráfico 28, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°02. Elaboración propia.

Volumen vehicular sección N°03

Se expone el volumen vehicular referente a la sección N°03 en la intersección de Jr. Arequipa con el Jr. Junín.

Tabla 10

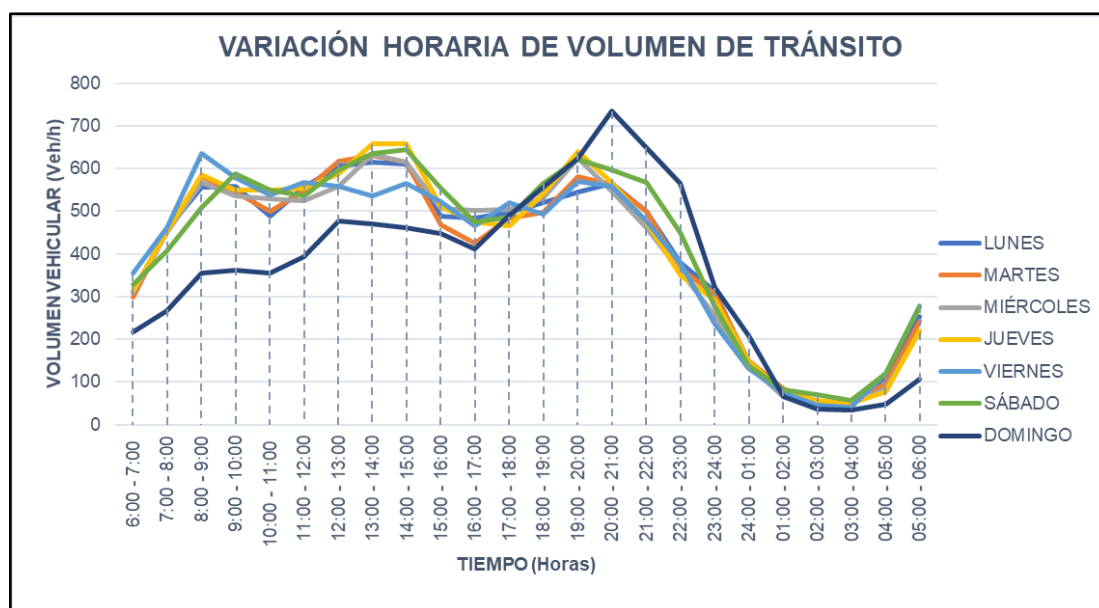
Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°03

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
6:00 - 7:00	310	299	310	315	355	328	218
7:00 - 8:00	457	454	451	453	461	406	268
8:00 - 9:00	556	582	568	585	635	509	354
9:00 - 10:00	558	545	535	549	579	588	361
10:00 - 11:00	488	499	530	550	538	550	354
11:00 - 12:00	556	548	524	554	568	536	394
12:00 - 13:00	606	618	558	587	558	597	477
13:00 - 14:00	615	631	632	657	537	636	470
14:00 - 15:00	610	615	614	659	566	645	462
15:00 - 16:00	489	469	507	511	523	554	448
16:00 - 17:00	484	425	501	474	465	475	411
17:00 - 18:00	497	485	505	465	520	486	490
18:00 - 19:00	521	498	532	540	493	565	557
19:00 - 20:00	545	582	623	639	569	622	623
20:00 - 21:00	565	562	548	567	559	598	734
21:00 - 22:00	499	499	461	475	478	567	649
22:00 - 23:00	381	367	360	351	379	451	565
23:00 - 24:00	312	306	255	292	236	276	321
24:00 - 01:00	141	149	136	148	132	139	209
01:00 - 02:00	65	85	67	78	76	81	66
02:00 - 03:00	47	52	48	57	45	71	36
03:00 - 04:00	53	53	49	49	40	56	35
04:00 - 05:00	110	95	84	77	120	119	47
05:00 - 06:00	253	243	220	220	279	277	106
Total	9718	9661	9618	9852	9711	10132	8655

Nota. La tabla 10, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular en el cual se puede identificar que el día de mayor volumen es el sábado. Elaboración propia.

Figura 29

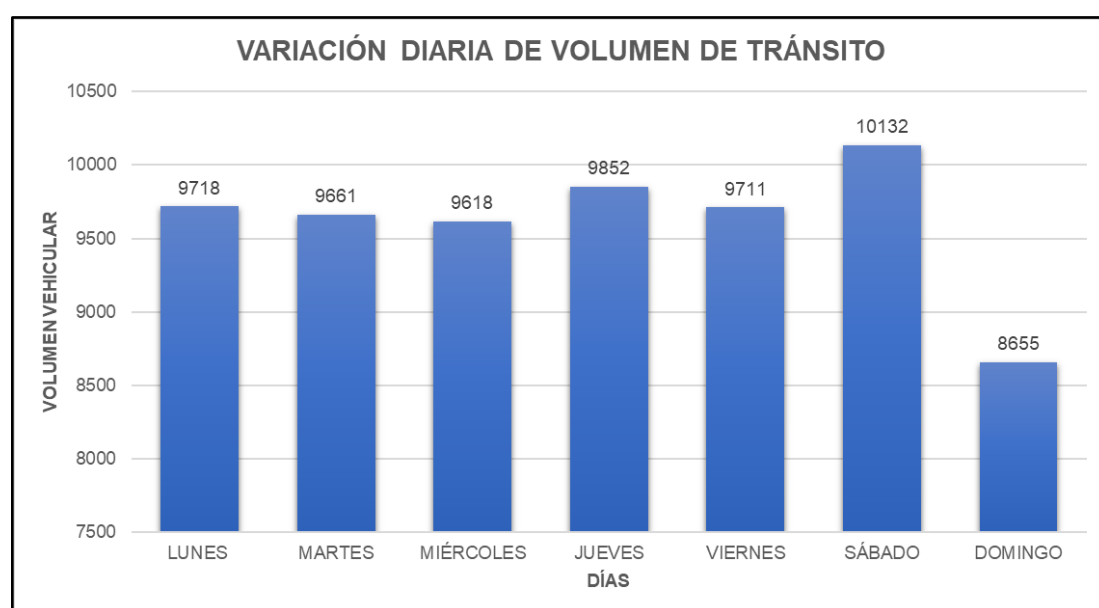
Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°03



Nota. El gráfico 29, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular registrado en la sección N°03 por colores, los cuales identifican los días de la semana y su modificación de volumen vehicular respecto al horario. Elaboración propia.

Figura 30

Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°03



Nota. El gráfico 30, muestra la variación horaria diaria total de volumen vehicular registrado en la sección N°03. Elaboración propia.

Tabla 11

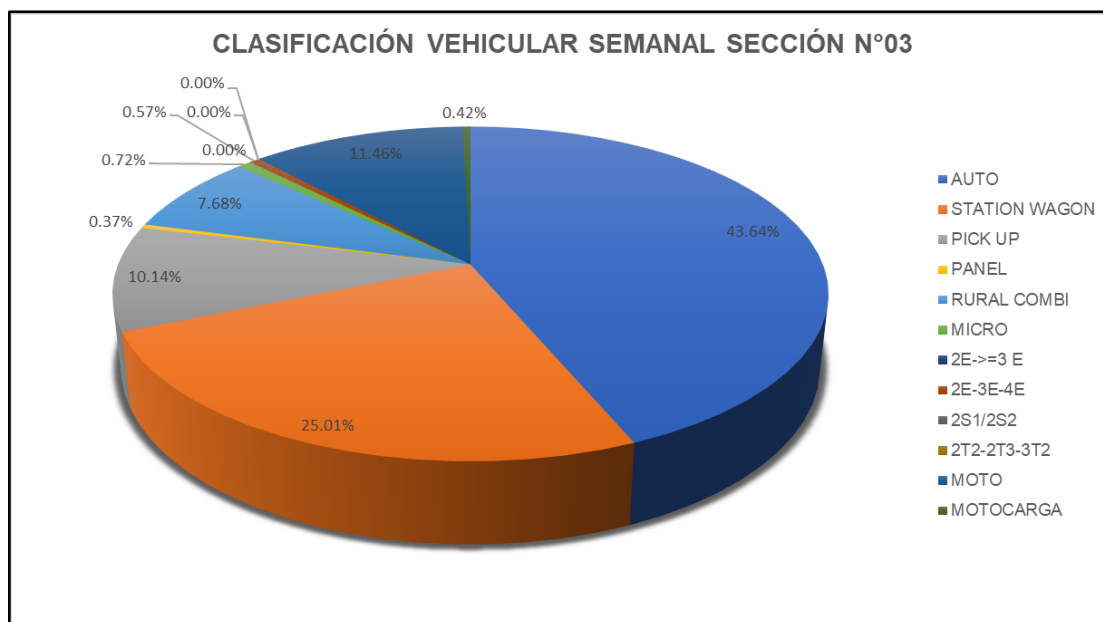
Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°03

Vehículos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total (veh.)	Porcentaje (%)
Auto	4249	4182	4084	4252	4226	4333	4063	29389	43.64%
Station wagon	2442	2431	2439	2506	2414	2590	2019	16841	25.01%
Pick up	937	987	957	943	908	935	1159	6826	10.14%
Camionetas	41	29	39	36	41	45	18	249	0.37%
Panel	767	739	793	800	871	885	318	5173	7.68%
Rural combi	73	73	76	74	84	93	14	487	0.72%
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Bus	56	54	70	71	56	50	28	385	0.57%
2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Camión	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
2E-3E-4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Semi tráiler	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Tráiler	1116	1123	1116	1124	1073	1147	1016	7715	11.46%
2T2-2T3-3T2	37	43	44	46	38	54	20	282	0.42%
Moto									
Motocarga									
Total	9718	9661	9618	9852	9711	10132	8655	67347	100.00%

Nota. La tabla 11, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°03. Elaboración propia.

Figura 31

Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°03



Nota. El gráfico 31, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°03. Elaboración propia.

Volumen vehicular sección N°04

Se expone el volumen vehicular referente a la sección N°04 en la intersección de Jr. Arequipa con el Jr. Cusco.

Tabla 12

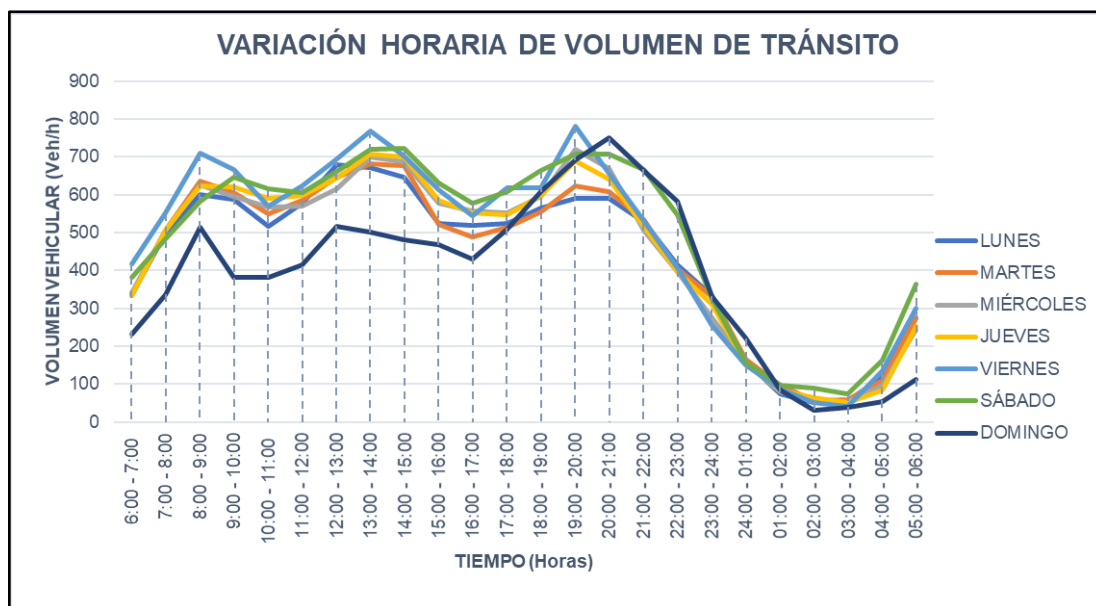
Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°04

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
6:00 - 7:00	336	335	340	333	418	381	231
7:00 - 8:00	499	507	506	506	551	483	335
8:00 - 9:00	601	635	625	622	709	582	515
9:00 - 10:00	588	605	596	621	666	645	381
10:00 - 11:00	516	549	567	591	570	615	381
11:00 - 12:00	577	584	570	598	624	606	415
12:00 - 13:00	679	646	616	644	695	662	517
13:00 - 14:00	672	682	699	708	769	721	500
14:00 - 15:00	646	676	687	699	702	722	482
15:00 - 16:00	524	522	578	585	612	630	468
16:00 - 17:00	520	489	558	551	545	578	431
17:00 - 18:00	524	514	551	547	619	607	510
18:00 - 19:00	564	555	596	599	617	663	607
19:00 - 20:00	591	622	721	689	781	707	693
20:00 - 21:00	590	609	669	641	655	706	750
21:00 - 22:00	529	533	506	516	532	667	664
22:00 - 23:00	414	404	397	398	408	546	582
23:00 - 24:00	333	331	276	310	255	326	332
24:00 - 01:00	161	165	159	154	151	157	221
01:00 - 02:00	75	97	80	83	87	98	83
02:00 - 03:00	51	57	57	63	51	89	31
03:00 - 04:00	56	59	54	51	40	75	38
04:00 - 05:00	118	110	96	83	135	164	53
05:00 - 06:00	276	275	245	252	301	363	113
Total	10440	10561	10749	10844	11493	11793	9333

Nota. La tabla 12, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular en el cual se puede identificar que el día de mayor volumen es el sábado. Elaboración propia.

Figura 32

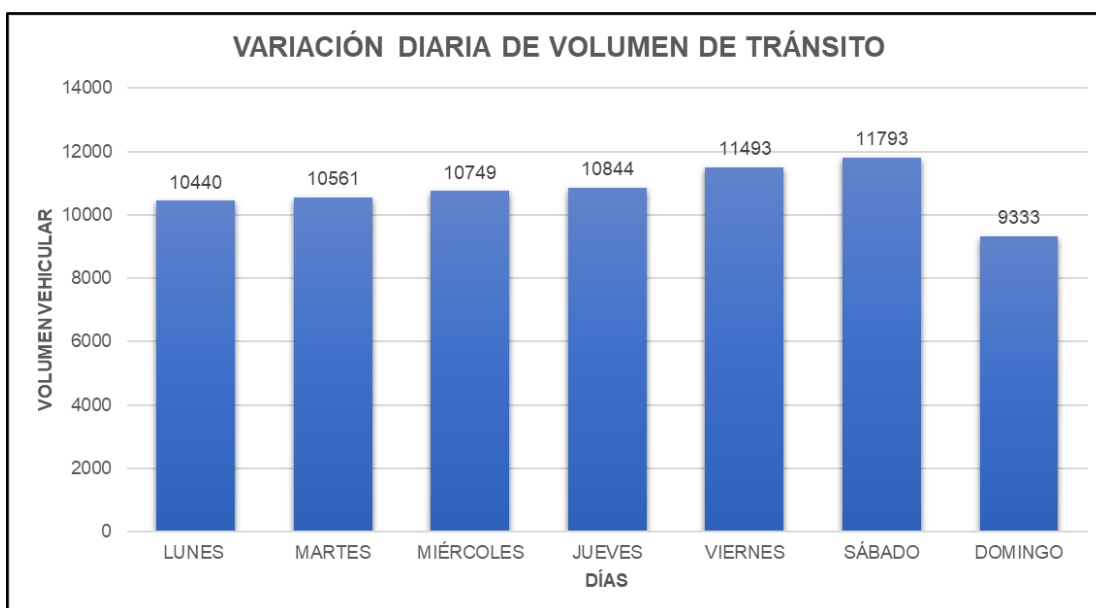
Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°04



Nota. El gráfico 32, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular registrado en la sección N°04 por colores, los cuales identifican los días de la semana y su modificación de volumen vehicular respecto al horario. Elaboración propia.

Figura 33

Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°04



Nota. El gráfico 33, muestra la variación horaria diaria total de volumen vehicular registrado en la sección N°04. Elaboración propia.

Tabla 13

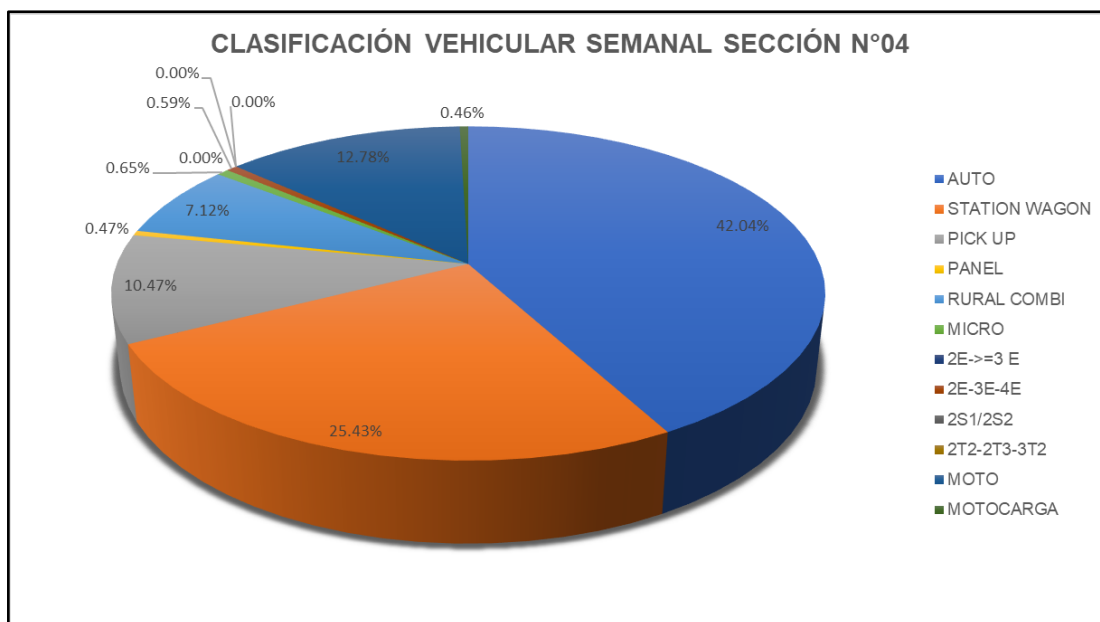
Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°04

Vehículos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total (veh.)	Porcentaje (%)
Auto	4416	4488	4415	4609	4641	4780	4270	31619	42.04%
Station wagon	2638	2687	2707	2761	2993	3061	2277	19124	25.43%
Pick up	1097	1132	1096	1082	1093	1142	1233	7875	10.47%
Camionetas									
Panel	55	32	62	44	65	63	32	353	0.47%
Rural combi	787	756	837	815	904	920	333	5352	7.12%
Micro	73	73	76	74	84	93	14	487	0.65%
Bus									
2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Camión									
2E-3E-4E	61	56	78	76	60	81	35	447	0.59%
Semi tráiler									
2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Tráiler									
2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Moto	1270	1292	1420	1330	1600	1588	1112	9612	12.78%
Motocarga	43	45	58	53	53	65	27	344	0.46%
Total	10440	10561	10749	10844	11493	11793	9333	75213	100.00%

Nota. La tabla 13, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°04. Elaboración propia.

Figura 34

Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°04



Nota. El gráfico 34, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°04. Elaboración propia.

Volumen vehicular sección N°05

Se expone el volumen vehicular referente a la sección N°05 en la intersección de Jr. Arequipa con el Jr. Libertad.

Tabla 14

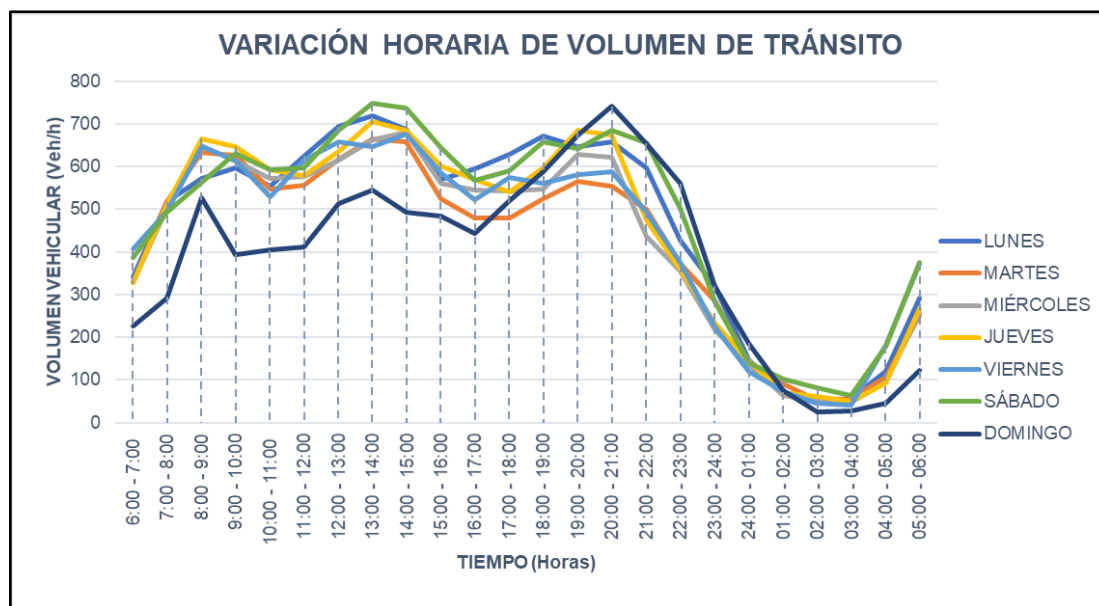
Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°05

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
6:00 - 7:00	341	327	330	328	407	386	227
7:00 - 8:00	517	517	501	511	495	492	292
8:00 - 9:00	572	632	649	665	646	563	527
9:00 - 10:00	597	626	612	647	615	630	394
10:00 - 11:00	554	547	572	592	530	593	405
11:00 - 12:00	625	556	576	578	615	597	412
12:00 - 13:00	693	617	615	635	658	685	514
13:00 - 14:00	720	665	662	705	647	748	545
14:00 - 15:00	688	658	681	686	677	738	493
15:00 - 16:00	570	524	561	601	586	644	484
16:00 - 17:00	594	480	544	570	523	567	444
17:00 - 18:00	628	480	543	541	575	590	521
18:00 - 19:00	672	525	547	598	560	658	589
19:00 - 20:00	646	565	629	684	581	643	673
20:00 - 21:00	659	555	621	673	589	684	741
21:00 - 22:00	597	499	436	476	494	655	653
22:00 - 23:00	427	374	355	360	375	502	560
23:00 - 24:00	320	284	217	233	224	282	320
24:00 - 01:00	148	141	135	146	121	141	186
01:00 - 02:00	70	90	63	70	73	102	76
02:00 - 03:00	46	53	53	61	45	82	26
03:00 - 04:00	57	57	48	50	42	63	27
04:00 - 05:00	120	107	95	92	181	179	45
05:00 - 06:00	292	252	256	266	371	375	123
Total	11153	10131	10301	10768	10630	11599	9277

Nota. La tabla 14, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular en el cual se puede identificar que el día de mayor volumen es el sábado. Elaboración propia.

Figura 35

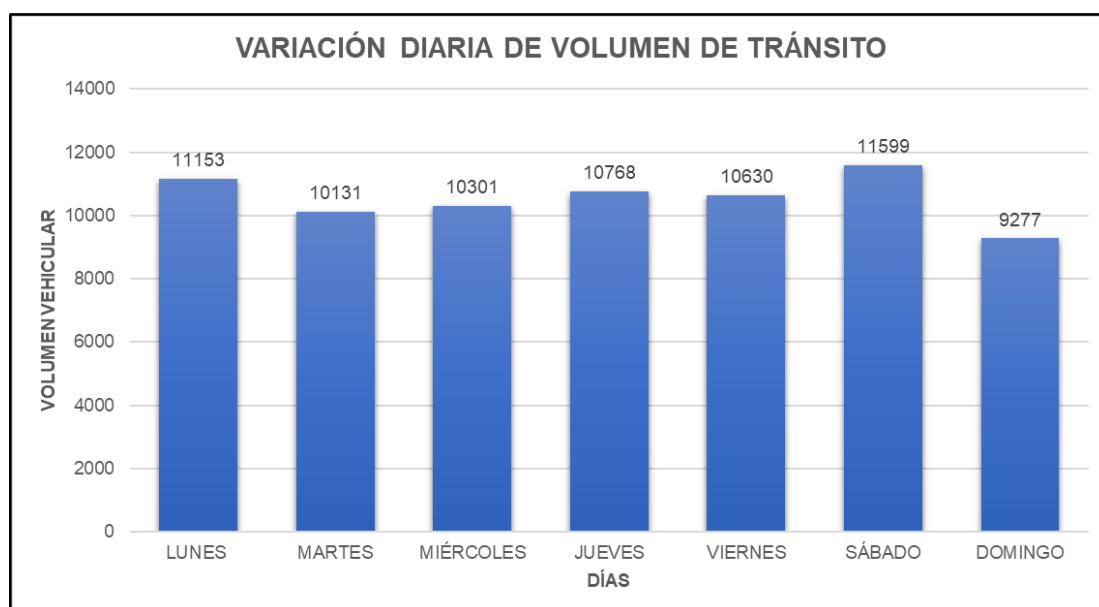
Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°05



Nota. El gráfico 35, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular registrado en la sección N°05 por colores, los cuales identifican los días de la semana y su modificación de volumen vehicular respecto al horario. Elaboración propia.

Figura 36

Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°05



Nota. El gráfico 36, muestra la variación horaria diaria total de volumen vehicular registrado en la sección N°05. Elaboración propia.

Tabla 15

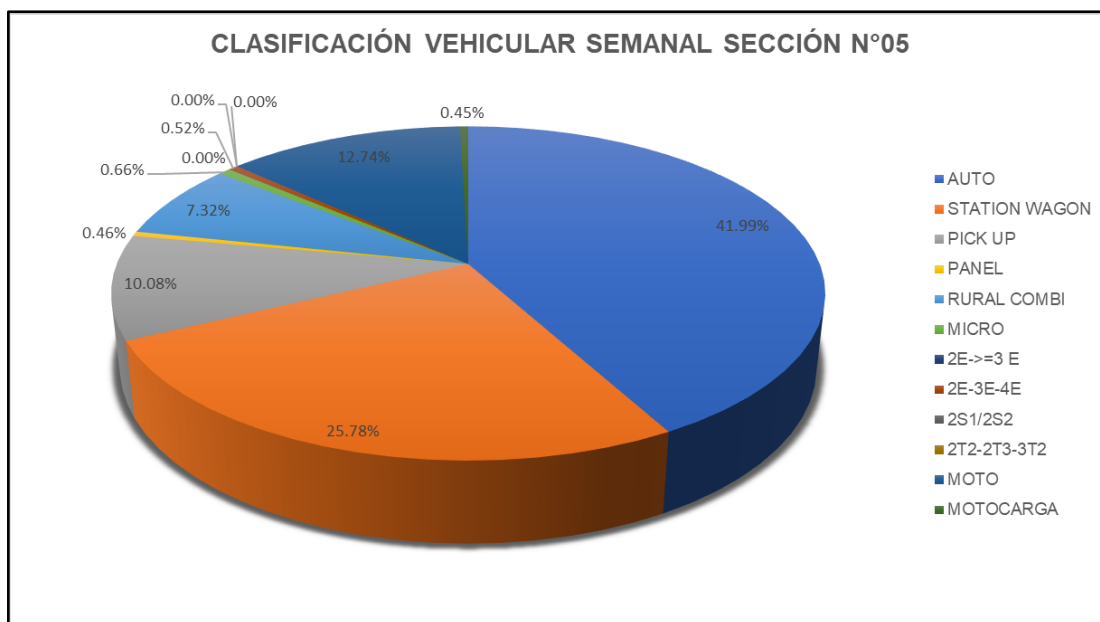
Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°05

Vehículos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total (veh.)	Porcentaje (%)
Auto	4719	4219	4256	4535	4575	4550	4162	31016	41.99%
Station wagon	2788	2662	2562	2735	2748	3228	2319	19042	25.78%
Pick up	1086	1041	1047	1058	819	1183	1213	7447	10.08%
Camionetas	Panel	67	29	53	53	51	28	339	0.46%
	Rural combi	868	744	838	829	911	321	5408	7.32%
Micro		72	73	77	74	82	13	484	0.66%
Bus	2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Camión	2E-3E-4E	51	55	60	71	51	23	386	0.52%
Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Moto		1457	1263	1359	1357	1344	1173	9408	12.74%
Motocarga		45	45	49	56	49	25	329	0.45%
Total	11153	10131	10301	10768	10630	11599	9277	73859	100.00%

Nota. La tabla 15, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°05. Elaboración propia.

Figura 37

Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°05



Nota. El gráfico 37, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°05. Elaboración propia.

Volumen vehicular sección N°06

Se expone el volumen vehicular referente a la sección N°06 en la intersección de Jr. Arequipa con el Jr. Unión.

Tabla 16

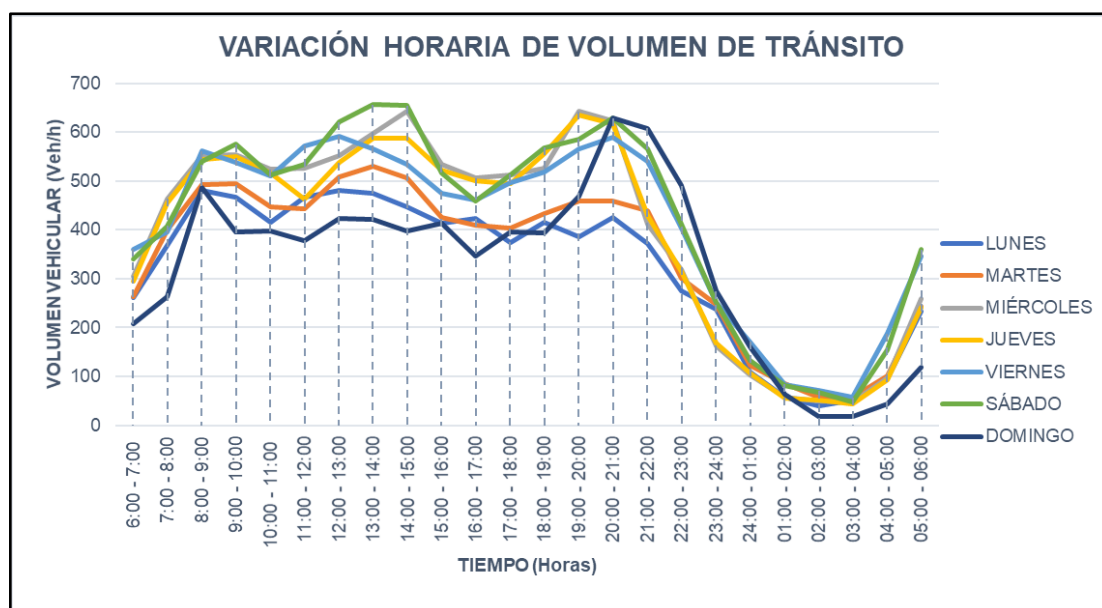
Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°06

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
6:00 - 7:00	261	264	304	295	361	340	208
7:00 - 8:00	369	400	463	455	396	407	263
8:00 - 9:00	481	493	551	545	561	541	487
9:00 - 10:00	466	495	553	549	538	575	395
10:00 - 11:00	415	448	524	516	511	513	397
11:00 - 12:00	467	443	527	462	572	534	377
12:00 - 13:00	480	508	552	538	591	621	423
13:00 - 14:00	474	530	597	588	565	656	421
14:00 - 15:00	448	507	642	587	535	654	398
15:00 - 16:00	413	426	534	523	475	517	414
16:00 - 17:00	424	410	506	501	461	460	347
17:00 - 18:00	374	403	512	495	497	513	396
18:00 - 19:00	415	434	527	556	518	568	394
19:00 - 20:00	385	460	642	635	565	586	468
20:00 - 21:00	426	460	623	618	590	629	629
21:00 - 22:00	372	440	411	429	541	566	608
22:00 - 23:00	275	301	319	314	404	411	490
23:00 - 24:00	237	248	162	168	252	252	275
24:00 - 01:00	109	122	103	108	171	133	161
01:00 - 02:00	57	85	58	55	83	81	63
02:00 - 03:00	40	57	50	52	71	67	18
03:00 - 04:00	51	57	48	43	57	48	19
04:00 - 05:00	95	101	98	94	188	154	44
05:00 - 06:00	233	244	259	242	346	360	119
Total	7767	8336	9565	9368	9849	10186	7814

Nota. La tabla 16, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular en el cual se puede identificar que el día de mayor volumen es el sábado. Elaboración propia.

Figura 38

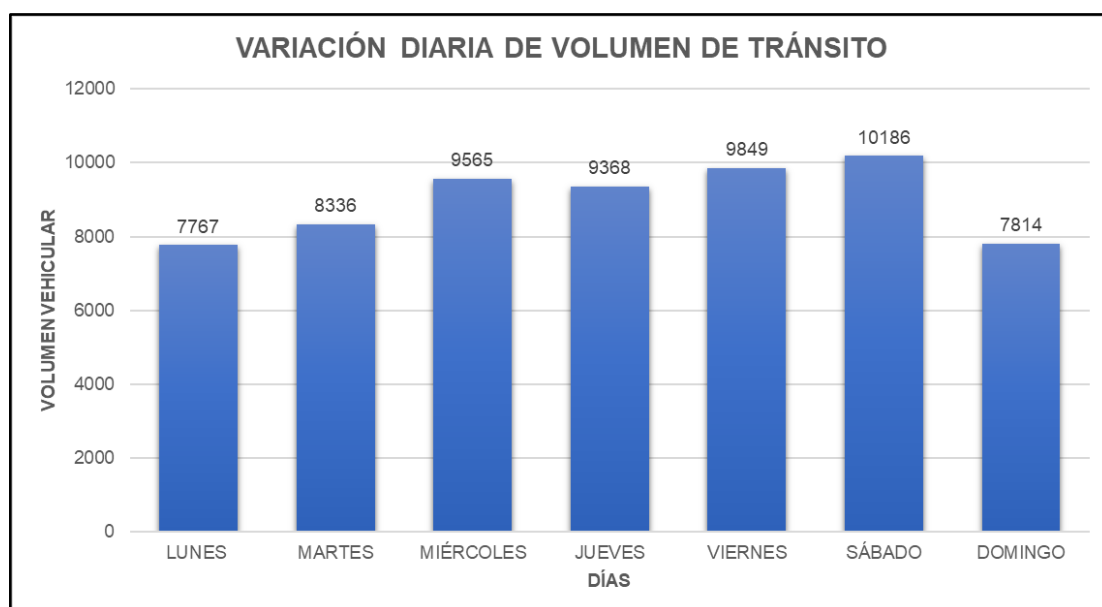
Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°06



Nota. El gráfico 38, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular registrado en la sección N°06 por colores, los cuales identifican los días de la semana y su modificación de volumen vehicular respecto al horario. Elaboración propia.

Figura 39

Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°06



Nota. El gráfico 39, muestra la variación horaria diaria total de volumen vehicular registrado en la sección N°06. Elaboración propia.

Tabla 17

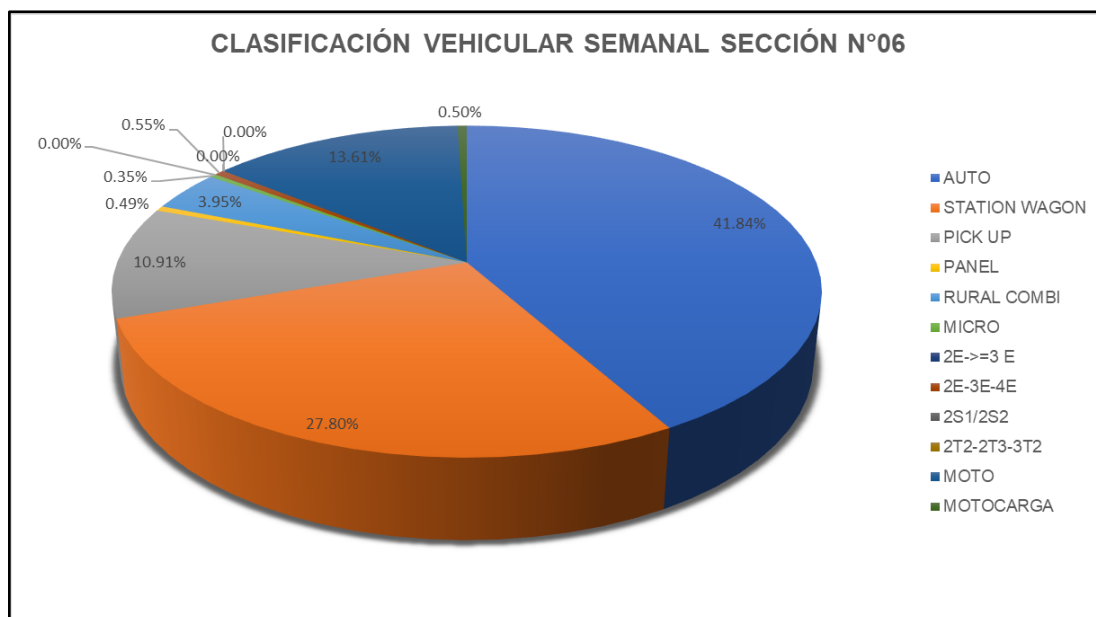
Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°06

Vehículos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total (veh.)	Porcentaje (%)
Auto	3211	3477	4079	3910	3973	4105	3554	26309	41.84%
Station wagon	1972	2334	2587	2625	2796	3042	2127	17483	27.80%
Pick up	929	952	1008	973	870	1067	1060	6859	10.91%
CAMIONETAS Panel	44	36	58	42	59	47	25	311	0.49%
Rural combi	413	405	347	354	429	401	136	2485	3.95%
Micro	32	34	28	30	55	37	2	218	0.35%
Bus 2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Camión 2E-3E-4E	44	51	38	61	63	68	23	348	0.55%
Semi tráiler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Tráiler 2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Moto	1084	999	1377	1323	1556	1363	857	8559	13.61%
Motocarga	38	48	43	50	48	56	30	313	0.50%
Total	7767	8336	9565	9368	9849	10186	7814	62885	100.00%

Nota. La tabla 17, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°06. Elaboración propia.

Figura 40

Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°06



Nota. El gráfico 40, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°06. Elaboración propia.

Volumen vehicular sección N°07

Se expone el volumen vehicular referente a la sección N°07 en la intersección de Jr. Arequipa con el Jr. Andahuaylas.

Tabla 18

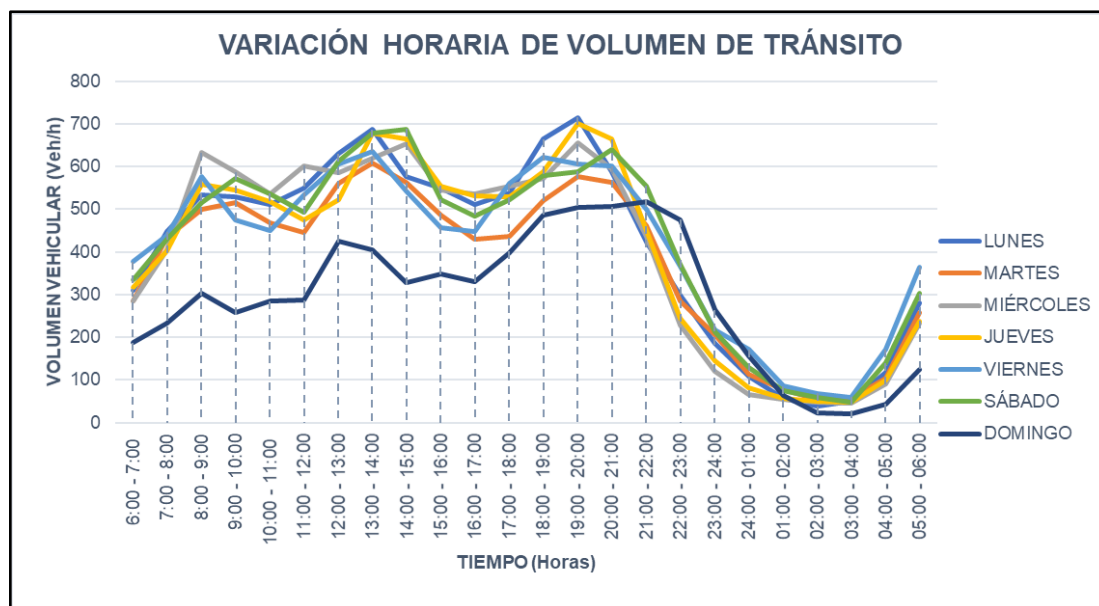
Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°07

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
6:00 - 7:00	309	284	286	317	377	334	188
7:00 - 8:00	447	435	404	403	439	430	232
8:00 - 9:00	533	500	633	559	577	515	302
9:00 - 10:00	529	516	587	544	474	571	259
10:00 - 11:00	512	469	537	517	450	535	284
11:00 - 12:00	550	446	602	474	534	494	287
12:00 - 13:00	630	560	586	523	605	613	426
13:00 - 14:00	687	609	619	679	636	679	405
14:00 - 15:00	577	563	653	664	542	688	328
15:00 - 16:00	549	486	544	555	457	522	348
16:00 - 17:00	510	429	537	532	448	484	330
17:00 - 18:00	539	436	555	529	560	523	399
18:00 - 19:00	664	519	573	587	621	579	487
19:00 - 20:00	715	577	655	700	607	589	505
20:00 - 21:00	587	564	594	664	601	639	506
21:00 - 22:00	424	462	436	450	500	555	518
22:00 - 23:00	298	284	229	245	367	370	475
23:00 - 24:00	185	205	121	146	217	212	264
24:00 - 01:00	108	114	66	82	171	130	156
01:00 - 02:00	57	77	54	57	86	74	63
02:00 - 03:00	38	54	47	51	69	60	22
03:00 - 04:00	51	56	46	47	60	47	20
04:00 - 05:00	117	104	91	100	172	141	44
05:00 - 06:00	280	258	233	237	365	302	125
Total	9896	9007	9688	9662	9935	10086	6973

Nota. La tabla 18, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular en el cual se puede identificar que el día de mayor volumen es el sábado. Elaboración propia.

Figura 41

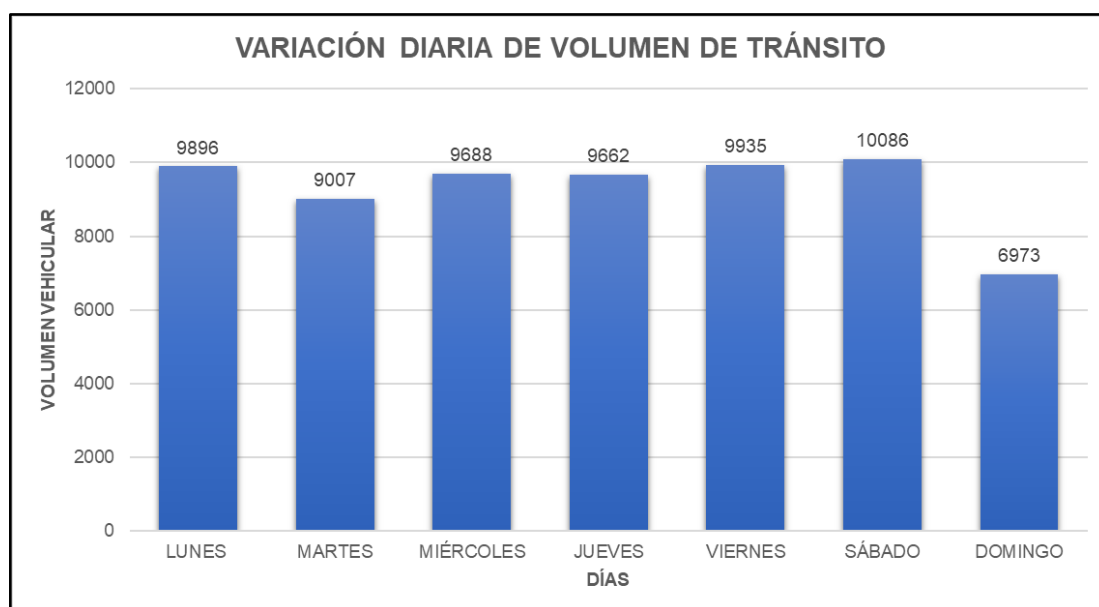
Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°07



Nota. El gráfico 41, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular registrado en la sección N°07 por colores, los cuales identifican los días de la semana y su modificación de volumen vehicular respecto al horario. Elaboración propia.

Figura 42

Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°07



Nota. El gráfico 42, muestra la variación horaria diaria total de volumen vehicular registrado en la sección N°07. Elaboración propia.

Tabla 19

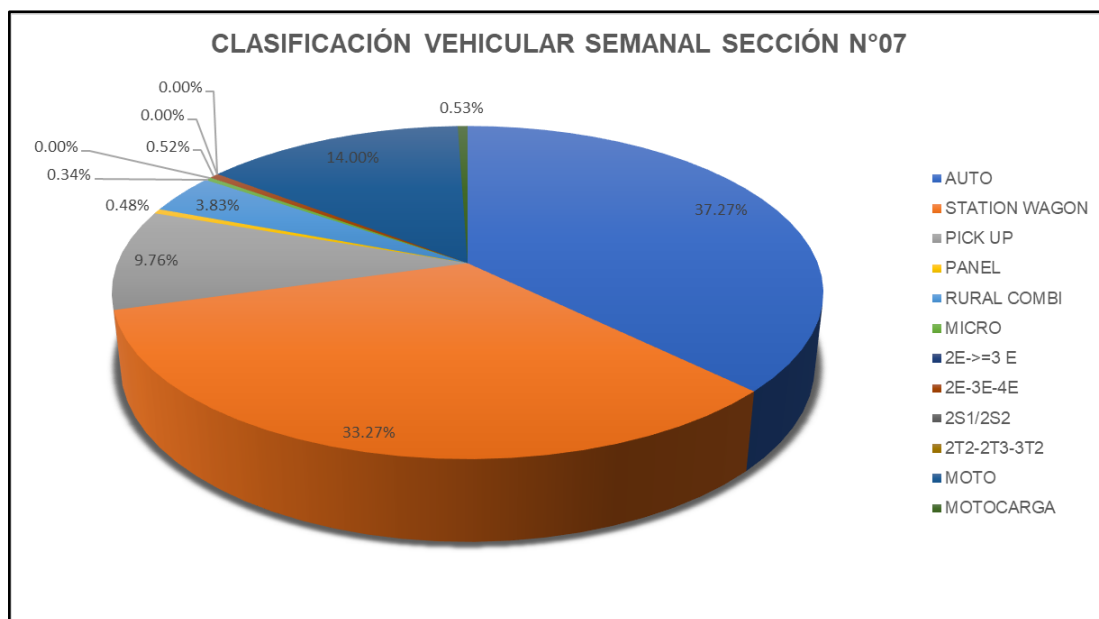
Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°07

Vehículos		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total (veh.)	Porcentaje (%)
Auto		3854	3623	3177	3673	3328	4001	2662	24318	37.27%
Station wagon		2900	2546	3860	3289	3572	3112	2429	21708	33.27%
Pick up		1134	1004	766	815	732	1008	907	6366	9.76%
Camionetas	Panel	54	36	56	36	59	45	25	311	0.48%
	Rural combi	429	402	353	353	439	402	124	2502	3.83%
Micro		32	34	28	30	58	37	2	221	0.34%
Bus	2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Camión	2E-3E-4E	57	54	33	45	70	60	22	341	0.52%
Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Moto		1387	1255	1368	1368	1620	1364	773	9135	14.00%
Motocarga		49	53	47	53	57	57	29	345	0.53%
Total		9896	9007	9688	9662	9935	10086	6973	65247	100.00%

Nota. La tabla 19, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°07. Elaboración propia.

Figura 43

Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°07



Nota. El gráfico 43, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°07. Elaboración propia.

Volumen vehicular sección N°08

Se expone el volumen vehicular referente a la sección N°08 en la intersección de Jr. Arequipa con el Jr. Chalhuanca.

Tabla 20

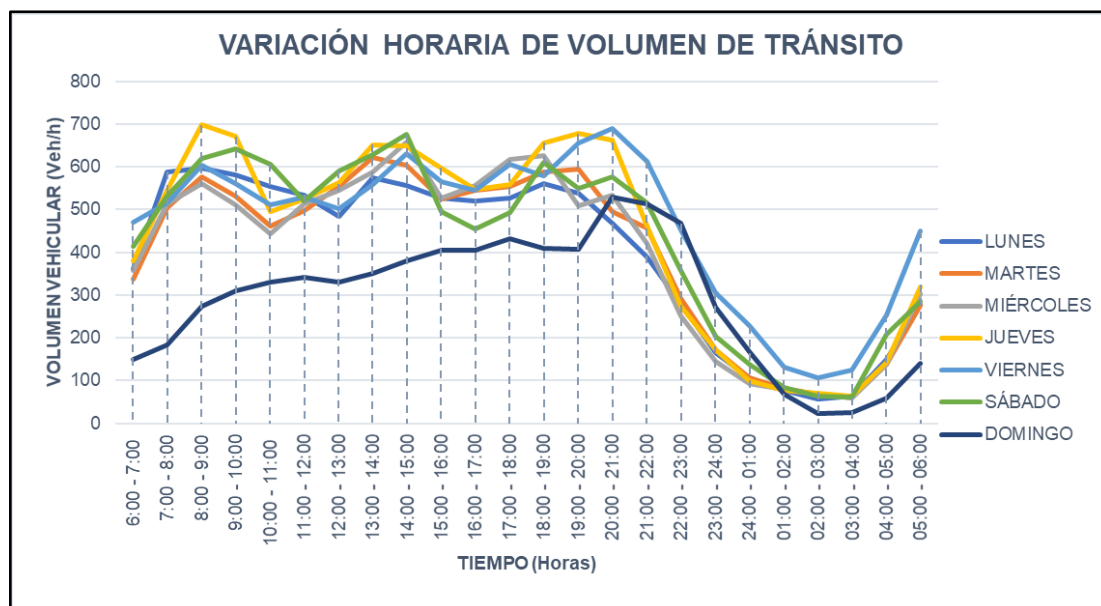
Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°08

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
6:00 - 7:00	361	336	358	380	470	414	150
7:00 - 8:00	588	505	514	546	515	532	184
8:00 - 9:00	597	577	561	698	603	619	273
9:00 - 10:00	582	531	512	671	560	643	309
10:00 - 11:00	554	462	443	495	510	607	330
11:00 - 12:00	534	497	514	524	530	521	342
12:00 - 13:00	485	555	544	563	503	591	331
13:00 - 14:00	575	622	588	652	559	628	350
14:00 - 15:00	556	603	658	648	631	676	380
15:00 - 16:00	526	525	527	597	566	496	405
16:00 - 17:00	521	546	557	547	546	454	404
17:00 - 18:00	527	554	617	559	606	492	431
18:00 - 19:00	560	589	627	656	579	610	409
19:00 - 20:00	538	594	508	678	655	549	406
20:00 - 21:00	469	496	533	662	689	576	530
21:00 - 22:00	388	456	421	462	613	515	513
22:00 - 23:00	280	291	252	273	452	357	467
23:00 - 24:00	165	173	144	171	306	203	271
24:00 - 01:00	107	107	93	99	228	138	167
01:00 - 02:00	78	82	79	78	132	84	69
02:00 - 03:00	56	68	67	70	106	63	24
03:00 - 04:00	64	61	60	63	124	62	25
04:00 - 05:00	149	138	138	142	254	208	59
05:00 - 06:00	279	277	302	318	451	285	140
Total	9539	9645	9617	10552	11188	10323	6969

Nota. La tabla 20, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular en el cual se puede identificar que el día de mayor volumen es el viernes. Elaboración propia.

Figura 44

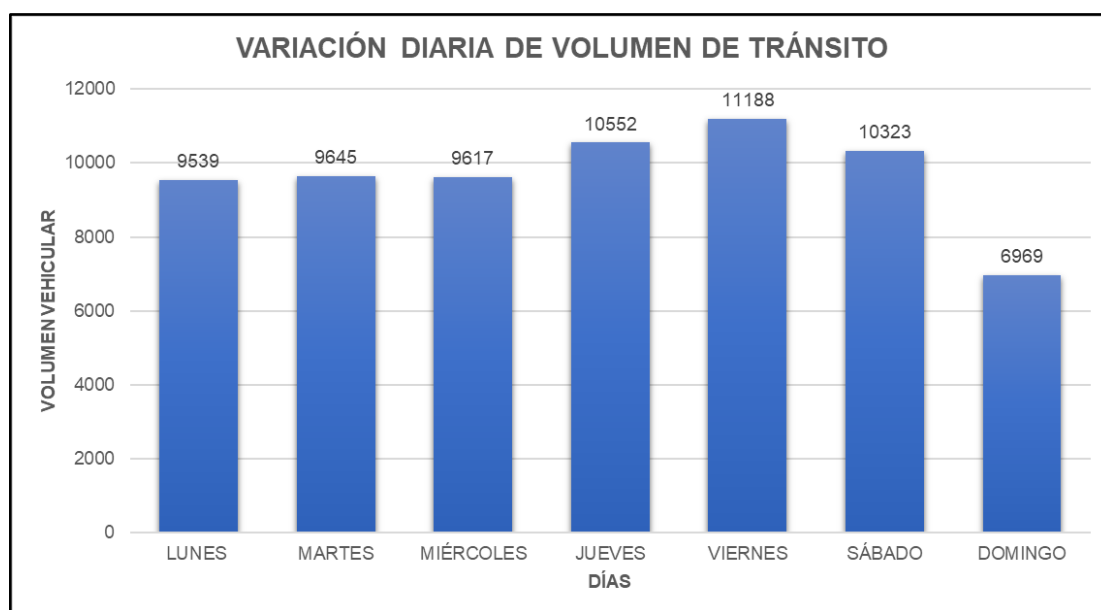
Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°08



Nota. El gráfico 44, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular registrado en la sección N°08 por colores, los cuales identifican los días de la semana y su modificación de volumen vehicular respecto al horario. Elaboración propia.

Figura 45

Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°08



Nota. El gráfico 45, muestra la variación horaria diaria total de volumen vehicular registrado en la sección N°08. Elaboración propia.

Tabla 21

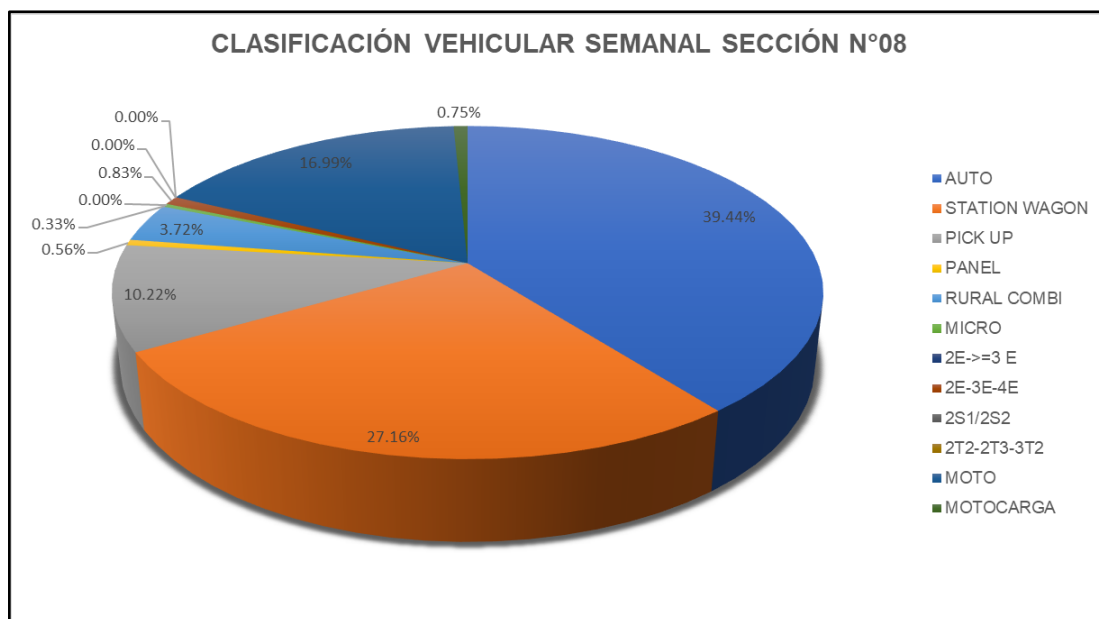
Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°08

Vehículos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total (veh.)	Porcentaje (%)
Auto	3698	3876	3824	4099	4401	3901	2952	26751	39.44%
Station wagon	2390	2490	2534	2999	3078	2860	2072	18423	27.16%
Pick up	1062	918	933	1089	921	1123	889	6935	10.22%
Camionetas	Panel	65	58	56	47	60	23	379	0.56%
	Rural combi	406	415	369	369	432	124	2526	3.72%
Micro		32	34	29	30	58	2	222	0.33%
Bus	2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Camión	2E-3E-4E	84	85	96	73	108	26	561	0.83%
Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Moto		1720	1687	1698	1777	2043	855	11527	16.99%
Motocarga		82	82	78	69	87	26	509	0.75%
Total		9539	9645	9617	10552	11188	6969	67833	100.00%

Nota. La tabla 21, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°08. Elaboración propia.

Figura 46

Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°08



Nota. El gráfico 46, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°08. Elaboración propia.

Volumen vehicular sección N°09

Se expone el volumen vehicular referente a la sección N°09 en la intersección de Jr. Arequipa con el Jr. Mariscal Gamarra.

Tabla 22

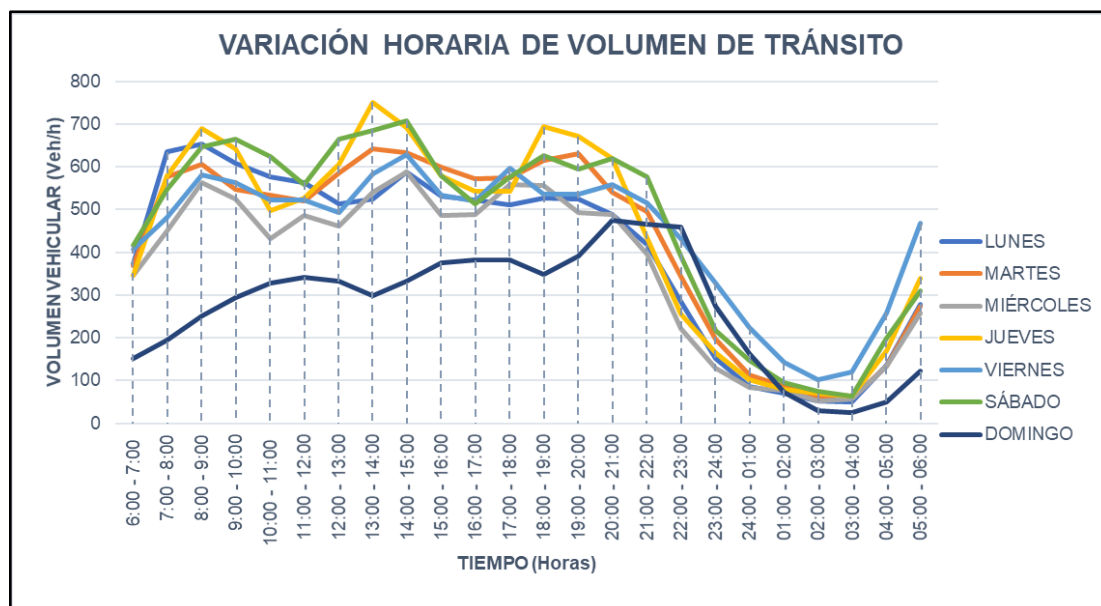
Variación horaria de volumen vehicular en la sección N°09

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
6:00 - 7:00	374	369	346	347	408	415	152
7:00 - 8:00	635	576	451	578	481	548	195
8:00 - 9:00	654	605	564	689	581	646	252
9:00 - 10:00	609	547	525	642	564	664	293
10:00 - 11:00	577	534	433	498	523	625	329
11:00 - 12:00	564	520	486	527	523	559	342
12:00 - 13:00	514	586	462	607	493	665	333
13:00 - 14:00	525	641	541	751	583	684	299
14:00 - 15:00	589	634	589	691	629	708	332
15:00 - 16:00	532	599	486	578	533	579	375
16:00 - 17:00	523	571	489	542	521	514	382
17:00 - 18:00	511	574	558	542	597	577	383
18:00 - 19:00	526	615	557	693	536	627	349
19:00 - 20:00	525	630	493	671	536	594	391
20:00 - 21:00	488	541	488	620	559	620	475
21:00 - 22:00	419	496	396	434	516	576	465
22:00 - 23:00	284	344	221	255	431	391	460
23:00 - 24:00	152	196	129	165	328	218	273
24:00 - 01:00	87	113	85	102	225	148	162
01:00 - 02:00	70	86	78	80	142	96	73
02:00 - 03:00	53	64	53	71	101	74	30
03:00 - 04:00	49	60	57	63	120	64	25
04:00 - 05:00	135	134	134	170	258	200	51
05:00 - 06:00	279	273	259	339	469	310	122
Total	9674	10308	8880	10655	10657	11102	6543

Nota. La tabla 22, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular en el cual se puede identificar que el día de mayor volumen es el sábado. Elaboración propia.

Figura 47

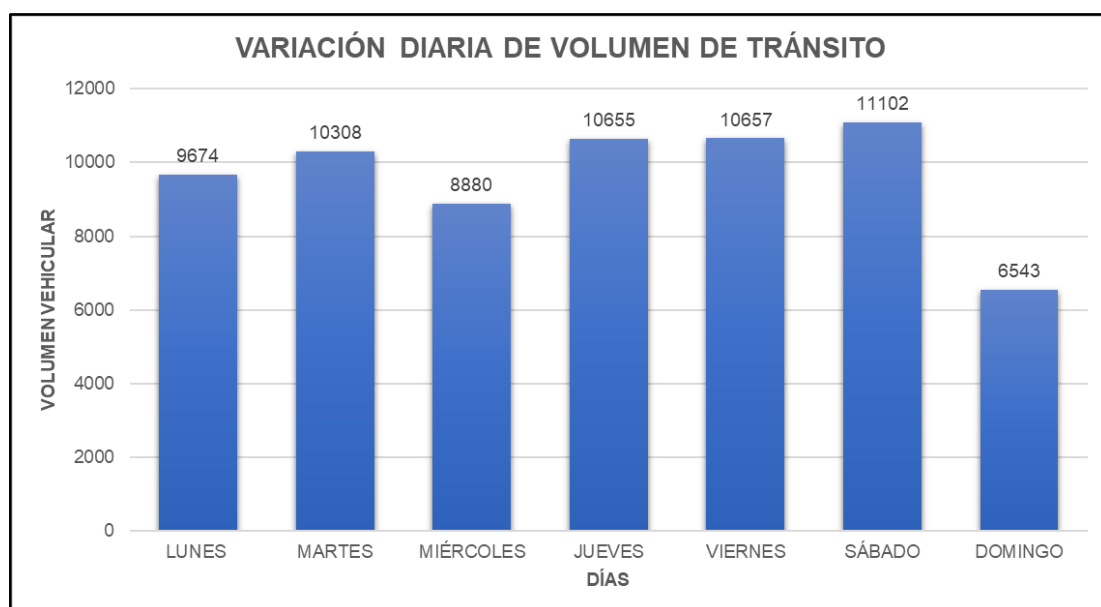
Variación horaria del volumen de tránsito en la sección N°09



Nota. El gráfico 47, muestra la variación horaria diaria de volumen vehicular registrado en la sección N°09 por colores, los cuales identifican los días de la semana y su modificación de volumen vehicular respecto al horario. Elaboración propia.

Figura 48

Variación diaria del volumen de tránsito en la sección N°09



Nota. El gráfico 48, muestra la variación horaria diaria total de volumen vehicular registrado en la sección N°09. Elaboración propia.

Tabla 23

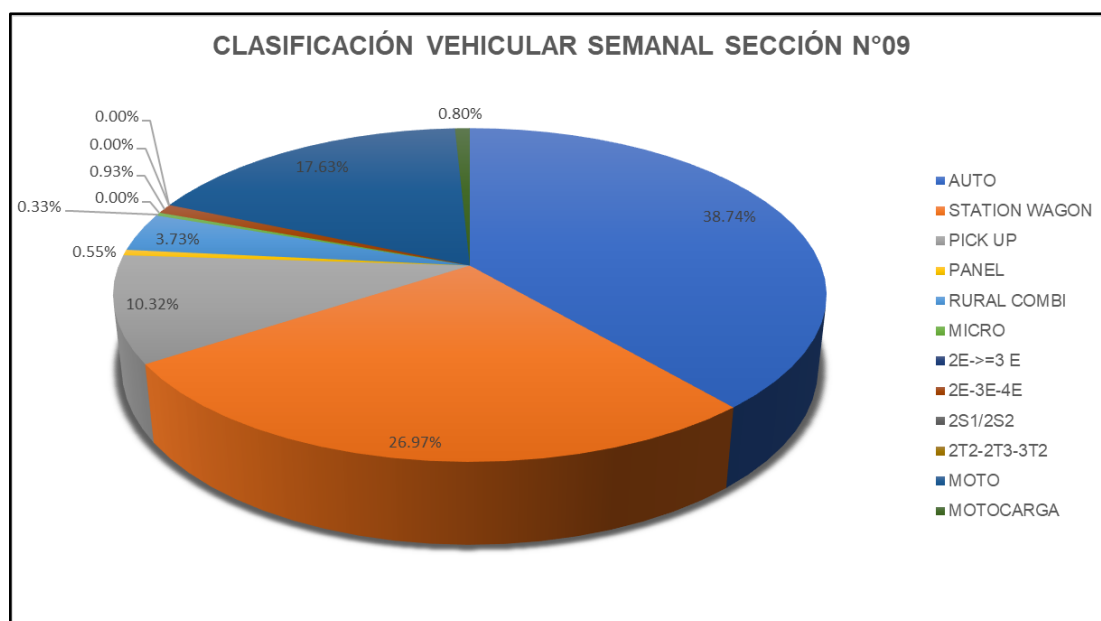
Clasificación de volumen vehicular por tipo de vehículo en la sección N°09

Vehículos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total (veh.)	Porcentaje (%)
Auto	3710	4080	3307	4148	3955	4229	2845	26274	38.74%
Station wagon	2454	2737	2394	3086	2848	2965	1805	18289	26.97%
Pick up	1069	1051	824	1081	943	1219	814	7001	10.32%
Camionetas									
Panel	55	53	56	57	61	69	22	373	0.55%
Rural combi	356	416	365	388	460	438	108	2531	3.73%
Micro	32	34	30	30	58	37	2	223	0.33%
Bus									
2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Camión									
2E-3E-4E	100	91	97	96	111	109	25	629	0.93%
Semi tráiler									
2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Tráiler									
2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Moto	1822	1774	1718	1670	2123	1953	898	11958	17.63%
Motocarga	76	72	89	99	98	83	24	541	0.80%
Total	9674	10308	8880	10655	10657	11102	6543	67819	100.00%

Nota. La tabla 23, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°09. Elaboración propia.

Figura 49

Clasificación de volumen tránsito semanal por tipo de vehículo en la sección N°09



Nota. El gráfico 49, muestra la clasificación del volumen vehicular por tipo de vehículo en porcentajes registrado en la sección N°09. Elaboración propia.

4.7. Consideraciones éticas

Los datos obtenidos en campo son veraces, estos fueron tabulados y manipulados con honradez empleando reglamentos vigentes en nuestra nación, regulados por el Ministerio de transportes y comunicaciones. Así mismo, se ejecutaron las normas éticas que proporciona UTEA.

Este estudio emplea referencias de diversos autores por consiguiente se da crédito de las investigaciones antecedentes citando las referencias bibliográficas según las normas APA 7 edición, de manera que no se asume de elaboración propia tales datos.

Se garantiza la originalidad de la investigación, no es copia de publicaciones e investigaciones.

V. Resultados y discusión

5.1. Resultados

Los datos a observar van relacionados a las variables de esta investigación: variable independiente y variable dependiente, evidencian los resultados obtenidos.

Para la variable independiente se evaluó:

Cálculo del índice medio diario anual de tránsito (IMDa)

Obtenidos los volúmenes de tránsito por cada sección del tramo de estudio, se determinó el índice medio diario semanal y el índice medio diario anual de cada sección. Empleando los métodos propuestos por el MTC en el manual de carreteras de diseño geométrico de 2018, el cual indica: La demanda diaria promedio a atender hasta el final del período de diseño se calcula como la cantidad media de vehículos que actualmente transitan por la vía y que se incrementa mediante una tasa de crecimiento anual proyectada.

$$IMDs = \sum Vi/7$$

$$IMDa = Fc * IMDs$$

Dónde:

IMDs = Índice medio diario semanal.

Vi = Volumen vehicular diario correspondiente a los 7 días de aforo.

IMDa = Índice medio diario anual.

FC = Factor de corrección estacional.

Factor de corrección estacional: Se aplicaron los factores estacionales que proporciona el MTC mediante el registro de datos por unidades peajes nacionales. Dentro de la zonificación para el desarrollo de la investigación, el peaje empleado fue de Pichirhua el cual registra los factores de corrección promedio para vehículos ligeros y pesados relacionados a los 12 meses del año, se hizo uso del mayor valor de factor promedio de corrección.

Figura 50

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje- promedio (2010-2020)

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2020)														HOJA A4, CF - Liviano	
Nº	Peaje	Enero Ligeros FC	Febrero Ligeros FC	Marzo Ligeros FC	Abril Ligeros FC	Mayo Ligeros FC	Junio Ligeros FC	Julio Ligeros FC	Agosto Ligeros FC	Septiembre Ligeros FC	Octubre Ligeros FC	Noviembre Ligeros FC	Diciembre Ligeros FC	Total Ligeros FC	
1	AGUAS CALIENTES	0.9362	0.8626	1.0850	1.0925	1.1626	1.1758	0.9508	0.8846	0.9455	1.0418	1.0414	0.9899	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0020	1.0567	1.1036	1.0592	1.0095	1.0030	0.8943	0.9075	1.0128	1.0209	1.0749	0.9283	1.0000	
3	AMBO	0.9780	1.0546	1.1877	1.2770	1.0179	1.0278	0.9661	0.9541	1.0045	0.9693	0.9846	0.8615	1.0000	
4	ATICO	0.8554	0.7148	1.0360	1.0139	1.1484	1.1781	0.9965	0.9877	1.1394	1.0734	1.1453	0.8831	1.0000	
5	AYAVIRI	0.9722	0.9244	1.0735	1.0773	1.1098	1.1035	0.9469	0.9272	0.9376	1.0491	1.0215	0.9603	1.0000	
6	CAMANA	0.5958	0.4991	1.0434	1.2433	1.3825	1.4071	1.2562	1.2200	1.3018	1.2559	1.2199	0.9724	1.0000	
7	CANÇAS	0.8619	0.8638	1.0755	1.1156	1.1769	1.2257	0.9733	0.9040	1.0565	1.0323	1.0284	0.8897	1.0000	
8	CARACOTO	1.0517	0.9815	1.0978	1.0548	1.0540	1.0469	0.9914	0.8786	0.9962	0.9920	0.9977	0.8907	1.0000	
9	CASARACRA	1.1057	1.1747	1.2363	1.0139	0.9312	1.0287	0.8415	0.8825	1.0603	0.9930	1.1250	0.9775	1.0000	
10	CATAC	1.0956	1.0575	1.3545	1.0628	1.0762	1.0767	0.8220	0.8684	0.9595	0.9494	1.1134	0.9559	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0047	1.0408	1.0824	1.0548	1.0802	1.0837	0.9767	0.9426	0.9081	0.9961	0.9756	0.9254	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.0446	0.9661	0.9178	1.0174	1.0405	1.1257	0.9550	0.9888	1.0378	1.0111	1.1305	1.0215	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.1671	1.2012	1.1909	1.0566	1.0146	1.0442	0.7925	0.8346	1.0198	0.9725	1.0259	0.9319	1.0000	
14	CHICAMA	0.9671	0.9414	1.1130	1.0394	1.0773	1.0585	0.9554	1.0080	1.0731	1.0420	1.0520	0.8249	1.0000	
15	CHILCA	0.6163	0.5814	0.7890	1.0577	1.5273	1.5796	1.2842	1.4015	1.4833	1.2554	1.1876	0.7400	1.0000	
16	CHULLUCCI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.8832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000	
17	CHULLUCANAS	1.0135	1.0695	1.1798	1.1501	1.0679	1.0398	0.9751	0.9127	0.9779	0.9474	0.9119	0.8682	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	1.4832	0.9071	1.1711	1.0698	1.0027	1.0245	0.9031	0.9123	1.0735	1.0006	1.0201	0.8987	1.0000	
19	CORCONA	1.1024	1.1641	1.3033	1.0335	0.9767	1.0411	0.7767	0.8755	1.0142	1.0035	1.1663	1.0001	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.8734	0.8855	1.1136	1.1087	1.1470	1.1828	0.8641	0.9783	1.1469	1.0024	1.0777	0.7715	1.0000	
21	CUCULI	0.9948	1.0346	1.1594	1.1180	1.1059	0.9573	0.9652	0.9185	0.9475	0.9719	0.9647	0.9955	1.0000	
22	DESIVIO OLMOS	0.9497	1.0057	1.1672	1.1939	1.1494	1.0960	0.9411	0.8681	0.9965	0.9618	1.0119	0.8222	1.0000	
23	DESIVIO TALARA	0.8705	0.8863	1.1244	1.0840	1.1438	1.1754	0.9963	0.9874	1.1057	1.0288	1.0309	0.8166	1.0000	
24	EL FISCAL	0.9109	0.8549	1.0606	1.0601	1.0691	1.1260	0.9958	0.9853	1.0750	1.0662	1.0647	0.9479	1.0000	
25	EL PARAISO	0.9135	0.8984	1.0432	0.9974	1.1183	1.1530	0.9141	0.9811	1.0964	1.0384	1.0935	0.8747	1.0000	
26	FORTALEZA	0.8869	0.8317	1.0074	1.0227	1.1568	1.1965	0.8986	1.0119	1.1837	1.1022	1.1702	0.7936	1.0000	
27	HUACRAPUQUIO	1.1193	1.1570	1.0649	1.0486	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000	
28	HUARMAY	0.8816	0.9056	1.1120	1.1249	1.2557	1.2048	0.8790	0.9703	1.1483	1.0831	1.1634	0.7903	1.0000	
29	HUATAYTA			2.3609	0.9600	0.8747	0.8705	0.7536	0.7578		0.7931	0.8788	0.8353	1.0000	
30	ICA	0.9310	0.8181	1.0513	1.0461	1.1642	1.1857	0.9741	1.0246	1.0994	1.0312	1.1911	1.0337	1.0000	
31	ILAVE	1.0111	0.9584	1.0360	1.0136	1.1067	1.1613	0.9700	0.7834	1.0335	1.0501	1.1248	0.9861	1.0000	
32	ILO	0.8275	0.8217	1.0112	1.0814	1.0777	1.1220	1.0989	1.0557	0.9854	1.0498	1.0303	0.9630	1.0000	
33	JARJAY - CHINCHA	0.8291	0.8936	1.0170	0.9967	1.1373	1.1918	0.8486	0.9137	1.1321	1.0340	1.0634	0.9289	1.0000	
34	LOMA LARGA BAJA	1.0231	1.2771	1.3671	1.2848	1.1408	1.0369	0.8267	0.9064	0.9247	0.9925	0.8826	0.8752	1.0000	
35	LUNAHUANA	1.0119	1.0303	1.0475	0.9587	1.0163	1.1317	0.8233	0.9366	1.0988	0.9949	1.0780	1.0638	1.0000	
36	MACUSANI	1.0465	0.9990	1.0338	1.0944	1.0979	1.1081	0.9926	0.9493	1.0253	0.9652	1.0158	0.8879	1.0000	
37	MARCONA	0.9525	0.9039	0.9952	1.0106	0.9911	1.0346	1.0232	1.0372	1.0290	0.9989	0.9111	1.0000	1.0000	
38	MATARANI	0.4810	0.3998	0.9717	1.5343	1.7023	1.6718	1.6092	1.5584	1.5827	1.4257	1.2888	0.9119	1.0000	
39	MENOCUCHO	1.0850	0.9812	1.0500	1.0811	1.0266	1.0713	0.9585	0.9192	1.0498	1.0467	1.0452	0.8579	1.0000	
40	MOCCE	1.0115	0.9769	1.0613	1.0650	1.0408	0.9962	0.8998	0.9054	1.0213	1.0118	1.0012	0.9247	1.0000	
41	MONTALVO	0.9256	0.8896	1.0507	1.0351	1.0336	1.1014	1.0261	0.9905	1.0447	1.0608	1.0346	0.9658	1.0000	
42	MORROPPE	0.9291	0.9180	1.2042	1.1140	1.1254	1.1566	0.8933	0.9593	1.0807	0.9811	1.0512	0.8016	1.0000	
43	MOYOBAMBA	1.0172	0.9993	1.0281	1.0219	0.9910	0.9724	0.9456	0.9603	1.0486	1.0817	1.1373	1.0800	1.0000	
44	NAZCA	0.9690	0.9023	1.0494	1.0595	1.0762	1.0902	0.9243	0.9306	1.0245	1.0160	1.0671	0.9918	1.0000	
45	PACANGUILLA	0.9539	0.9606	1.1189	1.1170	1.1420	1.1808	0.9622	0.9834	1.0937	0.9832	0.9979	0.7654	1.0000	
46	PACRA	1.0091	0.9570	1.0209	0.9881	1.2122	1.0758	0.8772	0.9346	1.0435	1.0345	1.0857	0.9795	1.0000	
47	PAITA	0.8362	0.8550	0.9600	1.1002	1.1329	1.1228	1.0946	1.0862	1.0113	1.0572	1.0343	0.8543	1.0000	
48	PAMPA CUELLAR	1.0268	0.8142	1.0724	1.0806	1.1616	1.1803	0.9567	0.7957	1.0641	1.0380	1.0557	0.9772	1.0000	
49	PAMPA GALERA	0.9640	1.0087	1.1311	1.1214	1.0518	1.0972	0.8190	0.7818	1.0505	1.0760	1.1323	0.9586	1.0000	
50	PAMPAMARCA	0.9412	0.9552	1.0962	1.0681	1.1301	1.1134	0.8653	0.8837	1.0188	1.0975	1.1159	0.9830	1.0000	
51	PATAHUASI	1.0505	0.9287	1.1460	1.0872	1.1086	1.1280	0.9169	0.8010	1.0421	0.9869	1.0075	0.9579	1.0000	
52	PEDRO RUIZ	0.9661	1.0279	1.1022	1.1233	1.1177	1.0515	0.8396	0.9041	0.9700	0.9832	1.0130	0.8890	1.0000	
53	PICHIRHUA	1.0465	1.0891	1.1333	1.0561	1.0383	1.0173	0.9081	0.8840	0.9812	0.9968	1.0126	0.9151	1.0000	
54	PIURA SULLANA	1.0607	1.0540	1.1688	1.0898	1.0558	1.0528	0.9697	0.9539	1.0019	0.9640	0.9557	0.8684	1.0000	
55	PLANCON	1.0327	1.0756	1.0641	1.0613	1.0628	1.0224	0.9361	0.9131	0.9554	0.9680	1.0417	0.9385	1.0000	
56	POMAHUACA	0.9587	0.9933	1.1653	1.2213	1.1511	1.0886	0.9287	0.8481	1.0002	0.9934	1.0133	0.8396	1.0000	
57	PONGO	1.0265	1.0591	1.0560	1.0787	1.0546	1.0025	1.0750	0.9103	0.9692	0.9654	0.9778	0.9308	1.0000	
58	POZO REDONDO	0.8942	0.8240	1.0133	1.0783	1.1178	1.0895	1.0494	1.0438	1.1167	1.0579	1.0216	0.8480	1.0000	
59	PUNTA PERDIDA	0.9544	0.7922	1.0980	1.1995	1.4001	1.4069	0.8238	0.6031	1.1767	1.0628	1.2693	1.1014	1.0000	

Nota. En el gráfico 50 se muestran los factores de corrección estacional promedio del intervalo de años 2010 – 2020, determinando el factor de corrección para vehículos ligeros FC=1.1333. Tomado de OPMI-MTC.

Figura 51

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje- promedio (2010-2020)

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2020)														HOJA A4, CF - Pesado	
Nº	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	
1	AGUAS CALIENTES	1.0220	0.9808	1.0324	1.0653	1.0697	1.1028	0.9678	0.9555	0.9682	0.9530	0.9599	1.0098	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0412	1.0049	1.0248	1.0107	0.9905	0.9823	0.9917	0.9523	0.9768	1.0070	1.0080	1.0344	1.0000	
3	AMBO	1.0087	0.9707	1.1288	1.2086	1.0139	1.0238	1.0268	1.0086	0.9899	0.9453	0.9401	0.9497	1.0000	
4	ATICO	1.0337	0.9914	1.0298	1.0410	1.0342	1.0302	1.0277	0.9851	1.0265	0.9618	0.9271	0.9440	1.0000	
5	AYAVIRI	1.0167	1.0038	1.0708	1.0573	1.0486	1.0366	0.9665	0.9524	0.9501	0.9638	0.9601	1.0007	1.0000	
6	CAMANA	0.9513	0.8973	1.0392	1.0648	1.0702	1.0905	1.1087	0.9914	0.9997	0.9905	0.9708	0.9624	1.0000	
7	CANCAS	1.0323	0.9825	1.0400	1.0412	1.0604	1.0476	1.0117	0.9795	1.0006	0.9550	0.9461	0.9491	1.0000	
8	CARACOTO	1.0343	1.0013	1.0777	1.0346	1.0568	1.0441	0.9898	0.9297	0.9572	0.9481	1.0071	0.9547	1.0000	
9	CASABACRA	1.0936	1.0670	1.1094	0.9826	0.9904	0.9900	0.9869	0.9700	0.9760	0.9548	1.0373	1.0652	1.0000	
10	CATAC	1.0441	1.0678	1.1999	1.0772	1.1736	0.9553	0.9446	0.9253	0.9566	0.9547	0.9810	0.9634	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0968	1.0852	1.0957	1.0809	1.0239	0.9967	0.9386	0.9525	0.9555	0.9560	0.9332	0.9566	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.1031	0.9998	0.9655	0.9941	1.0102	1.0186	1.0155	1.0051	0.9767	0.9556	0.9706	1.0601	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.0680	1.0692	1.0807	1.0683	1.0507	0.9933	0.9468	0.9321	0.9565	0.9463	0.9497	0.9939	1.0000	
14	CHICAMA	0.9909	0.9874	1.0928	1.0708	1.0543	1.0573	1.0423	0.9933	1.0013	0.9946	0.9510	0.8799	1.0000	
15	CHILCA	0.9571	0.9724	1.0203	1.0381	1.0583	1.0539	1.0372	0.9948	0.9992	0.9880	0.9652	0.9396	1.0000	
16	CHULLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000	
17	CHULUCANAS	0.9884	0.9682	1.1388	1.1641	1.0933	1.0508	1.0256	0.9679	0.9628	0.9205	0.8943	0.9220	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	1.4397	0.9383	1.1026	0.9966	0.9637	1.0342	1.0428	1.0261	1.0414	0.9841	0.9930	0.9649	1.0000	
19	CORCONA	1.0985	1.0709	1.1124	0.9593	0.9674	0.9840	0.9816	0.9627	0.9804	0.9767	1.0641	1.0861	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9845	0.9606	1.0584	1.0655	1.0311	1.0361	1.0157	0.9821	1.0167	0.9774	0.9231	0.9028	1.0000	
21	CURCU	0.9424	1.0419	1.2043	1.1560	1.0848	0.9783	0.9812	0.9398	0.9207	0.9302	0.9384	1.0749	1.0000	
22	DESIVO OLMOS	1.0470	1.0401	1.0986	1.0775	1.0393	1.0176	0.9898	0.9217	0.9405	0.9579	0.9500	0.9817	1.0000	
23	DESIVO TALARA	1.0063	0.9722	1.0418	1.0405	1.0343	1.0196	1.0721	0.9782	0.9984	0.9792	0.9631	0.9516	1.0000	
24	EL FISCAL	0.9889	0.9326	1.0201	1.0355	1.0216	1.0855	1.0665	1.0209	1.0150	0.9799	0.9618	0.9819	1.0000	
25	EL PARAISO	1.0084	0.9860	1.0607	1.0471	1.0250	1.0153	1.0105	0.9788	0.9973	0.9801	0.9625	0.9429	1.0000	
26	FORTALEZA	0.9938	0.9560	1.0154	1.0346	1.0384	1.3018	1.0249	0.9743	0.9948	0.9789	0.9539	0.9356	1.0000	
27	HUACRAPUQUIO	1.0850	1.1264	1.0529	1.0465	1.1603	1.0254	0.9226	0.9778	0.9218	0.9085	1.1194	0.9334	1.0000	
28	HUARMEY	1.0456	1.0252	1.1132	1.1416	1.1272	1.0303	0.9991	0.9554	0.9757	0.9619	0.9397	0.9169	1.0000	
29	HUATAYA			5.1132	1.3415	1.0567	1.1183	0.7106	0.7730		0.7399	0.8727	0.9802	1.0000	
30	ICA	0.9911	0.9493	1.0440	1.0283	1.0670	1.0747	1.0593	0.9907	0.9632	0.9523	1.0104	1.0032	1.0000	
31	ILAVE	1.0136	0.9470	0.9822	5.5822	1.0245	1.0346	1.0466	0.8667	1.0477	1.0417	1.0885	1.0638	1.0000	
32	ILO	1.0476	1.0169	1.0590	0.9766	0.9992	1.0420	1.0373	1.0284	0.9669	0.9802	0.9728	0.9625	1.0000	
33	JANUAY CHINCHA	0.9858	1.0162	1.0441	1.0554	1.0544	1.0480	1.0262	0.9755	0.9777	0.9697	0.9511	0.9478	1.0000	
34	LOMA LARGA BAJA	0.9981	1.1016	1.1995	1.2276	1.1103	1.0823	0.9596	0.9761	0.9483	0.9331	0.8987	0.8944	1.0000	
35	LUNAHUANA	1.1095	1.0967	1.0541	1.0430	0.9971	1.0739	1.0009	0.9482	0.9827	0.9329	0.9403	0.9907	1.0000	
36	MACUSANI	1.0895	1.0802	1.0669	1.0219	1.0756	1.0209	1.1741	0.9353	0.9179	0.9386	0.9390	0.9983	1.0000	
37	MARCONA	1.0430	1.0013	0.9583	1.0297	1.1134	1.0444	1.0480	1.0472	1.0260	0.9629	0.9465	0.9320	1.0000	
38	MATARANI	0.9673	0.8698	1.0297	1.0802	1.0657	1.0279	1.0254	1.0446	0.9864	0.9950	0.9822	0.9819	1.0000	
39	MENOCUCHO	1.0933	1.0653	1.1421	1.0364	0.9913	0.9622	0.9505	0.9625	0.9785	0.9841	0.9862	1.0148	1.0000	
40	MOCCE	0.9510	0.9816	1.0770	1.1377	1.0767	0.9655	1.0381	0.9850	0.9950	0.9641	0.9558	0.9435	1.0000	
41	MONTALVO	0.9754	0.9558	1.0155	1.0254	1.0095	1.0844	1.0785	1.0275	1.0167	0.9888	0.9674	0.9800	1.0000	
42	MORROPPE	0.9854	0.9645	1.0770	1.0663	1.0358	1.0336	1.0257	1.0003	1.0155	0.9853	0.9451	0.9179	1.0000	
43	MOYOBAMBA	1.0123	0.9812	1.0120	1.0299	1.0077	0.9903	1.0012	0.9653	0.9861	1.0086	1.0129	1.0379	1.0000	
44	NAZCA	1.0562	1.0098	1.0329	1.0328	1.0325	1.0269	1.0128	0.9732	0.9609	0.9602	0.9275	1.0491	1.0000	
45	PACANGUILLA	1.0060	0.9822	1.0858	1.0969	1.0766	1.0798	1.0941	1.0166	0.9911	0.9429	0.9142	0.8905	1.0000	
46	PACRA	1.0832	1.0100	1.0286	1.0364	1.1083	1.0029	0.9686	0.9412	0.9706	0.9520	0.9859	0.9960	1.0000	
47	PAITA	1.0637	0.9986	1.0332	1.1742	1.1086	1.0719	1.1384	1.0669	0.9588	0.9185	0.8559	0.9255	1.0000	
48	PAMPA CUILLAR	1.1081	1.0770	1.0639	1.0083	1.1112	1.0845	0.9918	0.9561	0.9589	0.8916	0.9121	0.9504	1.0000	
49	PAMPA GALERA	1.1056	1.0973	1.0952	1.0658	1.0378	1.0205	0.9472	0.9311	0.9550	0.9441	0.9360	0.9479	1.0000	
50	PAMPAMARCA	1.0833	1.0608	1.0800	1.0714	1.0640	1.0321	0.9519	0.9426	0.9317	0.9501	0.9398	0.9688	1.0000	
51	PATAHUASI	1.0668	1.0418	1.0805	1.0643	1.0616	1.0569	1.0065	0.9440	0.9475	0.9036	0.9309	0.9274	1.0000	
52	PEDRO RUIZ	1.0361	1.0163	1.0483	1.0529	1.0166	0.9901	0.9900	0.9413	0.9610	0.9787	0.9826	1.0212	1.0000	
53	PICHIRHUA	1.0936	1.0887	1.1081	1.0925	1.0545	1.0256	0.9460	0.9321	0.9383	0.9460	0.9298	0.9399	1.0000	
54	PIURA SULLANA	1.0571	1.0402	1.1277	1.0518	1.0405	1.0119	1.0179	0.9763	0.9950	0.9755	0.9427	0.9189	1.0000	
55	PLANCON	1.3722	1.2585	1.1075	1.1700	1.0496	1.0154	0.9275	0.8807	0.8567	0.8959	0.9614	1.0233	1.0000	
56	POMAHUACA	1.0674	1.0301	1.1158	1.1109	1.0645	1.0235	0.9882	0.9203	0.9522	0.9370	0.9332	0.9668	1.0000	
57	PONGO	1.1145	1.0702	1.0868	1.0354	0.9963	0.9774	1.0443	0.9020	0.9205	0.9680	0.9712	1.0669	1.0000	
58	POZO REDONDO	1.0157	0.9826	1.0195	1.0517	1.0534	1.0459	1.0140	0.9923	1.0345	1.0012	0.9435	0.8997	1.0000	
59	PUNTA PERDIDA	1.1180	1.1218	1.0774	1.0163	1.2427	1.1333	1.0120	0.9370	0.9279	0.8749	0.9204	0.9490	1.0000	

Nota. En el gráfico 51 se muestran los factores de corrección estacional promedio del intervalo de años 2010 – 2020, determinando el factor de corrección para vehículos pesados FC=1.1081. Tomado de OPMI-MTC.

Cálculo de crecimiento de tránsito y proyección

Obtenidos los IMDa de cada sección se procede a determinar el horizonte de diseño necesario para conocer la demanda futura proyectada que se observará en cada sección del tramo de estudio. El horizonte de diseño se proyectó al año 2035. Empleando los métodos propuestos por el MTC en el manual de carreteras de diseño geométrico de 2018, el cual indica:

$$Pf = Po(1 + Tc)^n$$

Dónde:

Pf = Tránsito final.

Po = Tránsito inicial (año base).

Tc = Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo.

n = Año a estimarse.

Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo: Se aplicaron las tasas de crecimiento según el tipo de vehículo, para vehículos ligeros la tasa de crecimiento será en base al crecimiento poblacional y para los vehículos pesados la tasa de crecimiento será en base al crecimiento económico, ambos correspondientes a la región de estudio, indica el MTC.

Vehículos ligeros, según el Perfil Sociodemográfico del Perú elaborado en base al censo realizado en octubre del año 2017, el crecimiento demográfico expresado por la tasa de crecimiento promedio anual correspondiente a la provincia de Abancay es de 3,5%.

Vehículos pesados, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) el producto bruto interno por años, según departamentos 2007-2023, el crecimiento económico promedio del departamento de Apurímac es de 6.3% correspondiente al año 2023.

Figura 52

Producto Bruto Interno por años, según departamentos

Departamentos	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021PI	2022PI	2023EI
Amazonas	...	8.6	6.6	7.4	3.5	11.6	5.1	5.3	-1.5	0.1	5.6	6.0	1.6	-4.4	3.0	-1.9	2.0
Áncash	...	7.5	-2.7	-2.4	0.9	9.4	4.6	-13.3	9.7	4.4	5.2	7.2	-3.2	-6.5	14.4	1.2	-3.7
Apurímac	...	-7.4	-3.8	8.7	5.9	12.9	11.0	4.0	7.9	14.1	21.7	-7.6	0.5	-10.1	2.1	-4.5	6.3
Arequipa	...	11.1	0.8	5.9	4.4	4.7	2.7	0.6	3.3	25.9	3.7	2.5	-0.3	-15.7	13.1	5.2	-0.7
Agacuchio	...	14.3	10.3	4.6	4.8	9.0	9.4	-0.5	5.8	0.3	5.3	5.7	3.0	-12.4	11.6	3.4	-2.0
Cajamarca	...	14.2	7.8	0.9	4.5	6.4	-1.6	-2.1	-0.5	-2.0	3.0	2.8	2.4	-10.2	11.4	3.6	-0.5
Cusco	...	6.9	16.9	13.0	12.8	1.9	16.9	0.1	1.7	3.9	-1.5	0.6	1.4	-12.4	6.7	4.4	4.2
Huancavelica	...	5.6	3.1	4.5	3.3	8.1	1.0	3.4	-0.5	-1.6	4.4	5.1	0.1	-7.0	6.5	-1.7	2.0
Huánuco	...	8.2	1.0	6.8	5.8	10.7	6.0	3.4	6.6	4.5	9.1	3.1	1.2	-10.6	9.8	4.2	5.9
Ica	...	18.4	4.1	7.1	11.0	1.4	10.2	2.9	3.3	0.2	5.8	4.9	3.9	-11.6	25.6	6.4	0.1
Junín	...	8.5	-9.8	5.3	5.2	7.1	3.5	11.7	16.3	-0.9	4.7	3.4	-0.8	-9.6	15.0	2.4	-3.2
La Libertad	...	7.1	0.4	5.8	4.5	7.7	4.4	1.5	2.3	0.9	1.7	5.0	3.6	-6.2	10.9	1.5	-1.9
Lambayeque	...	9.2	5.3	6.8	5.8	9.5	3.6	2.1	4.4	2.5	2.6	4.1	2.3	-6.3	15.3	2.2	-3.6
Lima	...	8.9	0.3	10.6	8.6	6.1	5.7	3.8	3.1	2.7	2.0	4.3	2.6	-12.0	14.2	2.9	-1.0
Prov. Const. del Callao	...	9.3	-2.3	9.8	11.9	2.9	6.2	3.3	1.9	2.4	3.4	3.9	1.0	-16.1	16.9	2.5	-1.2
Región Lima	...	9.5	-7.0	5.9	10.3	2.5	7.2	3.9	3.4	1.0	0.9	5.5	0.8	-6.8	10.1	-1.4	0.5
Provincia de Lima	...	8.8	1.4	11.1	8.0	6.8	5.5	3.9	3.2	2.9	2.0	4.3	2.9	-11.9	14.3	3.3	-1.2
Loreto	...	6.0	0.7	7.2	-3.8	7.9	3.6	3.2	-2.2	-11.4	6.4	10.5	4.5	-14.0	10.8	5.3	2.5
Madre de Dios	...	2.0	6.9	9.6	10.1	-20.6	14.9	-14.1	22.0	13.5	-8.6	-6.4	-5.8	-24.3	9.1	1.9	0.9
Moquegua	...	15.1	-2.6	0.2	-7.9	-0.4	10.9	-2.6	3.9	-0.7	0.7	1.0	-4.2	2.0	8.6	12.4	25.2
Pasco	...	-1.3	-6.9	-6.7	-1.3	5.1	0.1	3.3	3.3	2.3	0.1	0.1	2.0	-18.6	19.0	2.0	1.6
Piura	...	7.3	3.1	7.9	8.3	4.3	4.0	5.7	0.6	0.3	-2.4	7.0	4.4	-8.5	12.0	-0.4	1.0
Puno	...	7.5	4.1	6.0	5.8	4.7	7.2	2.3	0.4	6.5	4.0	2.5	1.4	-11.2	11.4	3.5	-7.7
San Martín	...	10.2	4.0	7.9	5.2	11.9	1.6	7.1	5.7	2.2	6.4	2.0	0.3	-3.8	7.3	0.5	2.0
Tacna	...	-2.5	-3.9	10.7	2.4	1.1	4.6	5.4	8.3	-1.4	1.2	8.0	22.9	-2.7	4.4	-5.5	0.9
Tumbes	...	16.2	9.5	10.8	-6.0	12.5	2.1	4.7	-2.5	-1.3	5.7	3.9	6.1	-13.8	9.2	7.2	-4.5
Ucayali	...	5.2	1.0	3.3	5.9	9.4	1.7	0.3	5.2	0.3	3.1	3.1	4.2	-13.0	13.6	3.5	1.3
Valor Agregado Bruto	...	8.7	1.2	7.7	6.5	5.8	5.6	2.3	3.5	4.0	2.6	4.0	2.2	-10.9	13.1	2.9	-0.2
Impuestos a los Productos	...	12.4	2.9	13.5	4.3	8.4	8.6	4.0	1.9	4.4	1.0	4.1	3.9	-11.2	15.6	2.0	-2.6
Derechos de Importación	...	22.2	-19.9	29.0	8.6	18.5	2.2	-8.6	-12.2	-8.4	4.9	1.6	-14.8	-16.5	27.9	6.4	-3.2
Producto Bruto Interno	...	9.1	1.1	8.3	6.3	6.1	5.9	2.4	3.3	4.0	2.5	4.0	2.2	-10.9	13.4	2.8	-0.4

Nota. En el gráfico 52 se muestra la tasa de crecimiento económico correspondiente al año 2023 equivalente al 6.3% del departamento de Apurímac. Tomado del INEI.

5.1.1. Análisis de la demanda y proyección de tránsito

Sección N°01: Av. Arenas – Jr. Núñez

Cálculo del índice medio diario anual de tránsito (IMDa)

Tabla 24

Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°01

Tipo de vehículos			Total	IMDS	FC	IMDa
Vehículos ligeros		Auto	22786	3255	1.1333	3689
		Station wagon	13756	1965	1.1333	2227
		Pick up	7414	1059	1.1333	1200
	Camionetas	Panel	177	25	1.1333	29
		Rural combi	1954	279	1.1333	316
		Micro	106	15	1.1333	17
		Moto	8571	1224	1.1333	1388
		Motocarga	250	36	1.1333	40
Vehículos pesados	Bus	2e->=3 e	0	0	1.1081	0
	Camión	2E-3E-4E	361	52	1.1081	57
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	1.1081	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	1.1081	0
Total			55375	7911		8964

Nota. La tabla 24 expone el IMDa de 8964 veh/día que transitan por la sección N°01.

Elaboración propia.

Cálculo de crecimiento de tránsito y proyección al 2035

Tabla 25

Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°01

Tipo de vehículos			A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Vehículos ligeros		Auto	3689	3818	3952	4090	4233	4381	4535	4694	4858	5028	5204
		Station wagon	2227	2305	2386	2469	2556	2645	2738	2833	2933	3035	3142
		Pick up	1200	1242	1286	1331	1377	1426	1476	1527	1581	1636	1693
	Camionetas	Panel	29	30	31	32	33	34	35	36	38	39	40
		Rural combi	316	327	339	351	363	376	389	402	417	431	446
		Micro	17	18	18	19	20	20	21	22	23	23	24
		Moto	1388	1436	1486	1539	1592	1648	1706	1765	1827	1891	1957
		Motocarga	40	42	43	45	46	48	50	51	53	55	57
Vehículos pesados	Bus	2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Camión	2E-3E-4E	57	61	65	69	73	78	82	88	93	99	105
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total			8964	9279	9606	9944	10294	10656	11031	11420	11822	12238	12669

Nota. La tabla 25 expone el IMDa para un horizonte de proyección de 10 años, en el año 2035 el IMDa corresponde a 12669 veh/día que transitarán por la sección N°01. Elaboración propia.

Sección N°02: Jr. Arequipa – Jr. Huancavelica

Cálculo del índice medio diario anual de tránsito (IMDa)

Tabla 26

Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°02

Tipo de vehículos			Total	IMDS	FC	IMDA
Vehículos ligeros	Auto		31183	4455	1.1333	5049
	Station wagon		18060	2580	1.1333	2924
	Pick up		7313	1045	1.1333	1184
	Camionetas	Panel	259	37	1.1333	42
		Rural combi	5298	757	1.1333	858
	Micro		485	69	1.1333	79
	Moto		8579	1226	1.1333	1389
	Motocarga		300	43	1.1333	49
Vehículos pesados	Bus	2E->=3 E	0	0	1.1081	0
	Camión	2E-3E-4E	399	57	1.1081	63
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	1.1081	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	1.1081	0
Total			71876	10268		11635

Nota. La tabla 26 expone el IMDa de 11635 veh/día que transitan por la sección N°02.

Elaboración propia.

Cálculo de crecimiento de tránsito y proyección al 2035

Tabla 27

Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°02

Tipo de vehículos			A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Vehículos ligeros	Auto		5049	5225	5408	5597	5793	5996	6206	6423	6648	6881	7121
	Station wagon		2924	3026	3132	3242	3355	3473	3594	3720	3850	3985	4124
	Pick up		1184	1225	1268	1313	1359	1406	1455	1506	1559	1614	1670
	Camionetas	Panel	42	43	45	46	48	50	52	53	55	57	59
		Rural combi	858	888	919	951	984	1019	1054	1091	1129	1169	1210
	Micro		79	81	84	87	90	93	97	100	103	107	111
	Moto		1389	1438	1488	1540	1594	1650	1707	1767	1829	1893	1959
Vehículos pesados	Motocarga		49	50	52	54	56	58	60	62	64	66	69
	Bus	2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Camión	2E-3E-4E	63	67	71	76	81	86	91	97	103	109	116
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total			11635	12044	12468	12906	13360	13830	14316	14820	15341	15881	16440

Nota. La tabla 27 expone el IMDa para un horizonte de proyección de 10 años, en el año 2035 el IMDa corresponde a 16440 veh/día que transitarán por la sección N°02. Elaboración propia.

Sección N°03: Jr. Arequipa – Jr. Junín

Cálculo del índice medio diario anual de tránsito (IMDa)

Tabla 28

Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°03

Tipo de vehículos			Total	IMDS	FC	IMDa
Vehículos ligeros		Auto	29389	4198	1.1333	4758
		Station wagon	16841	2406	1.1333	2727
		Pick up	6826	975	1.1333	1105
	Camionetas	PANEL	249	36	1.1333	40
		RURAL COMBI	5173	739	1.1333	838
		Micro	487	70	1.1333	79
		Moto	7715	1102	1.1333	1249
		Motocarga	282	40	1.1333	46
Vehículos pesados	Bus	2E->=3 E	0	0	1.1081	0
	Camión	2E-3E-4E	385	55	1.1081	61
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	1.1081	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	1.1081	0
Total			67347	9621		10902

Nota. La tabla 28 expone el IMDa de 10902 veh/día que transitan por la sección N°03.

Elaboración propia.

Cálculo de crecimiento de tránsito y proyección 2035

Tabla 29

Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°03

Tipo de vehículos			A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Vehículos ligeros	Auto		4758	4925	5097	5275	5460	5651	5849	6054	6265	6485	6712
	Station wagon		2727	2822	2921	3023	3129	3238	3352	3469	3590	3716	3846
	Pick up		1105	1144	1184	1225	1268	1313	1358	1406	1455	1506	1559
	Camionetas	Panel	40	42	43	45	46	48	50	51	53	55	57
		Rural combi	838	867	897	929	961	995	1030	1066	1103	1141	1181
	Micro		79	82	84	87	90	94	97	100	104	107	111
	Moto		1249	1293	1338	1385	1433	1483	1535	1589	1645	1702	1762
Vehículos pesados	Motocarga		46	47	49	51	52	54	56	58	60	62	64
	Bus	2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Camión	2E-3E-4E	61	65	69	73	78	83	88	93	99	106	112
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total			10902	11285	11682	12093	12518	12959	13414	13886	14375	14881	15405

Nota. La tabla 29 expone el IMDa para un horizonte de proyección de 10 años, en el año 2035 el IMDa corresponde a 15405 veh/día que transitarán por la sección N°03. Elaboración propia.

Sección N°04: Jr. Arequipa – Jr. Cusco

Cálculo del índice medio diario anual de tránsito (IMDa)

Tabla 30

Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°04

Tipo de vehículos			Total	IMDS	FC	IMDA
Vehículos ligeros		Auto	31619	4517	1.1333	5119
		Station wagon	19124	2732	1.1333	3096
		Pick up	7875	1125	1.1333	1275
	Camionetas	Panel	353	50	1.1333	57
		Rural combi	5352	765	1.1333	866
		Micro	487	70	1.1333	79
		Moto	9612	1373	1.1333	1556
		Motocarga	344	49	1.1333	56
Vehículos pesados	Bus	2E->=3 E	0	0	1.1081	0
	Camión	2E-3E-4E	447	64	1.1081	71
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	1.1081	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	1.1081	0
Total			75213	10745		12175

Nota. La tabla 30 expone el IMDa de 12175 veh/día que transitan por la sección N°04.

Elaboración propia.

Cálculo de crecimiento de tránsito y proyección 2035

Tabla 31

Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°04

Tipo de vehículos			A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Vehículos ligeros	Auto		5119	5298	5484	5676	5874	6080	6293	6513	6741	6977	7221
	Station wagon		3096	3205	3317	3433	3553	3677	3806	3939	4077	4220	4367
	Pick up		1275	1320	1366	1414	1463	1514	1567	1622	1679	1738	1798
	Camionetas	Panel	57	59	61	63	66	68	70	73	75	78	81
		Rural combi	866	897	928	961	994	1029	1065	1102	1141	1181	1222
	Micro		79	82	84	87	90	94	97	100	104	107	111
	Moto		1556	1611	1667	1725	1786	1848	1913	1980	2049	2121	2195
	Motocarga		56	58	60	62	64	66	68	71	73	76	79
Vehículos pesados	Bus	2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Camión	2E-3E-4E	71	75	80	85	90	96	102	109	115	123	130
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total			12175	12603	13047	13506	13981	14473	14982	15509	16055	16620	17205

Nota. La tabla 31 expone el IMDa para un horizonte de proyección de 10 años, en el año 2035 el IMDa corresponde a 17205 veh/día que transitarán por la sección N°04. Elaboración propia.

Sección N°05: Jr. Arequipa – Jr. Libertad

Cálculo del índice medio diario anual de tránsito (IMDa)

Tabla 32

Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°05

Tipo de vehículos			Total	IMDS	FC	IMDA
Vehículos ligeros		Auto	31016	4431	1.1333	5021
		Station wagon	19042	2720	1.1333	3083
		Pick up	7447	1064	1.1333	1206
	Camionetas	Panel	339	48	1.1333	55
		Rural combi	5408	773	1.1333	876
		Micro	484	69	1.1333	78
		Moto	9408	1344	1.1333	1523
		Motocarga	329	47	1.1333	53
Vehículos pesados	Bus	2E->=3 E	0	0	1.1081	0
	Camión	2E-3E-4E	386	55	1.1081	61
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	1.1081	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	1.1081	0
Total			73859	10551		11956

Nota. La tabla 32 expone el IMDa de 11956 veh/día que transitan por la sección N°05.

Elaboración propia.

Cálculo de crecimiento de tránsito y proyección 2035

Tabla 33

Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°05

Tipo de vehículos			A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Vehículos ligeros	Auto		5021	5197	5379	5567	5762	5964	6173	6389	6612	6844	7083
	Station wagon		3083	3191	3302	3418	3538	3662	3790	3922	4060	4202	4349
	Pick up		1206	1248	1292	1337	1384	1432	1482	1534	1588	1643	1701
	Camionetas	Panel	55	57	59	61	63	65	67	70	72	75	77
		Rural combi	876	906	938	971	1005	1040	1076	1114	1153	1193	1235
	Micro		78	81	84	87	90	93	96	100	103	107	111
	Moto		1523	1576	1632	1689	1748	1809	1872	1938	2006	2076	2149
	Motocarga		53	55	57	59	61	63	65	68	70	73	75
Vehículos pesados	Bus	2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Camión	2E-3E-4E	61	65	69	73	78	83	88	94	100	106	113
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total			11956	12377	12812	13262	13728	14211	14710	15228	15763	16318	16892

Nota. La tabla 33 expone el IMDa para un horizonte de proyección de 10 años, en el año 2035 el IMDa corresponde a 16892 veh/día que transitarán por la sección N°05. Elaboración propia.

Sección N°06: Jr. Arequipa – Jr. Unión

Cálculo del índice medio diario anual de tránsito (IMDa)

Tabla 34

Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°06

Tipo de vehículos			Total	IMDS	FC	IMDA
Vehículos ligeros		Auto	26309	3758	1.1333	4259
		Station wagon	17483	2498	1.1333	2830
		Pick up	6859	980	1.1333	1110
	Camionetas	Panel	311	44	1.1333	50
		Rural combi	2485	355	1.1333	402
		Micro	218	31	1.1333	35
		Moto	8559	1223	1.1333	1386
		Motocarga	313	45	1.1333	51
Vehículos pesados	Bus	2E->=3 E	0	0	1.1081	0
	Camión	2E-3E-4E	348	50	1.1081	55
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	1.1081	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	1.1081	0
Total			62885	8984		10180

Nota. La tabla 34 expone el IMDa de 10180 veh/día que transitan por la sección N°06.

Elaboración propia.

Cálculo de crecimiento de tránsito y proyección 2035

Tabla 35

Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°06

Tipo de vehículos			A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Vehículos ligeros	Auto		4259	4409	4563	4723	4888	5059	5236	5419	5609	5805	6008
	Station wagon		2830	2930	3032	3138	3248	3362	3479	3601	3727	3858	3993
	Pick up		1110	1149	1190	1231	1274	1319	1365	1413	1462	1513	1566
	Camionetas	Panel	50	52	54	56	58	60	62	64	66	69	71
		Rural combi	402	416	431	446	462	478	495	512	530	548	568
	Micro		35	37	38	39	41	42	43	45	46	48	50
	Moto		1386	1434	1484	1536	1590	1646	1703	1763	1825	1889	1955
	Motocarga		51	52	54	56	58	60	62	64	67	69	71
Vehículos pesados	Bus	2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Camión	2E-3E-4E	55	59	62	66	70	75	79	84	90	95	101
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total			10180	10538	10908	11292	11689	12100	12525	12966	13422	13894	14383

Nota. La tabla 35 expone el IMDa para un horizonte de proyección de 10 años, en el año 2035 el IMDa corresponde a 14383 veh/día que transitarán por la sección N°06. Elaboración propia.

Sección N°07: Jr. Arequipa – Jr. Andahuaylas

Cálculo del índice medio diario anual de tránsito (IMDa)

Tabla 36

Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°07

Tipo de vehículos			Total	IMDS	FC	IMDA
Vehículos ligeros		Auto	24318	3474	1.1333	3937
		Station wagon	21708	3101	1.1333	3515
		Pick up	6366	909	1.1333	1031
	Camionetas	Panel	311	44	1.1333	50
		Rural combi	2502	357	1.1333	405
		Micro	221	32	1.1333	36
		Moto	9135	1305	1.1333	1479
		Motocarga	345	49	1.1333	56
Vehículos pesados	Bus	2E->=3 E	0	0	1.1081	0
	Camión	2E-3E-4E	341	49	1.1081	54
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	1.1081	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	1.1081	0
Total			65247	9321		10562

Nota. La tabla 36 expone el IMDa de 10562 veh/día que transitan por la sección N°07.

Elaboración propia.

Cálculo de crecimiento de tránsito y proyección 2035

Tabla 37

Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°07

Tipo de vehículos			A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Vehículos ligeros	Auto		3937	4075	4218	4365	4518	4676	4840	5009	5184	5366	5554
	Station wagon		3515	3638	3765	3897	4033	4174	4320	4471	4628	4790	4958
	Pick up		1031	1067	1104	1143	1183	1224	1267	1311	1357	1405	1454
	Camionetas	Panel	50	52	54	56	58	60	62	64	66	69	71
		Rural combi	405	419	434	449	465	481	498	515	533	552	571
	Micro		36	37	38	40	41	42	44	46	47	49	50
	Moto		1479	1531	1584	1640	1697	1757	1818	1882	1948	2016	2086
	Motocarga		56	58	60	62	64	66	69	71	74	76	79
Vehículos pesados	Bus	2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Camión	2E-3E-4E	54	57	61	65	69	73	78	83	88	94	99
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total			10562	10933	11318	11716	12127	12554	12995	13452	13925	14415	14922

Nota. La tabla 37 expone el IMDa para un horizonte de proyección de 10 años, en el año 2035 el IMDa corresponde a 14922 veh/día que transitarán por la sección N°07. Elaboración propia.

Sección N°08: Jr. Arequipa – Jr. Chalhuanka

Cálculo del índice medio diario anual de tránsito (IMDa)

Tabla 38

Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°08

Tipo de vehículos			Total	IMDS	FC	IMDA
Vehículos ligeros		Auto	26751	3822	1.1333	4331
		Station wagon	18423	2632	1.1333	2983
		Pick up	6935	991	1.1333	1123
	Camionetas	Panel	379	54	1.1333	61
		Rural combi	2526	361	1.1333	409
		Micro	222	32	1.1333	36
		Moto	11527	1647	1.1333	1866
		Motocarga	509	73	1.1333	82
Vehículos pesados	Bus	2E->=3 E	0	0	1.1081	0
	Camión	2E-3E-4E	561	80	1.1081	89
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	1.1081	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	1.1081	0
Total			67833	9690		10980

Nota. La tabla 38 expone el IMDa de 10980 veh/día que transitan por la sección N°08.

Elaboración propia.

Cálculo de crecimiento de tránsito y proyección 2035

Tabla 39

Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°08

Tipo de vehículos			A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Vehículos ligeros	Auto		4331	4483	4639	4802	4970	5144	5324	5510	5703	5903	6109
	Station wagon		2983	3087	3195	3307	3423	3542	3666	3795	3928	4065	4207
	Pick up		1123	1162	1203	1245	1288	1334	1380	1428	1478	1530	1584
	Camionetas	Panel	61	64	66	68	70	73	75	78	81	84	87
		Rural combi	409	423	438	453	469	486	503	520	539	557	577
	Micro		36	37	39	40	41	43	44	46	47	49	51
	Moto		1866	1932	1999	2069	2142	2216	2294	2374	2457	2543	2632
	Motocarga		82	85	88	91	95	98	101	105	109	112	116
Vehículos pesados	Bus	2E->=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Camión	2E-3E-4E	89	94	100	107	113	121	128	136	145	154	164
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total			10980	11367	11767	12182	12611	13056	13516	13993	14487	14998	15527

Nota. La tabla 39 expone el IMDa para un horizonte de proyección de 10 años, en el año 2035 el IMDa corresponde a 15527 veh/día que transitarán por la sección N°08. Elaboración propia.

Sección N°09: Jr. Arequipa – Jr. Mariscal Gamarra

Cálculo del índice medio diario anual de tránsito (IMDa)

Tabla 40

Índice medio diario anual de tránsito en la sección N°09

Tipo de vehículos			Total	IMDS	FC	IMDA
Vehículos ligeros		Auto	26274	3753	1.1333	4254
		Station wagon	18289	2613	1.1333	2961
		Pick up	7001	1000	1.1333	1133
	Camionetas	Panel	373	53	1.1333	60
		Rural combi	2531	362	1.1333	410
		Micro	223	32	1.1333	36
		Moto	11958	1708	1.1333	1936
		Motocarga	541	77	1.1333	88
Vehículos pesados	Bus	2E->=3 E	0	0	1.1081	0
	Camión	2E-3E-4E	629	90	1.1081	100
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	1.1081	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	1.1081	0
Total			67819	9688		10978

Nota. La tabla 40 expone el IMDa de 10978 veh/día que transitan por la sección N°09.

Elaboración propia.

Cálculo de crecimiento de tránsito y proyección 2035

Tabla 41

Crecimiento de tránsito y proyección al 2035 en la sección N°09

Tipo de vehículos			A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Vehículos ligeros	Auto		4254	4403	4557	4716	4881	5052	5229	5412	5601	5797	6000
	Station wagon		2961	3065	3172	3283	3398	3517	3640	3767	3899	4036	4177
	Pick up		1133	1173	1214	1257	1301	1346	1393	1442	1493	1545	1599
	Camionetas	Panel	60	63	65	67	69	72	74	77	80	82	85
		Rural combi	410	424	439	454	470	487	504	521	540	558	578
	Micro		36	37	39	40	41	43	44	46	48	49	51
	Moto		1936	2004	2074	2146	2222	2299	2380	2463	2549	2639	2731
	Motocarga		88	91	94	97	101	104	108	111	115	119	124
Vehículos pesados	Bus	2e->=3 e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Camión	2E-3E-4E	100	106	113	120	127	135	144	153	162	173	183
	Semi tráiler	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tráiler	2T2-2T3-3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total			10978	11365	11765	12180	12610	13055	13516	13993	14487	14998	15528

Nota. La tabla 41 expone el IMDa para un horizonte de proyección de 10 años, en el año 2035 el IMDa corresponde a 15528 veh/día que transitarán por la sección N°09. Elaboración propia.

5.1.2. Cálculo del factor de la hora de máxima demanda

El FHMD es un elemento que condiciona el nivel de servicio, debido a que el flujo de vehículos en la hora de máxima demanda no está distribuido de modo constante (VCHI.S.A., 2005)

Se calculó el FHMD para un periodo de 15 minutos.

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{m\acute{a}s x_{15}})}$$

Dónde:

VHMD = Volumen horario de máxima demanda

$Q_{m\acute{a}s x_{15}}$ = Flujo máximo durante 15 minutos

Sección N°01: Av. Arenas – Jr. Núñez

Cálculo del factor de la hora de máxima demanda (FHMD)

Tabla 42

Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°01

Horario	Motos	Autos	Camionetas	Micro	Camiones	Q _{másx15}
21:00-21:15	31	94	30	0	1	156
21:15-21:30	35	101	28	0	1	165
21:30-21:45	37	85	28	0	1	151
21:45-22:00	39	57	33	0	0	129
Total						601
FHDM						0.9106

Nota. La tabla 42 muestra que el VHMD aforado el día sábado registró el tránsito de 601 veh/h, el FHMD para la sección N°01 es de 0.91, expone que los flujos vehiculares no son constantes en el periodo de una hora. Elaboración propia.

Sección N°02: Jr. Arequipa – Jr. Huancavelica

Cálculo del factor de la hora de máxima demanda (FHMD)

Tabla 43

Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°02

Horario	Motos	Autos	Camionetas	Micro	Camiones	Qmásx15
13:00-13:15	24	128	35	1	2	190
13:15-13:30	20	128	32	1	1	182
13:30-13:45	18	125	30	2	1	176
13:45-14:00	22	122	32	1	0	177
Total						725
FHDM						0.9539

Nota. La tabla 43 muestra que el VHMD aforado el día jueves registró el tránsito de 725 veh/h, el FHMD para la sección N°02 es de 0.95, expone que los flujos vehiculares no son constantes en el periodo de una hora. Elaboración propia.

Sección N°03: Jr. Arequipa – Jr. Junín

Cálculo del factor de la hora de máxima demanda (FHMD)

Tabla 44

Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°03

Horario	Motos	Autos	Camionetas	Micro	Camiones	Qmásx15
20:00-20:15	18	137	34	0	0	189
20:15-20:30	23	130	35	0	0	188
20:30-20:45	26	122	35	0	1	184
20:45-21:00	18	122	33	0	0	173
Total						734
FHDM						0.9709

Nota. La tabla 44 muestra que el VHMD aforado el día domingo registró el tránsito de 734 veh/h, el FHMD para la sección N°03 es de 0.97, expone que los flujos vehiculares no son constantes en el periodo de una hora. Elaboración propia.

Sección N°04: Jr. Arequipa – Jr. Cusco

Cálculo del factor de la hora de máxima demanda (FHMD)

Tabla 45

Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°04

Horario	Motos	Autos	Camionetas	Micro	Camiones	Qmásx15
19:00-19:15	49	115	38	2	0	204
19:15-19:30	41	122	35	1	1	200
19:30-19:45	40	111	39	0	0	190
19:45-20:00	36	112	36	1	2	187
Total						781
FHDM						0.9571

Nota. La tabla 45 muestra que el VHMD aforado el día viernes registró el tránsito de 781 veh/h, el FHMD para la sección N°04 es de 0.96, expone que los flujos vehiculares no son constantes en el periodo de una hora. Elaboración propia.

Sección N°05: Jr. Arequipa – Jr. Libertad

Cálculo del factor de la hora de máxima demanda (FHMD)

Tabla 46

Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°05

Horario	Motos	Autos	Camionetas	Micro	Camiones	Qmásx15
13:00-13:15	27	121	39	1	1	189
13:15-13:30	29	132	34	2	1	198
13:30-13:45	22	124	36	1	0	183
13:45-14:00	24	112	41	1	0	178
Total						748
FHDM						0.9444

Nota. La tabla 46 muestra que el VHMD aforado el día sábado registró el tránsito de 748 veh/h, el FHMD para la sección N°05 es de 0.94, expone que los flujos vehiculares no son constantes en el periodo de una hora. Elaboración propia.

Sección N°06: Jr. Arequipa – Jr. Unión

Cálculo del factor de la hora de máxima demanda (FHMD)

Tabla 47

Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°06

Horario	Motos	Autos	Camionetas	Micro	Camiones	Q _{másx15}
13:00-13:15	23	119	30	0	1	173
13:15-13:30	26	113	25	1	1	166
13:30-13:45	20	121	22	0	0	163
13:45-14:00	24	106	22	1	1	154
Total						656
FHDM						0.9480

Nota. La tabla 47 muestra que el VHMD aforado el día sábado registró el tránsito de 656 veh/h, el FHMD para la sección N°06 es de 0.95, expone que los flujos vehiculares no son constantes en el periodo de una hora. Elaboración propia.

Sección N°07: Jr. Arequipa – Jr. Andahuaylas

Cálculo del factor de la hora de máxima demanda (FHMD)

Tabla 48

Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°07

Horario	Motos	Autos	Camionetas	Micro	Camiones	Q _{másx15}
19:00-19:15	36	121	35	1	0	193
19:15-19:30	30	114	37	0	1	182
19:30-19:45	25	109	37	0	0	171
19:45-20:00	38	105	24	1	1	169
Total						715
FHDM						0.9262

Nota. La tabla 48 muestra que el VHMD aforado el día lunes registró el tránsito de 715 veh/h, el FHMD para la sección N°07 es de 0.93, expone que los flujos vehiculares no son constantes en el periodo de una hora. Elaboración propia.

Sección N°08: Jr. Arequipa – Jr. Chalhuanka

Cálculo del factor de la hora de máxima demanda (FHMD)

Tabla 49

Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°08

Horario	Motos	Autos	Camionetas	Micro	Camiones	Qmásx15
08:00-08:15	25	125	25	1	0	176
08:15-08:30	26	122	29	1	2	180
08:30-08:45	17	140	28	0	0	185
08:45-09:00	25	114	17	0	1	157
Total						698
FHDM						0.9915

Nota. La tabla 49 muestra que el VHMD aforado el día jueves registró el tránsito de 698 veh/h, el FHMD para la sección N°08 es de 0.99, expone que los flujos vehiculares no son constantes en el periodo de una hora. Elaboración propia.

Sección N°09: Jr. Arequipa – Jr. Mariscal Gamarra

Cálculo del factor de la hora de máxima demanda (FHMD)

Tabla 50

Factor de la hora de máxima demanda de la sección N°09

Horario	Motos	Autos	Camionetas	Micro	Camiones	Qmásx15
13:00-13:15	36	128	30	1	2	197
13:15-13:30	36	135	24	2	2	199
13:30-13:45	29	119	21	0	0	169
13:45-14:00	32	129	23	0	2	186
Total						751
FHDM						0.9530

Nota. La tabla 50 muestra que el VHMD aforado el día jueves registró el tránsito de 751 veh/h, el FHMD para la sección N°09 es de 0.95, expone que los flujos vehiculares no son constantes en el periodo de una hora. Elaboración propia.

Para la variable dependiente se consideró:

5.1.3. Nivel de servicio en segmentos de vías urbanas

Sección N°01: Av. Arenas – Jr. Núñez

Datos preliminares

Tabla 51

Datos preliminares de la sección N°01 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas

Datos preliminares - Sección N°01		
Longitud de vía	1234	ft
Ancho de carril	11.155	ft
Ancho de berma	1.312	ft
Número de carriles	2	ln
Volumen de demanda	601	veh/h
Periodo de análisis	1	h
Terreno	Plano	
FFS velocidad	21.748	mi/h

Nota. La tabla 51 muestra los datos preliminares recopilados en campo de la sección N°01. Convertidos al sistema numérico inglés, requerido por el HCM- 2016. Elaboración propia.

Tiempo de ejecución del segmento

Velocidad de flujo libre

Velocidad de flujo libre base

$$S_{fo} = S_{calib} + S_0 + f_{cs} + f_A + f_{pk}$$

Tabla 52

Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°01

Datos Sección N°01		
Scalib	No aplicable	
S ₀	35.839	mi/h
f _{cs}	-0.640	mi/h
f _A	-0.100	mi/h
f _{pk}	-0.900	mi/h
S_{fo}	34.199	mi/h

Nota. La tabla 52 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (S_{fo}) para la sección N°01, producto de la suma de los factores mostrados en la ecuación. Elaboración propia.

Ajuste de la distancia entre señales

$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{S_{fo} - 19.5}{\max(L_s, 400)} \leq 1.0$$

Tabla 53

Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°01

Datos Sección N°01			
Sfo	34.199	mi/h	
Ls	1234	mi/h	
fL	0.964	mi/h	

Nota. La tabla 53 muestra el valor para el ajuste de la distancia entre señales (fL) para la sección N°01, determinado producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de flujo libre

$$S_f = S_{fo} f_L \geq S_{pl}$$

Tabla 54

Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°01

Velocidad de flujo libre Sección N°01			
Sfo	34.199	mi/h	
fL	0.964	mi/h	
Sf	32.969	≥	21.748

Nota. La tabla 54 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (Sf) para la sección N°01, producto de la multiplicación de la velocidad de flujo libre base y el ajuste de la distancia entre señalizaciones. Elaboración propia.

Ajuste por proximidad del vehículo

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{v_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}}$$

Tabla 55

Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°01

Datos Sección N°01		
vm	601	veh/h
Nth	2	ln
Sf	32.969	mih/h
fv	1.528	

Nota. La tabla 55 muestra el valor para el ajuste por proximidad del vehículo (fv) para la sección N°01, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Tiempo de ejecución del segmento

$$t_R = \frac{6.0 - l_1}{0.0025 L} f_x + \frac{3,600 L}{5,280 S_f} f_v \sum_{i=1}^{Nap} dap.i + d_{other}$$

Tabla 56

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°01

Datos Sección N°01		
l1	2	s
L	1234	ft
fx	0	
sf	32.969	mih/h
fv	1.528	
Nap	0	
dap,i	5	s/veh
d other	10	s/veh
tR	49.007	s/veh

Nota. La tabla 56 muestra el valor para el tiempo de ejecución del segmento (tR) para la sección N°01, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Demora de desplazamiento

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

Tabla 57

Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°01

Datos Sección N°01		
vth	601	veh/h
dth	10	s/veh
vth	240	veh/h/ln
Nt	1	ln
dsl	0	s/veh
vsl	0	veh/h
dsr	5	s/veh
vsr	361	veh/h
PL	0	
PR	0.5	
dt	5	s/veh

Nota. La tabla 57 muestra el valor para la demora de desplazamiento (dt) para la sección N°01, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de viaje

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

Tabla 58

Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°01

Velocidad de desplazamiento Sección N°01		
L	1234	ft
tR	49.007	s/veh
dt	5.495	s/veh
Stseg	15.437	mi/h

Nota. La tabla 58 muestra el valor para la velocidad de viaje (Stseg) para la sección N°01, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Nivel de servicio

Tabla 59

Determinación del nivel de servicio de la sección N°01

Datos obtenidos		
Sf	32.969	mi/h
Stseg	15.437	mi/h

Nota. La tabla 59 muestra los valores obtenidos para Sf y Stseg, indispensables para determinar el nivel de servicio para la sección N°01 empleando la tabla de Nivel de

servicio para vehículos motorizados en segmentos de vías urbanas del manual HCM-2016. Elaboración propia.

El procedimiento dio como resultado el nivel de servicio **D** para el segmento de vía urbana de la sección N° 01 Av. Arenas – Jr. Arequipa.

Sección N°02: Jr. Arequipa – Jr. Huancavelica

Datos preliminares

Tabla 60

Datos preliminares de la sección N°02 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas

Datos preliminares - Sección N°02			
Longitud de vía	327	ft	
Ancho de carril	11.07	ft	
Ancho de berma	1.31	ft	
Número de carriles	2	ln	
Volumen de demanda	725	veh/h	
Periodo de análisis	1	h	
Terreno		Plano	
FFS velocidad	21.75	mi/h	

Nota. La tabla 60 muestra los datos preliminares recopilados en campo de la sección N°02. Convertidos al sistema numérico inglés, requerido por el HCM- 2016. Elaboración propia.

Tiempo de ejecución del segmento

Velocidad de flujo libre

Velocidad de flujo libre base

$$S_{fo} = S_{calib} + S_0 + f_{cs} + f_A + f_{pk}$$

Tabla 61

Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°02

Datos Sección N°02		
Scalib	No aplicable	
So	35.839	mi/h
fcs	-0.640	mi/h
fA	-0.250	mi/h
fpk	-0.600	mi/h
Sfo	34.349	mi/h

Nota. La tabla 61 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (Sfo) para la sección N°02, producto de la suma de los factores mostrados en la ecuación. Elaboración propia.

Ajuste de la distancia entre señales

$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{S_{fo} - 19.5}{\max(L_s, 400)} \leq 1.0$$

Tabla 62

Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°02

Datos Sección N°02		
Sfo	34.349	mi/h
Ls	327	mi/h
fL	0.846	mi/h

Nota. La tabla 62 muestra el valor para el ajuste de la distancia entre señales (fL) para la sección N°02, determinado producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de flujo libre

$$S_f = S_{fo} f_L \geq S_{pl}$$

Tabla 63

Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°02

Velocidad de flujo libre Sección N°02		
Sfo	34.349	mi/h
fL	0.846	mi/h
Sf	29.043	≥ 21.75

Nota. La tabla 63 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (Sf) para la sección N°02, producto de la multiplicación de la velocidad de flujo libre base y el ajuste de la distancia entre señalizaciones. Elaboración propia.

Ajuste por proximidad del vehículo

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{v_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}}$$

Tabla 64

Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°02

Datos Sección N°02		
vm	725	veh/h
Nth	2	ln
Sf	29.043	mih/h
fv	1.586	

Nota. La tabla 64 muestra el valor para el ajuste por proximidad del vehículo (fv) para la sección N°02, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento

$$t_R = \frac{6.0 - l_1}{0.0025 L} f_x + \frac{3,600 L}{5,280 S_f} f_v \sum_{i=1}^{Nap} dap.i + d_{other}$$

Tabla 65

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°02

Datos Sección N°02		
l1	2	s
L	327	ft
fx	0	
sf	29.043	mih/h
fv	1.586	
Nap	0	
dap,i	5	s/veh
d other	5	s/veh
tR	17.173	s/veh

Nota. La tabla 65 muestra el valor para el tiempo de ejecución del segmento (tR) para la sección N°02, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Demora de desplazamiento

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

Tabla 66*Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°02*

Datos Sección N°02		
vth	725	veh/h
dth	10	s/veh
vth	399	veh/h/ln
Nt	1	ln
dsl	0	s/veh
vsl	0	veh/h
dsr	5	s/veh
vsr	326	veh/h
PL	0	
PR	0.5	
dt	7	s/veh

Nota. La tabla 66 muestra el valor para la demora de desplazamiento (dt) para la sección N°02, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de viaje

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

Tabla 67*Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°02*

Velocidad de desplazamiento Sección N°02		
L	327	ft
tR	17.173	s/veh
dt	6.625	s/veh
Stseg	9.369	mi/h

Nota. La tabla 67 muestra el valor para la velocidad de viaje (Stseg) para la sección N°02, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Nivel de servicio

Tabla 68

Determinación del nivel de servicio de la sección N°02

Datos obtenidos		
Sf	29.043	mi/h
Stseg	9.369	mi/h

Nota. La tabla 68 muestra los valores obtenidos para Sf y Stseg, indispensables para determinar el nivel de servicio para la sección N°02 empleando la tabla de Nivel de servicio para vehículos motorizados en segmentos de vías urbanas del manual HCM-2016. Elaboración propia.

El procedimiento dio como resultado el nivel de servicio **E** para el segmento de vía urbana de la sección N°02 Jr. Arequipa – Jr. Huancavelica.

Sección N°03: Jr. Arequipa – Jr. Junín

Datos preliminares

Tabla 69

Datos preliminares de la sección N°03 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas

Datos preliminares - Sección N°03		
Longitud de vía	230	ft
Ancho de carril	11.47	ft
Ancho de berma	0.00	ft
Número de carriles	1	
Volumen de demanda	734	veh/h
Periodo de análisis	1	h
Terreno		Plano
FFS velocidad	21.75	mi/h

Nota. La tabla 69 muestra los datos preliminares recopilados en campo de la sección N°03. Convertidos al sistema numérico inglés, requerido por el HCM- 2016. Elaboración propia.

Tiempo de ejecución del segmento**Velocidad de flujo libre**

Velocidad de flujo libre base

$$S_{fo} = S_{calib} + S_0 + f_{cs} + f_A + f_{pk}$$

Tabla 70*Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°03*

Datos Sección N°03		
Scalib	No aplicable	
So	35.839	mi/h
fcs	0.105	mi/h
fA	-0.200	mi/h
fpk	-1.200	mi/h
Sfo	34.544	mi/h

Nota. La tabla 70 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (Sfo) para la sección N°03, producto de la suma de los factores mostrados en la ecuación. Elaboración propia.

Ajuste de la distancia entre señales

$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{S_{fo} - 19.5}{\max(L_s, 400)} \leq 1.0$$

Tabla 71*Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°03*

Datos Sección N°03		
Sfo	34.544	mi/h
Ls	230	mi/h
fL	0.843	mi/h

Nota. La tabla 71 muestra el valor para el ajuste de la distancia entre señales (fL) para la sección N°03, determinado producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de flujo libre

$$S_f = S_{fo} f_L \geq S_{pl}$$

Tabla 72

Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°03

Velocidad de flujo libre Sección N°03			
Sfo	34.544	mi/h	
fL	0.843	mi/h	
Sf	29.129	≥	21.75

Nota. La tabla 72 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (Sf) para la sección N°03, producto de la multiplicación de la velocidad de flujo libre base y el ajuste de la distancia entre señalizaciones. Elaboración propia.

Ajuste por proximidad del vehículo

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{v_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}}$$

Tabla 73

Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°03

Datos Sección N°03			
vm	734	veh/h	
Nth	1	ln	
Sf	29.129	mih/h	
fv	1.748		

Nota. La tabla 73 muestra el valor para el ajuste por proximidad del vehículo (fv) para la sección N°03, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento

$$t_R = \frac{6.0 - l_1}{0.0025 L} f_x + \frac{3,600 L}{5,280 S_f} f_v \sum_{i=1}^{Nap} dap.i + d_{other}$$

Tabla 74

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°03

Datos Sección N°03		
l1	2	s
L	230	ft
fx	0	
sf	29.129	mih/h
fv	1.748	
Nap	0	
dap,i	0	s/veh
d other	10	s/veh
tR	19.413	s/veh

Nota. La tabla 74 muestra el valor para el tiempo de ejecución del segmento (tR) para la sección N°03, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Demora de desplazamiento

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

Tabla 75

Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°03

Datos Sección N°03		
vth	734	veh/h
dth	0	s/veh
vth	734	veh/h/ln
Nt	1	ln
dsl	0	s/veh
vsl	0	veh/h
dsr	0	s/veh
vsr	0	veh/h
PL	0	
PR	0	
dt	0	s/veh

Nota. La tabla 75 muestra el valor para la demora de desplazamiento (dt) para la sección N°03, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de viaje

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

Tabla 76

Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°03

Velocidad de desplazamiento Sección N°03			
L	230	ft	
tR	19.413	s/veh	
dt	0.000	s/veh	
Stseg	8.078	mi/h	

Nota. La tabla 76 muestra el valor para la velocidad de viaje (Stseg) para la sección N°03, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Nivel de servicio

Tabla 77

Determinación del nivel de servicio de la sección N°03

Datos obtenidos			
Sf	29.129	mi/h	
Stseg	8.078	mi/h	

Nota. La tabla 77 muestra los valores obtenidos para Sf y Stseg, indispensables para determinar el nivel de servicio para la sección N°03 empleando la tabla de Nivel de servicio para vehículos motorizados en segmentos de vías urbanas del manual HCM-2016. Elaboración propia.

El procedimiento dio como resultado el nivel de servicio **F** para el segmento de vía urbana de la sección N°03 Jr. Arequipa – Jr. Junín.

Sección N°04: Jr. Arequipa – Jr. Cusco

Datos preliminares

Tabla 78

Datos preliminares de la sección N°04 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas

Datos preliminares - Sección N°04		
Longitud de vía	230	ft
Ancho de carril	12.66	ft
Ancho de berma	0.00	ft
Número de carriles	1	ln
Volumen de demanda	781	veh/h
Periodo de análisis	1.00	h
Terreno		Plano
FFS velocidad	21.75	mi/h

Nota. La tabla 78 muestra los datos preliminares recopilados en campo de la sección N°04. Convertidos al sistema numérico inglés, requerido por el HCM- 2016. Elaboración propia.

Tiempo de ejecución del segmento

Velocidad de flujo libre

Velocidad de flujo libre base

$$S_{fo} = S_{calib} + S_0 + f_{cs} + f_A + f_{pk}$$

Tabla 79

Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°04

Datos Sección N°04		
Scalib	No aplicable	
S ₀	35.839	mi/h
f _{cs}	0.105	mi/h
f _A	-0.200	mi/h
f _{pk}	-0.300	mi/h
Sfo	35.444	mi/h

Nota. La tabla 79 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (Sfo) para la sección N°04, producto de la suma de los factores mostrados en la ecuación. Elaboración propia.

Ajuste de la distancia entre señales

$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{S_{fo} - 19.5}{\max(L_s, 400)} \leq 1.0$$

Tabla 80

Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°04

Datos Sección N°04			
Sfo	35.444	mi/h	
Ls	230	mi/h	
fL	0.833	mi/h	

Nota. La tabla 80 muestra el valor para el ajuste de la distancia entre señales (fL) para la sección N°04, determinado producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de flujo libre

$$S_f = S_{fo} f_L \geq S_{pl}$$

Tabla 81

Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°04

Velocidad de flujo libre Sección N°04			
Sfo	35.444	mi/h	
fL	0.833	mi/h	
Sf	29.513	≥	21.75

Nota. La tabla 81 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (Sf) para la sección N°04, producto de la multiplicación de la velocidad de flujo libre base y el ajuste de la distancia entre señalizaciones. Elaboración propia.

Ajuste por proximidad del vehículo

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{v_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}}$$

Tabla 82

Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°04

Datos Sección N°04		
vm	781	veh/h
Nth	1	ln
Sf	29.513	mih/h
fv	1.762	

Nota. La tabla 82 muestra el valor para el ajuste por proximidad del vehículo (fv) para la sección N°04, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento

$$t_R = \frac{6.0 - l_1}{0.0025 L} f_x + \frac{3,600 L}{5,280 S_f} f_v \sum_{i=1}^{Nap} dap.i + d_{other}$$

Tabla 83

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°04

Datos Sección N°04		
l1	2	s
L	230	ft
fx	0	
sf	29.513	mih/h
fv	1.762	
Nap	1	
dap,i	5	s/veh
d other	5	s/veh
tR	19.363	s/veh

Nota. La tabla 83 muestra el valor para el tiempo de ejecución del segmento (tR) para la sección N°04, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Demora de desplazamiento

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

Tabla 84*Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°04*

Datos Sección N°04		
vth	781	veh/h
dth	5	s/veh
vth	625	veh/h/ln
Nt	1	ln
dsl	0	s/veh
vsl	0	veh/h
dsr	5	s/veh
vsr	156	veh/h
PL	0	
PR	0.5	
dt	5	s/veh

Nota. La tabla 84 muestra el valor para la demora de desplazamiento (dt) para la sección N°04, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de viaje

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

Tabla 85*Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°04*

Velocidad de desplazamiento Sección N°04		
L	230	ft
tR	19.363	s/veh
dt	4.500	s/veh
Stseg	6.572	mi/h

Nota. La tabla 85 muestra el valor para la velocidad de viaje (Stseg) para la sección N°04, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Nivel de servicio

Tabla 86

Determinación del nivel de servicio de la sección N°04

Datos obtenidos			
Sf	29.513	mi/h	
Stseg	6.572	mi/h	

Nota. La tabla 86 muestra los valores obtenidos para Sf y Stseg, indispensables para determinar el nivel de servicio para la sección N°04 empleando la tabla de Nivel de servicio para vehículos motorizados en segmentos de vías urbanas del manual HCM-2016. Elaboración propia.

El procedimiento dio como resultado el nivel de servicio **F** para el segmento de vía urbana de la sección N°04 Jr. Arequipa – Jr. Cusco.

Sección N°05: Jr. Arequipa – Jr. Libertad

Datos preliminares

Tabla 87

Datos preliminares de la sección N°5 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas

Datos preliminares - Sección N°05			
Longitud de vía	175	ft	
Ancho de carril	13.63	ft	
Ancho de berma	0.00	ft	
Número de carriles	1	ln	
Volumen de demanda	748	veh/h	
Periodo de análisis	1.00	h	
Terreno		Plano	
FFS velocidad	21.75	mi/h	

Nota. La tabla 87 muestra los datos preliminares recopilados en campo de la sección N°05. Convertidos al sistema numérico inglés, requerido por el HCM- 2016. Elaboración propia.

Tiempo de ejecución del segmento**Velocidad de flujo libre**

Velocidad de flujo libre base

$$S_{fo} = S_{calib} + S_0 + f_{cs} + f_A + f_{pk}$$

Tabla 88*Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°5*

Datos Sección N°05		
Scalib	No aplicable	
So	35.839	mi/h
fcs	0.105	mi/h
fA	-0.100	mi/h
fpk	0.000	mi/h
Sfo	35.844	mi/h

Nota. La tabla 88 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (Sfo) para la sección N°05, producto de la suma de los factores mostrados en la ecuación. Elaboración propia.

Ajuste de la distancia entre señales

$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{S_{fo} - 19.5}{\max(L_s, 400)} \leq 1.0$$

Tabla 89*Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°5*

Datos Sección N°05		
Sfo	35.844	mi/h
Ls	175	mi/h
fL	0.828	mi/h

Nota. La tabla 89 muestra el valor para el ajuste de la distancia entre señales (fL) para la sección N°05, determinado producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de flujo libre

$$S_f = S_{fo} f_L \geq S_{pl}$$

Tabla 90

Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°5

Velocidad de flujo libre Sección N°05			
Sfo	35.844	mi/h	
fL	0.828	mi/h	
Sf	29.677	≥	21.75

Nota. La tabla 90 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (Sf) para la sección N°05, producto de la multiplicación de la velocidad de flujo libre base y el ajuste de la distancia entre señalizaciones. Elaboración propia.

Ajuste por proximidad del vehículo

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{v_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}}$$

Tabla 91

Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°5

Datos Sección N°05			
vm	748	veh/h	
Nth	1	ln	
Sf	29.677	mih/h	
fv	1.749		

Nota. La tabla 91 muestra el valor para el ajuste por proximidad del vehículo (fv) para la sección N°05, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento

$$t_R = \frac{6.0 - l_1}{0.0025 L} f_x + \frac{3,600 L}{5,280 S_f} f_v \sum_{i=1}^{Nap} dap.i + d_{other}$$

Tabla 92

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°5

Datos Sección N°05		
l1	2	s
L	175	ft
fx	0	
sf	29.677	mih/h
fv	1.749	
Nap	0	
dap,i	5	s/veh
d other	0	s/veh
tR	7.030	s/veh

Nota. La tabla 92 muestra el valor para el tiempo de ejecución del segmento (tR) para la sección N°05, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Demora de desplazamiento

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

Tabla 93

Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°5

Datos Sección N°05		
vth	748	veh/h
dth	5	s/veh
vth	449	veh/h/ln
Nt	1	ln
dsl	5	s/veh
vsl	299	veh/h
dsr	0	s/veh
vsr	0	veh/h
PL	0.5	
PR	0	
dt	4	s/veh

Nota. La tabla 93 muestra el valor para la demora de desplazamiento (dt) para la sección N°05, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de viaje

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

Tabla 94

Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°5

Velocidad de desplazamiento Sección N°05		
L	175	ft
t _R	7.030	s/veh
d _t	4.000	s/veh
Stseg	10.818	mi/h

Nota. La tabla 94 muestra el valor para la velocidad de viaje (Stseg) para la sección N°05, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Nivel de servicio

Tabla 95

Determinación del nivel de servicio de la sección N°5

Datos obtenidos		
Sf	29.677	mi/h
Stseg	10.818	mi/h

Nota. La tabla 95 muestra los valores obtenidos para Sf y Stseg, indispensables para determinar el nivel de servicio para la sección N°05 empleando la tabla de Nivel de servicio para vehículos motorizados en segmentos de vías urbanas del manual HCM-2016. Elaboración propia.

El procedimiento dio como resultado el nivel de servicio **E** para el segmento de vía urbana de la sección N°05 Jr. Arequipa – Jr. Libertad.

Sección N°06: Jr. Arequipa – Jr. Unión

Datos preliminares

Tabla 96

Datos preliminares de la sección N°06 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas

Datos preliminares - Sección N°06		
Longitud de vía	389	ft
Ancho de carril	13.92	ft
Ancho de berma	0.00	ft
Número de carriles	1	ln
Volumen de demanda	656	veh/h
Periodo de análisis	1.00	h
Terreno		Plano
FFS velocidad	21.75	mi/h

Nota. La tabla 96 muestra los datos preliminares recopilados en campo de la sección N°06. Convertidos al sistema numérico inglés, requerido por el HCM- 2016. Elaboración propia.

Tiempo de ejecución del segmento

Velocidad de flujo libre

Velocidad de flujo libre base

$$S_{fo} = S_{calib} + S_0 + f_{cs} + f_A + f_{pk}$$

Tabla 97

Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°06

Datos Sección N°06		
Scalib	No aplicable	
S ₀	35.839	mi/h
f _{cs}	0.105	mi/h
f _A	-0.200	mi/h
f _{pk}	0.000	mi/h
S_{fo}	35.744	mi/h

Nota. La tabla 97 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (S_{fo}) para la sección N°06, producto de la suma de los factores mostrados en la ecuación. Elaboración propia.

Ajuste de la distancia entre señales

$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{S_{fo} - 19.5}{\max(L_s, 400)} \leq 1.0$$

Tabla 98

Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°06

Datos Sección N°06			
Sfo	35.744	mi/h	
Ls	389	mi/h	
fL	0.829	mi/h	

Nota. La tabla 98 muestra el valor para el ajuste de la distancia entre señales (fL) para la sección N°06, determinado producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de flujo libre

$$S_f = S_{fo} f_L \geq S_{pl}$$

Tabla 99

Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°06

Velocidad de flujo libre Sección N°06			
Sfo	35.744	mi/h	
fL	0.829	mi/h	
Sf	29.636	≥	21.75

Nota. La tabla 99 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (Sf) para la sección N°06, producto de la multiplicación de la velocidad de flujo libre base y el ajuste de la distancia entre señalizaciones. Elaboración propia.

Ajuste por proximidad del vehículo

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{v_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}}$$

Tabla 100

Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°06

Datos Sección N°06		
vm	656	veh/h
Nth	1	ln
Sf	29.636	mih/h
fv	1.714	

Nota. La tabla 100 muestra el valor para el ajuste por proximidad del vehículo (fv) para la sección N°06, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento

$$t_R = \frac{6.0 - l_1}{0.0025 L} f_x + \frac{3,600 L}{5,280 S_f} f_v \sum_{i=1}^{Nap} dap.i + d_{other}$$

Tabla 101

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°06

Datos Sección N°06		
l1	2	s
L	389	ft
fx	0	
sf	29.636	mih/h
fv	1.714	
Nap	1	
dap,i	0	s/veh
d other	0	s/veh
tR	15.339	s/veh

Nota. La tabla 101 muestra el valor para el tiempo de ejecución del segmento (tR) para la sección N°06, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Demora de desplazamiento

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

Tabla 102

Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°06

Datos Sección N°06		
vth	656	veh/h
dth	5	s/veh
vth	459	veh/h/ln
Nt	1	ln
dsl	0	s/veh
vsl	0	veh/h
dsr	5	s/veh
vsr	197	veh/h
PL	0	
PR	0.5	
dt	4	s/veh

Nota. La tabla 102 muestra el valor para la demora de desplazamiento (dt) para la sección N°06, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de viaje

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

Tabla 103

Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°06

Velocidad de desplazamiento Sección N°06		
L	389	ft
tR	15.339	s/veh
dt	4.250	s/veh
Stseg	13.540	mi/h

Nota. La tabla 103 muestra el valor para la velocidad de viaje (Stseg) para la sección N°06, producto de la ecuación mostrada.

Nivel de servicio

Tabla 104

Determinación del nivel de servicio de la sección N°06

Datos obtenidos		
Sf	29.636	mi/h
Stseg	13.540	mi/h

Nota. La tabla 104 muestra los valores obtenidos para Sf y Stseg, indispensables para determinar el nivel de servicio para la sección N°06 empleando la tabla de Nivel de servicio para vehículos motorizados en segmentos de vías urbanas del manual HCM-2016. Elaboración propia.

El procedimiento dio como resultado el nivel de servicio **D** para el segmento de vía urbana de la sección N°06 Jr. Arequipa – Jr. Unión.

Sección N°07: Jr. Arequipa – Jr. Andahuaylas

Datos preliminares

Tabla 105

Datos preliminares de la sección N°07 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas

Datos preliminares - Sección N°07		
Longitud de vía	170	ft
Ancho de carril	12.99	ft
Ancho de berma	0.00	ft
Número de carriles	1	ln
Volumen de demanda	715	veh/h
Periodo de análisis	1.00	h
Terreno		Plano
FFS velocidad	21.75	mi/h

Nota. La tabla 105 muestra los datos preliminares recopilados en campo de la sección N°07. Convertidos al sistema numérico inglés, requerido por el HCM- 2016. Elaboración propia.

Tiempo de ejecución del segmento**Velocidad de flujo libre**

Velocidad de flujo libre base

$$S_{fo} = S_{calib} + S_0 + f_{cs} + f_A + f_{pk}$$

Tabla 106*Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°07*

Datos Sección N°07		
Scalib	No aplicable	
S ₀	35.839	mi/h
f _{cs}	0.105	mi/h
f _A	-0.200	mi/h
f _{pk}	0.000	mi/h
Sfo	35.744	mi/h

Nota. La tabla 106 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (Sfo) para la sección N°07, producto de la suma de los factores mostrados en la ecuación. Elaboración propia.

Ajuste de la distancia entre señales

$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{S_{fo} - 19.5}{\max(L_s, 400)} \leq 1.0$$

Tabla 107*Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°07*

Datos Sección N°07		
Sfo	35.744	mi/h
L _s	170	mi/h
fL	0.829	mi/h

Nota. La tabla 107 muestra el valor para el ajuste de la distancia entre señales (fL) para la sección N°07, determinado producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de flujo libre

$$S_f = S_{fo} f_L \geq S_{pl}$$

Tabla 108

Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°07

Velocidad de flujo libre Sección N°07			
Sfo	35.744	mi/h	
fL	0.829	mi/h	
Sf	29.636	≥	21.75

Nota. La tabla 108 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (Sf) para la sección N°07, producto de la multiplicación de la velocidad de flujo libre base y el ajuste de la distancia entre señalizaciones. Elaboración propia.

Ajuste por proximidad del vehículo

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{v_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}}$$

Tabla 109

Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°07

Datos Sección N°07			
vm	715	veh/h	
Nth	1	ln	
Sf	29.636	mih/h	
fv	1.737		

Nota. La tabla 109 muestra el valor para el ajuste por proximidad del vehículo (fv) para la sección N°07, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento

$$t_R = \frac{6.0 - l_1}{0.0025 L} f_x + \frac{3,600 L}{5,280 S_f} f_v \sum_{i=1}^{Nap} dap.i + d_{other}$$

Tabla 110

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°07

Datos Sección N°07		
l1	2	s
L	170	FT
fx	0	
sf	29.636	mih/h
fv	1.737	
Nap	0	
dap,i	0	s/veh
d other	0	s/veh
tR	6.792	s/veh

Nota. La tabla 110 muestra el valor para el tiempo de ejecución del segmento (tR) para la sección N°07, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Demora de desplazamiento

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

Tabla 111

Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°07

Datos Sección N°07		
vth	715	veh/h
dth	5	s/veh
vth	358	veh/h/ln
Nt	1	ln
dsl	5	s/veh
vsl	358	veh/h
dsr	0	s/veh
vsr	0	veh/h
PL	0.5	
PR	0	
dt	4	s/veh

Nota. La tabla 111 muestra el valor para la demora de desplazamiento (dt) para la sección N°07, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de viaje

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

Tabla 112

Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°07

Velocidad de desplazamiento Sección N°07			
L	170	ft	
tR	6.792	s/veh	
dt	3.750	s/veh	
Stseg	10.995	mi/h	

Nota. La tabla 112 muestra el valor para la velocidad de viaje (Stseg) para la sección N°07, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Nivel de servicio

Tabla 113

Determinación del nivel de servicio de la sección N°07

Datos obtenidos			
Sf	29.636	mi/h	
Stseg	10.995	mi/h	

Nota. La tabla 113 muestra los valores obtenidos para Sf y Stseg, indispensables para determinar el nivel de servicio para la sección N°07 empleando la tabla de Nivel de servicio para vehículos motorizados en segmentos de vías urbanas del manual HCM-2016. Elaboración propia.

El procedimiento dio como resultado el nivel de servicio **E** para el segmento de vía urbana de la sección N°07 Jr. Arequipa – Jr. Andahuaylas.

Sección N°08: Jr. Arequipa – Jr. Chalhuanca

Datos preliminares

Tabla 114

Datos preliminares de la sección N°08 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas

Datos preliminares - Sección N°08		
Logitud de vía	544	ft
Ancho de carril	12.17	ft
Ancho de berma	0.00	ft
Número de carriles	1	ln
Volumen de demanda	698	veh/h
Periodo de análisis	1	h
Terreno		Plano
FFS velocidad	21.75	mi/h

Nota. La tabla 114 muestra los datos preliminares recopilados en campo de la sección N°08. Convertidos al sistema numérico inglés, requerido por el HCM- 2016. Elaboración propia.

Tiempo de ejecución del segmento

Velocidad de flujo libre

Velocidad de flujo libre base

$$S_{fo} = S_{calib} + S_0 + f_{cs} + f_A + f_{pk}$$

Tabla 115

Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°08

Datos Sección N°08		
Scalib	No aplicable	
S ₀	35.839	mi/h
f _{cs}	0.105	mi/h
f _A	-0.200	mi/h
f _{pk}	-0.600	mi/h
S_{fo}	35.144	mi/h

Nota. La tabla 115 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (S_{fo}) para la sección N°08, producto de la suma de los factores mostrados en la ecuación. Elaboración propia.

Ajuste de la distancia entre señales

$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{S_{fo} - 19.5}{\max(L_s, 400)} \leq 1.0$$

Tabla 116

Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°08

Datos Sección N°08			
Sfo	35.144	mi/h	
Ls	544	mi/h	
fL	0.885	mi/h	

Nota. La tabla 116 muestra el valor para el ajuste de la distancia entre señales (fL) para la sección N°08, determinado producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de flujo libre

$$S_f = S_{fo} f_L \geq S_{pl}$$

Tabla 117

Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°08

Velocidad de flujo libre Sección N°08			
Sfo	35.144	mi/h	
fL	0.885	mi/h	
Sf	31.097	≥	21.75

Nota. La tabla 117 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (Sf) para la sección N°08, producto de la multiplicación de la velocidad de flujo libre base y el ajuste de la distancia entre señalizaciones. Elaboración propia.

Ajuste por proximidad del vehículo

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{v_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}}$$

Tabla 118

Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°08

Datos Sección N°08		
vm	698	veh/h
Nth	2	ln
Sf	31.097	mih/h
fv	1.565	

Nota. La tabla 118 muestra el valor para el ajuste por proximidad del vehículo (fv) para la sección N°08, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento

$$t_R = \frac{6.0 - l_1}{0.0025 L} f_x + \frac{3,600 L}{5,280 S_f} f_v \sum_{i=1}^{Nap} dap.i + d_{other}$$

Tabla 119

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°08

Datos Sección N°08		
l1	2	s
L	544	ft
fx	0	
sf	31.097	mih/h
fv	1.565	
Nap	1	
dap,i	2	s/veh
d other	0	s/veh
tR	20.672	s/veh

Nota. La tabla 119 muestra el valor para el tiempo de ejecución del segmento (tR) para la sección N°08, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Demora de desplazamiento

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

Tabla 120

Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°08

Datos Sección N°08		
vth	698	veh/h
dth	2	s/veh
vth	419	veh/h/ln
Nt	1	ln
dsl	2	s/veh
vsl	279	veh/h
dsr	0	s/veh
vsr	0	veh/h
PL	0.5	
PR	0	
dt	2	s/veh

Nota. La tabla 120 muestra el valor para la demora de desplazamiento (dt) para la sección N°08, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de viaje

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

Tabla 121

Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°08

Velocidad de desplazamiento Sección N°08		
L	544	ft
tR	20.672	s/veh
dt	1.600	s/veh
Stseg	16.654	mi/h

Nota. La tabla 121 muestra el valor para la velocidad de viaje (Stseg) para la sección N°08, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Nivel de servicio

Tabla 122

Determinación del nivel de servicio de la sección N°08

Datos obtenidos		
Sf	31.097	mi/h
Stseg	16.654	mi/h

Nota. La tabla 122 muestra los valores obtenidos para Sf y Stseg, indispensables para determinar el nivel de servicio para la sección N°08 empleando la tabla de Nivel de

servicio para vehículos motorizados en segmentos de vías urbanas del manual HCM-2016. Elaboración propia.

El procedimiento dio como resultado el nivel de servicio **C** para el segmento de vía urbana de la sección N°08 Jr. Arequipa – Jr. Chalhuanca.

Sección N°09: Jr. Arequipa – Jr. Mariscal Gamarra

Datos preliminares

Tabla 123

Datos preliminares de la sección N°09 para determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas

Datos preliminares - Sección N°09		
Longitud de vía	541	ft
Ancho de carril	12.59	ft
Ancho de berma	0.00	ft
Número de carriles	2	ln
Volumen de demanda	751	veh/h
Periodo de análisis	1	h
Terreno		Plano
FFS velocidad	21.75	mi/h

Nota. La tabla 123 muestra los datos preliminares recopilados en campo de la sección N°09. Convertidos al sistema numérico inglés, requerido por el HCM- 2016. Elaboración propia.

Tiempo de ejecución del segmento

Velocidad de flujo libre

Velocidad de flujo libre base

$$S_{fo} = S_{calib} + S_0 + f_{cs} + f_A + f_{pk}$$

Tabla 124

Cálculo de velocidad de flujo libre base de la sección N°09

Datos Sección N°09		
Scalib	No aplicable	
So	35.839	mi/h
fcs	0.105	mi/h
fA	-0.200	mi/h
fpk	-0.600	mi/h
Sfo	35.144	mi/h

Nota. La tabla 124 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (Sfo) para la sección N°09, producto de la suma de los factores mostrados en la ecuación. Elaboración propia.

Ajuste de la distancia entre señales

$$f_L = 1.02 - 4.7 \frac{S_{fo} - 19.5}{\max(L_s, 400)} \leq 1.0$$

Tabla 125

Cálculo de ajuste de la distancia entre señalizaciones de la sección N°09

Datos Sección N°09		
Sfo	35.144	mi/h
Ls	541	mi/h
fL	0.884	mi/h

Nota. La tabla 125 muestra el valor para el ajuste de la distancia entre señales (fL) para la sección N°09, determinado producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de flujo libre

$$S_f = S_{fo} f_L \geq S_{pl}$$

Tabla 126

Cálculo de velocidad de flujo libre de la sección N°09

Velocidad de flujo libre Sección N°09			
Sfo	35.144	mi/h	
fL	0.884	mi/h	
Sf	31.070	≥	21.75

Nota. La tabla 126 muestra el valor para la velocidad de flujo libre (Sf) para la sección N°09, producto de la multiplicación de la velocidad de flujo libre base y el ajuste de la distancia entre señalizaciones. Elaboración propia.

Ajuste por proximidad del vehículo

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{v_m}{52.8 N_{th} S_f}\right)^{0.21}}$$

Tabla 127

Cálculo de ajuste por proximidad del vehículo de la sección N°09

Datos Sección N°09		
vm	751	veh/h
Nth	2	ln
Sf	31.070	mih/h
fv	1.579	

Nota. La tabla 127 muestra el valor para el ajuste por proximidad del vehículo (fv) para la sección N°09, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento

$$t_R = \frac{6.0 - l_1}{0.0025 L} f_x + \frac{3,600 L}{5,280 S_f} f_v \sum_{i=1}^{Nap} dap.i + d_{other}$$

Tabla 128

Cálculo de tiempo de ejecución del segmento de la sección N°09

Datos Sección N°09		
l1	2	s
L	541	ft
fx	0	
sf	31.070	mih/h
fv	1.579	
Nap	0	
dap,i	0	s/veh
d other	0	s/veh
tR	18.751	s/veh

Nota. La tabla 128 muestra el valor para el tiempo de ejecución del segmento (tR) para la sección N°09, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Demora de desplazamiento

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

Tabla 129*Cálculo de demora de desplazamiento de la sección N°09*

Datos Sección N°09		
vth	751	veh/h
dth	0	s/veh
vth	0	veh/h/ln
Nt	0	ln
dsl	2	s/veh
vsl	376	veh/h
dsr	2	s/veh
vsr	376	veh/h
PL	0.5	
PR	0.5	
dt	1	s/veh

Nota. La tabla 129 muestra el valor para la demora de desplazamiento (dt) para la sección N°09, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Velocidad de viaje

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

Tabla 130*Cálculo de la velocidad de viaje de la sección N°09*

Velocidad de desplazamiento Sección N°09		
L	541	ft
tR	18.751	s/veh
dt	1.000	s/veh
Stseg	18.676	mi/h

Nota. La tabla 130 muestra el valor para la velocidad de viaje (Stseg) para la sección N°09, producto de la ecuación mostrada. Elaboración propia.

Nivel de servicio

Tabla 131

Determinación del nivel de servicio de la sección N°09

Datos obtenidos		
Sf	31.070	mi/h
Stseg	18.676	mi/h

Nota. La tabla 131 muestra los valores obtenidos para Sf y Stseg, indispensables para determinar el nivel de servicio para la sección N°09 empleando la tabla de Nivel de servicio para vehículos motorizados en segmentos de vías urbanas del manual HCM-2016. Elaboración propia.

El procedimiento dio como resultado el nivel de servicio **C** para el segmento de vía urbana de la sección N°09 Jr. Arequipa – Jr. Mariscal Gamarra.

5.1.4. Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas

Sección N°01: Av. Arenas – Jr. Núñez

Datos preliminares

Tabla 132

Datos preliminares de la sección N°01 para determinar el nivel de servicio en intersecciones semaforizadas de vías urbanas

Datos preliminares Sección N°01		
Ancho de carril	11.15	ft
Flujo directo	361	veh/h
Flujo derecho	240	veh/h
Flujo izquierdo	0	veh/h
Número de carriles	2	ln
Pendiente	0.43%	
Número de estacionamiento	0	
Número de paraderos	0	

Nota. La tabla 132 muestra los datos preliminares recopilados en campo de la sección N°01. Convertidos al sistema numérico inglés, requerido por el HCM- 2016. Elaboración propia.

Flujo de saturación ajustado

$$S = S_o * f_W * f_{HVg} * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{wz} * f_{ms} * f_{sp}$$

Tabla 133

Cálculo de la saturación real del grupo de carriles de la sección N°01

DATOS SECCIÓN N°01		
So	1900	veh/h
fW	1	
fHVg	1.000	
fp	0.995	
fbb	0.988	
fa	0.900	
fLU	0.833	
fLT	1	
fRT	0.847	
fLpb	1	
Fwz	1	
fms	1	
fsp	1	
S	1186.553	veh/h

Nota. La tabla 133 muestra el valor para la saturación real del grupo de carriles (S) para la sección N°01, producto del flujo de saturación básico por los factores de ajuste como se muestra en la ecuación. Elaboración propia.

Proporción de llegada durante la indicación verde

Tabla 134

Cálculo de la proporción de llegada durante la indicación verde en la sección N°01

Datos Sección N°01	
Verde efectivo	25
Ciclo	70
VE/C	0.357

Nota. La tabla 134 muestra el valor para la proporción de llegada durante la indicación verde (VE/C) para la sección N°01, producto de los tiempos reales semafóricos obtenidos en campo. Elaboración propia.

Capacidad y volumen

Tasa de flujo ajustado

$$V_p = \frac{VHMD}{FHMD * f_{HV}}$$

Tabla 135

Cálculo de la tasa de flujo ajustado de la sección N°01

Datos Sección N°01		
VHMD	601	veh/h
FHMD	0.911	
Fhv	1	
Vp	660	veh/h

Nota. La tabla 135 muestra el valor para la tasa de flujo ajustado (Vp) para la sección N°01, producto del volumen horario de máxima demanda por el factor de la hora de máxima demanda y el factor de ajuste por vehículos pesados. Elaboración propia.

Capacidad

Tabla 136

Cálculo de la capacidad de la sección N°01

Datos Sección N°01		
S	1186.553	veh/h
Ve/C	0.357	
Capacidad	423.769	veh/h

Nota. La tabla 136 muestra el valor para la capacidad para la sección N°01, producto de la saturación real del grupo de carriles y la proporción de llegada durante la indicación verde de la sección. Elaboración propia.

Relación volumen y capacidad (grado de saturación)

Tabla 137

Cálculo del grado de saturación de la sección N°01

Datos Sección N°01		
Vp	660.009	veh/h
Capacidad	423.769	veh/h
Gs	1.557	

Nota. La tabla 137 muestra el valor para el grado de saturación para la sección N°01, producto de la tasa de flujo ajustado y la capacidad de la sección. Elaboración propia.

Demora

$$d_1 = PF \frac{0.5C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - [\min(1, x) g/C]}$$

Tabla 138

Cálculo de demora en la sección N°01

Datos obtenidos		
Ciclo semafórico (C)	70	
Verde efectivo (g)	25	
Grado de saturación (Gs o X)	1.557	
PF	1	
d1	32.595	seg/veh

Nota. La tabla 138 muestra el valor de demora por vehículo que transita en la sección N°01. Elaboración propia.

Nivel de servicio

El procedimiento dio como resultado el nivel de servicio **C** para la intersección semaforizada de la sección N° 01 Av. Arenas – Jr. Arequipa.

Sección N°03: Jr. Arequipa – Jr. Junín

Datos preliminares

Tabla 139

Datos preliminares de la sección N°03 para determinar el nivel de servicio en intersecciones semaforizadas de vías urbanas

Datos preliminares Sección N°03		
Ancho de carril	12.99	ft
Flujo directo	734	veh/h
Flujo derecho	0	veh/h
Flujo izquierdo	0	veh/h
Número de carriles	1	ln
Pendiente	1.42%	
Número de estacionamiento	0	
Número de paraderos	0	

Nota. La tabla 139 muestra los datos preliminares recopilados en campo de la sección N°03. Convertidos al sistema numérico inglés, requerido por el HCM- 2016. Elaboración propia.

Flujo de saturación ajustado

$$S = S_o * f_W * f_{HVg} * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{wz} * f_{ms} * f_{sp}$$

Tabla 140

Cálculo de la saturación real del grupo de carriles de la sección N°03

Datos Sección N°03		
So	1900	veh/h
fW	1	
fHVg	1.000	
fp	0.970	
fbb	0.973	
fa	0.900	
fLU	1	
fLT	1	
fRT	1	
fLpb	1	
Fwz	1	
fms	1	
fsp	1	
S	1613.015	veh/h

Nota. La tabla 130 muestra el valor para la saturación real del grupo de carriles (S) para la sección N°03, producto del flujo de saturación básico por los factores de ajuste como se muestra en la ecuación. Elaboración propia.

Proporción de llegada durante la indicación verde

Tabla 141

Cálculo de la proporción de llegada durante la indicación verde en la sección N°03

Datos Sección N°03	
Verde efectivo	22
Ciclo	59
VE/C	0.373

Nota. La tabla 141 muestra el valor para la proporción de llegada durante la indicación verde (VE/C) para la sección N°03, producto de los tiempos reales semafóricos obtenidos en campo. Elaboración propia.

Capacidad y volumen

Tasa de flujo ajustado

$$V_p = \frac{VHMD}{FHMD * f_{HV}}$$

Tabla 142

Cálculo de la tasa de flujo ajustado de la sección N°03

Datos Sección N°03		
VHMD	734	veh/h
FHMD	0.971	
Fhv	1	
Vp	756	veh/h

Nota. La tabla 142 muestra el valor para la tasa de flujo ajustado (Vp) para la sección N°03, producto del volumen horario de máxima demanda por el factor de la hora de máxima demanda y el factor de ajuste por vehículos pesados. Elaboración propia.

Capacidad

Tabla 143

Cálculo de la capacidad de la sección N°03

Datos Sección N°03		
S	1613.015	veh/h
Ve/C	0.373	
Capacidad	601.463	veh/h

Nota. La tabla 143 muestra el valor para la capacidad para la sección N°03, producto de la saturación real del grupo de carriles y la proporción de llegada durante la indicación verde. Elaboración propia.

Relación volumen y capacidad (grado de saturación)

Tabla 144*Cálculo del grado de saturación de la sección N°03*

Datos Sección N°03		
Vp	756.033	veh/h
Capacidad	601.463	veh/h
Gs	1.257	

Nota. La tabla 144 muestra el valor para el grado de saturación para la sección N°03, producto de la tasa de flujo ajustado y la capacidad de la sección. Elaboración propia.

Demora

$$d_1 = PF \frac{0.5C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - [\min(1, x) g/C]}$$

Tabla 145*Cálculo de demora en la sección N°03*

Datos obtenidos		
Ciclo semafórico (C)	59	
Verde efectivo (g)	22	
Grado de saturación (Gs o X)	1.257	
PF	1	
d1	21.837	seg/veh

Nota. La tabla 145 muestra el valor de demora por vehículo que transita en la sección N°03. Elaboración propia.

Nivel de servicio

El procedimiento dio como resultado el nivel de servicio **C** para la intersección semaforizada de la sección N° 03 Jr. Arequipa – Jr. Junín.

Los resultados de los valores de nivel de servicio indican que las características geométricas, la longitud y ancho de los segmentos de vías urbanas limitan la velocidad de tránsito, siendo este un factor imprescindible para brindar un nivel de servicio óptimo. Se observó y comprobó mediante los cálculos presentados que en las horas convencionales la velocidad de desplazamiento y la demora por punto de control pueden ser los mismos a

los valores registrados en hora pico a consecuencia de la imprudencia de los usuarios de la infraestructura vial urbana.

5.1.5. Propuestas de solución para mejorar las características del tráfico vehicular y su influencia en el nivel de servicio urbano de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024.

Realizado el análisis de tráfico vehicular y determinado el nivel de servicio, se evidencia que el volumen de demanda y la velocidad de desplazamiento en cada sección del tramo varía dependiendo al día, horario y actividades socioeconómicas. Considerando lo mencionado es necesario que cada sección del tramo de estudio esté acondicionada para abastecer la demanda de horas pico.

Erradicación de la informalidad

- Prohibir el parqueo y estacionamiento:

Las secciones del tramo de estudio son irregulares, como característica se tienen calzadas y bermas angostas, en algunas secciones la ausencia de bermas. La geometría de la vía urbana limita el tránsito fluido de vehículos, siendo la geometría un factor que no puede ser modificado, se propone la prohibición de parqueo y estacionamiento en la vía urbana, con mayor relevancia en periodos de hora pico, debido a la obstrucción de carriles durante la maniobra y periodos de espera prologados respectivamente.

- Delimitar zonas de parada para vehículos de transporte público urbano:

Se observó que los vehículos tales como combis rurales, microbuses no tienen asignada una zona de parada formal de subida y bajada para los usuarios del transporte público, factor que contribuye a la informalidad y obstrucción del tránsito fluido de los vehículos que continúan en la cola de circulación.

Inversión pública municipal

- Construcción de infraestructuras destinadas al estacionamiento y parqueo vehicular:

Debido a la alta demanda permanente de transporte y lugares de estacionamiento y parqueo de funcionamiento ininterrumpido durante las 24 horas diarias, por las actividades socioeconómicas cotidianas es factible la inversión municipal para elaboración de proyectos y ejecución de los mismos, proyectos que permitirán erradicar la informalidad, permitirá mejorar el nivel de servicio de todas las secciones del tramo de estudio y aledaños, así mismo, brindará seguridad y confort a los usuarios.

- Proyecto de señalización y mantenimiento periódico

En el reconocimiento del tramo de estudio detallado por secciones se observó la falta de mantenimiento de los dispositivos de control y en algunas secciones la ausencia de dispositivos para el control de tránsito. Es necesario un proyecto de señalización y su conservación, para que la infraestructura urbana opere eficientemente se debe proporcionar a los usuarios conductor, pasajero y peatón la información suficiente para su interpretación.

Los dispositivos de control deben permanecer conservados, legibles, limpios y deben estar ubicados en puntos estratégicos y oportunos.

Señales preventivas: Cambios de alineamiento, reducción y aumento del número de carriles y cambios del ancho de la calzada, pendientes peligrosas, proximidad a un punto de paso de peatones y cruces escolares condiciones deficientes en la superficie de rodadura o presencia de obras de construcción.

Señales restrictivas: Recuerda restricciones en el tránsito vehicular sancionables, derecho de paso de vía, velocidad máxima de circulación, dirección de circulación prohibiciones de giro, prohibiciones de estacionamiento.

Señales informativas: información sobre nombres de ubicación, lugares de interés, servicios, señales informativas de recomendación.

Producto del análisis realizado, se plantean propuestas de solución:

Para la sección N°01 la propuesta de solución es eliminar zonas de estacionamiento informales interruptores del tránsito fluido de vehículos, designar una zona exclusiva designado a paraderos de transporte público, realizar el mantenimiento de los dispositivos de control verticales (comprensibles y ubicados en zonas visibles), mantenimiento de los dispositivos de control horizontales (repintado de marcas viales).

Para la sección N°02 la propuesta de solución es eliminar zonas de estacionamiento informales interruptores del tránsito fluido de vehículos, designar una zona exclusiva para paraderos de transporte público, implementar dispositivos de control verticales (comprensibles y ubicados en zonas visibles), mantenimiento de los dispositivos de control horizontales (repintado de marcas viales) considerando que la sección es de alto flujo y es una zona escolar.

Para la sección N°03 la propuesta de solución es eliminar zonas de estacionamiento y parqueo, interruptores del tránsito fluido de vehículos, designar una zona exclusiva para paraderos de transporte público, implementar dispositivos de control verticales (comprensibles y ubicados en zonas visibles), mantenimiento de los dispositivos de control horizontales (repintado de marcas viales) considerando que la sección es de alto flujo y es una zona comercial.

Para la sección N°04 la propuesta de solución es eliminar el acceso Jr. 2 de mayo por el reducido espacio entre intersecciones con el acceso Jr. Junín alimentador del Jr Arequipa, prohibir espacio de estacionamiento y parqueo en zonas informales, designar una zona exclusiva para paraderos de transporte público, implementar dispositivos de control verticales (comprensibles y ubicados en zonas visibles), mantenimiento de los dispositivos de control horizontales (repintado de marcas viales) considerando que la sección es de alto flujo y es una zona comercial.

Para la sección N°05 la propuesta de solución es prohibir espacio de estacionamiento y parqueo debido a que esta sección de vía de un carril limita el tránsito continuo de vehículos, prohibir paraderos dentro de la sección, implementar

dispositivos de control verticales (comprensibles y ubicados en zonas visibles), mantenimiento de los dispositivos de control horizontales (repintado de marcas viales).

Para la sección N°06 la propuesta de solución es prohibir espacio de estacionamiento y parqueo debido a que esta sección de vía de un carril limita el tránsito continuo de vehículos, prohibir paraderos dentro de la sección, implementar dispositivos de control verticales (comprensibles y ubicados en zonas visibles), mantenimiento de los dispositivos de control horizontales (repintado de marcas viales).

Para la sección N°07 la propuesta de solución es prohibir espacio de estacionamiento y parqueo debido a que esta sección de vía de un carril limita el tránsito continuo de vehículos, prohibir paraderos dentro de la sección, implementar dispositivos de control verticales (comprensibles y ubicados en zonas visibles), mantenimiento de los dispositivos de control horizontales (repintado de marcas viales).

Para la sección N°08 la propuesta de solución es eliminar zonas de estacionamiento y parqueo informales, designar una zona exclusiva para estacionamiento lateral paralelo, designar una zona exclusiva para paraderos de transporte público, implementar dispositivos de control verticales (comprensibles y ubicados en zonas visibles), mantenimiento de los dispositivos de control horizontales (repintado de marcas viales).

Para la sección N°09 la propuesta de solución es eliminar zonas de estacionamiento y parqueo informales, designar una zona exclusiva para estacionamiento lateral paralelo, designar una zona exclusiva para paraderos de transporte público, implementar dispositivos de control verticales (comprensibles y ubicados en zonas visibles), mantenimiento de los dispositivos de control horizontales (repintado de marcas viales).

5.2. Discusión

a) Discusión de resultados del objetivo general “a”

La tesis tiene como objetivo general analizar el tráfico vehicular y su influencia en el nivel de servicio urbano de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024;

partiendo de la variable se analizaron las dimensiones: flujo de vehicular, características del tráfico vehicular, e infraestructura vial. Según los resultados presentados en las tablas N°6, N°8, N°10, N°12, N°14, N°16, N°18, N°20 y N°22 el flujo de vehículos por cada sección es variable. En la sección N°01 se obtuvo que el día sábado fue el de máximo volumen de tránsito registrando 8729 veh/día, en la sección N°02 se obtuvo que el día viernes fue el de máximo volumen de tránsito registrando 10838 veh/día, en la sección N°03 se obtuvo que el día sábado fue el de máximo volumen de tránsito registrando 10132 veh/día, en la sección N°04 se obtuvo que el día sábado fue el de máximo volumen de tránsito registrando 11793 veh/día, en la sección N°05 se obtuvo que el día sábado fue el de máximo volumen de tránsito registrando 11599 veh/día, en la sección N°06 se obtuvo que el día sábado fue el de máximo volumen de tránsito registrando 10186 veh/día, en la sección N°07 se obtuvo que el día sábado fue el de máximo volumen de tránsito registrando 10086 veh/día, en la sección N°08 se obtuvo que el día viernes fue el de máximo volumen de tránsito registrando 11188 veh/día, en la sección N°09 se obtuvo que el día sábado fue el de máximo volumen de tránsito registrando 11102 veh/día.

Las características de tránsito se determinaron en base a la composición vehicular, en la sección N°01 se compuso de autos 41.15%, station wagon 24.84%, motos 15.48%, pick up 13.39%, combi rural 3.53% y 1.61% otros, en la sección N°02 se compuso de autos 43.38%, station wagon 25.13%, motos 11.94%, pick up 10.17%, combi rural 7.37% y 2.01% otros, en la sección N°03 se compuso de autos 43.64%, station wagon 25.01%, motos 11.46%, pick up 10.14%, combi rural 7.68% y 2.07% otros, en la sección N°04 se compuso de autos 42.04%, station wagon 25.43%, motos 12.78%, pick up 10.47%, combi rural 7.12% y 2.16% otros, en la sección N°05 se compuso de autos 41.99%, station wagon 25.78%, motos 12.74%, pick up 10.08%, combi rural 7.32% y 2.09% otros, en la sección N°06 se compuso de autos 41.84%, station wagon 27.80%, motos 13.61%, pick up 10.91%, combi rural 3.95% y 1.89% otros, en la sección N°07 se compuso de autos 41.15%, station wagon 24.84%, motos

15.48%, pick up 13.39%, combi rural 3.53% y 1.61% otros, en la sección N°07 se compuso de autos 37.27%, station wagon 33.27%, motos 14%, pick up 9.76%, combi rural 3.83% y 1.87% otros, en la sección N°08 se compuso de autos 39.44%, station wagon 27.16%, motos 16.99%, pick up 10.22%, combi rural 3.72% y 2.47% otros, en la sección N°09 se compuso de autos 38.74%, station wagon 26.97%, motos 17.63%, pick up 10.32%, combi rural 3.73% y 2.61% otros.

Estos resultados fueron comparados con los hallazgos de Borrero y Farfán (2021) en su tesis titulada “Análisis del congestionamiento vehicular y propuesta de mejora vial en la intersección de las avenidas Sánchez Cerro y Vice en la ciudad de Piura, Piura”, donde se determinó que el máximo valor de volumen vehicular corresponde al día viernes del acceso este con un volumen diario de 22,808 veh/día, a su vez determinaron la composición vehicular por accesos: el acceso norte registró mototaxis 35.62%, autos 36.48%, motos 26.31% y otros vehículos 1.6%, el acceso sur registró mototaxis 42.11%, autos 32.86%, motos 24.11% y otros vehículos 0.92%, el acceso oeste registró mototaxis 26.17%, autos 47.03%, motos 21.08% y otros vehículos 5.72%, el acceso este registró mototaxis 27.24%, autos 46.47%, motos 21.96% y otros vehículos 4.33%.

En base a los resultados, se concluye que la circulación vehicular es variable y no puede fijarse con exactitud una hora de máxima demanda, la composición vehicular es caracterizada por la mayor presencia de autos (vehículos ligeros) y en cantidades inferiores vehículos de transporte público.

b) Discusión de resultados del objetivo específico “b”

Identificar las condiciones actuales de la infraestructura vial y su influencia en el nivel de servicio urbano de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024; partiendo de la variable se analizaron las dimensiones: infraestructura vial y características del flujo vehicular. Según las ilustraciones presentadas se identificó que los factores que generan saturación del flujo vehicular son las características geométricas y los dispositivos de control reguladores del uso de la vía urbana, la falta

de mantenimiento y/o ausencia de los dispositivos de control, ausencia de líneas longitudinales que dividen la calzada por carriles, falta de zonas delimitadas exclusivas para paraderos de transporte público.

Las características de la infraestructura vial en la sección N°01 comprende una calzada de dos carriles en un sentido, presenta dispositivos de control verticales: 3 señales informativas ubicadas en zonas no perceptibles, 5 señales reglamentarias deterioradas y no cuenta con señalización preventiva, dispositivos de control horizontales: presenta 2 marcas planas desgastadas no visibles y no cuenta con marcas elevadas. Las características de la infraestructura vial en la sección N°02 comprende una calzada de dos carriles en un sentido, no presenta dispositivos de control verticales, dispositivos de control horizontales: presenta 3 marcas planas desgastadas a penas perceptibles y cuenta con marcas elevadas. Las características de la infraestructura vial en la sección N°03 comprende una calzada de un carril, presenta dispositivos de control verticales: 2 señales reglamentarias, pero carecen de señales informativas y señales, dispositivos de control horizontales: presenta 1 marca plana poco visible y no presenta marcas elevadas. Las características de la infraestructura vial en la sección N°04 comprende una calzada de un carril, presenta dispositivos de control verticales: 1 señal informativa deteriorada ubicada en una zona no perceptible, 2 señales reglamentarias deterioradas y no cuenta con señalización preventiva, no presenta dispositivos de control horizontales. Las características de la infraestructura vial en la sección N°05 comprende una calzada de un carril, presenta dispositivos de control verticales: 1 señal informativa apenas perceptible, no presenta señales reglamentarias ni señales preventivas, no presenta dispositivos de control horizontales. Las características de la infraestructura vial en la sección N°06 comprende una calzada de un carril, no presenta dispositivos de control verticales y horizontales. Las características de la infraestructura vial en la sección N°07 comprende una calzada de dos carriles, no presenta dispositivos de control verticales y horizontales. Las características de la infraestructura vial en la sección N°08

comprende una calzada de dos carriles en dos sentidos, presenta dispositivos de control verticales: 1 señal informativa ubicadas en una zona no perceptible, 1 señal reglamentaria deteriorada y no cuenta con señalización preventiva, no presenta dispositivos de control horizontales. Las características de la infraestructura vial en la sección N°09 comprende una calzada de dos carriles en dos sentidos, presenta dispositivos de control verticales: 2 señales informativas deterioradas y ubicadas en zonas no perceptibles, 2 señales reglamentarias deterioradas apenas perceptibles y no cuenta con señalización preventiva, no presenta dispositivos de control horizontales.

Estos resultados se compararon con los hallazgos de Fenández y Rengifo (2023) en su tesis titulada “Análisis y propuesta de Solución al Congestionamiento Vehicular en la Intersección de la Avenida Huamán con la calle 28 de Julio, Víctor Larco Herrera – La Libertad”, donde se observó que la Avenida Huamán con la calle 28 de Julio, Víctor Larco Herrera donde el pavimento de la carretera presenta la falta de señalización vertical y horizontal en el cruce vial, así como en la sección estrecha que existe en dicha intersección, como consecuencia de varios lotes que cortan la Avenida Huamán, produciendo congestión, riesgo de accidentes para los usuarios, tales como los transeúntes y los propios conductores.

c) Discusión de resultados del objetivo específico “c”

Determinar el nivel de servicio del flujo vehicular y su influencia en el nivel de servicio urbano de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024; partiendo de la variable se analizó la dimensión: características del flujo vehicular. Según los resultados obtenidos se determinaron los niveles de servicio en segmentos de vías urbanas para cada sección del tramo de estudio y los niveles de servicio en intersecciones semaforizadas existentes.

Tabla 146

Nivel de servicio en los segmentos del tramo de vía urbana analizada

Secciones	Velocidad de flujo libre	Velocidad de desplazamiento	Nivel de servicio
Sección N°01	32.969 mi/h	15.437 mi/h	D
Sección N°02	29.043 mi/h	9.369 mi/h	E
Sección N°03	29.129 mi/h	8.078 mi/h	F
Sección N°04	29.513 mi/h	6.572 mi/h	F
Sección N°05	29.677 mi/h	10.818 mi/h	E
Sección N°06	29.636 mi/h	13.540 mi/h	D
Sección N°07	29.636 mi/h	10.995 mi/h	E
Sección N°08	31.097 mi/h	16.654 mi/h	C
Sección N°09	31.070 mi/h	18.676 mi/h	C

Nota. La tabla 146 muestra el resumen los valores obtenidos del nivel de servicio para cada sección del tramo de estudio analizado. Elaboración propia.

Tabla 147

Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas del tramo de vía urbana analizada

Intersecciones	Demora por punto de control	Nivel de servicio
Sección N°01	33 mi/h	C
Sección N°03	22 mi/h	C

Nota. La tabla 147 muestra el resumen los valores obtenidos del nivel de servicio para intersecciones semaforizadas existentes del tramo de estudio analizado. Elaboración propia.

Estos resultados fueron comparados con los hallazgos de Borrero y Farfán (2021) en su tesis titulada “Análisis del congestionamiento vehicular y propuesta de mejora vial en la intersección de las avenidas Sánchez Cerro y Vice en la ciudad de Piura, Piura”, donde utilizando el manual HCM se determinó que los niveles de servicio definidos para cada punto de acceso son deficientes. Acceso norte presenta un nivel de servicio F, acceso sur presenta un nivel de servicio F, acceso oeste presenta un nivel de servicio F y el acceso este presenta un nivel de servicio F.

d) Discusión de resultados del objetivo específico “d”

Determinar la propuesta de solución para mejorar las características del tráfico vehicular y su influencia en el nivel de servicio urbano de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa – Abancay, 2024; partiendo de la variable se analizó la dimensión: características del flujo vehicular. Según los resultados obtenidos de los niveles de servicio se determinaron propuestas de solución para mejorar la circulación vehicular: Erradicación de la informalidad, intervenir prohibiendo el parqueo y estacionamiento informal, delimitar zonas de parada para vehículos de transporte público urbano. Inversión pública municipal, como solución definitiva al grave problema de parqueo se propone la construcción de infraestructuras destinadas al estacionamiento y parqueo vehicular, proyecto de señalización y mantenimiento periódico.

Estos resultados fueron comparados con los hallazgos de Borrero y Farfán (2021) en su tesis titulada “Análisis del congestionamiento vehicular y propuesta de mejora vial en la intersección de las avenidas Sánchez Cerro y Vice en la ciudad de Piura, Piura”, determinaron propuestas de solución por alternativas: La alternativa 01 consiste en la optimización de ciclos semafóricos, la alternativa 02 trata de la restricción de vehículos mototaxis y la alternativa 03 en la modificación de la sección de vía y aumento de carril.

VI. Conclusiones

1. Se logró con éxito el objetivo general de la tesis, como se muestra en las tablas 24 - 50. Por medio de la aplicación de las normativas del manual de carreteras diseño geométrico 2018 y el manual de diseño de vías urbanas 2005, se analizó el tráfico vehicular en la Av. Arenas y el Jr. Arequipa, identificando la sección 04 como la sección de mayor tránsito vehicular del tramo de estudio con un IMDA de 12175 veh/día (tabla 30). Analizando el tramo de estudio por secciones se precisó que el tráfico vehicular influye considerablemente en el servicio urbano de transporte público.
2. El objetivo específico I de la tesis fue realizado óptimamente, se identificó las condiciones de la infraestructura vial, se muestra en las figuras 12 - 22. Los gráficos muestran las condiciones actuales de la infraestructura vial de la Av. Arenas y el Jr. Arequipa, evidenciando la necesidad de mantenimiento y la ausencia de los dispositivos de control vehicular en cada sección del tramo de estudio. Se precisó que la condición actual de la infraestructura vial influye considerablemente en el servicio urbano de transporte público.
3. El objetivo específico II de la tesis fue realizado óptimamente, se determinó el nivel de servicio por segmentos de vías urbanas en las 9 secciones delimitadas del tramo de estudio y se determinó el nivel de servicio para intersecciones semaforizadas existentes en el tramo de estudio, el análisis se muestra en las tablas 51 - 145. Se concluyó que el nivel de servicio en secciones e intersecciones no es óptimo, el nivel de servicio varía para cada sección en relación a la geometría de la vía urbana y en relación al tiempo de demora de desplazamiento, señalado específicamente en las tablas 146 y 147. Determinando el nivel de servicio del flujo vehicular por secciones e intersecciones, se precisó que el nivel de servicio del flujo vehicular influye considerablemente en el servicio urbano de transporte.
4. El objetivo específico III de las tesis fue realizada y descrita óptimamente, se determinó las propuestas de solución para mejorar las características del tráfico

vehicular, mejorará el nivel servicio percibido para todos los usuarios de la infraestructura urbana, estas implementaciones deben ser acompañadas de la supervisión de personal de tránsito para el cumplimiento eficiente. Se determinó que la propuesta de solución para mejorar las características del tráfico vehicular influye considerablemente en el servicio urbano de transporte.

VII. Recomendaciones

a) Recomendación para las conclusiones del objetivo general

Se recomienda analizar el tráfico vehicular mediante la delimitación por segmentos para realizar la recopilación manual de datos en campo acompañado de dispositivos electrónicos como cámaras de videovigilancia en cada intersección de la vía urbana para obtener mayor precisión en la recopilación de datos.

b) Recomendación para las conclusiones del objetivo específico I

Se sugiere identificar las condiciones actuales de la infraestructura vial considerando los periodos de precipitaciones estacionales intensas para poder identificar fallas no perceptibles en periodos regulares, los cuales afectan considerablemente en el tránsito vehicular.

c) Recomendación para las conclusiones del objetivo específico II

Se sugiere determinar el nivel de servicio en segmentos de vías urbanas tomando los datos en campo durante periodos de 15 min de hora pico, permitirá la visualización con mayor exactitud de los tiempos de demora provocados por los estacionamientos y paradas informales en zonas críticas, proporcionando valores reales.

d) Recomendación para las conclusiones del objetivo específico III

Se sugiere determinar las propuestas de solución basados también en el comportamiento de los usuarios de la vía urbana, peatones y pasajeros. Se considera que el comportamiento imprudente de los usuarios aumenta la variabilidad del flujo, degrada el rendimiento del sistema vial en conjunto.

VIII. Referencias

- Aparicio, F., Vera, C., y Díaz, V. (1995). *Teoría de los vehículos automoviles*. Madrid: DEXTRA.
- Benavides, T. (2021). *Evaluación del tráfico vehicular para dar solución al congestionamiento en la intersección entre la Av. Rodrigo Pachano y Manuelita Sáenz de la ciudad de Ambato*.
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32375>
- Borrero, J., y Farfan, R. (2021). *Análisis del congestionamiento vehicular y propuesta de mejora vial en la intersección de las avenidas Sánchez Cerro y Vice en la ciudad de Piura, Piura*. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/7838>
- Cal y Mayor, R. & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de Tránsito - Fundamentos y Aplicaciones* (9a. edición ed.). México: Alfaomega.
- Calatayud, A., Sánchez Gonzáles, S., Bedoya Maya, F., Giraldez, F., y Márquez, J. (2001). *Congestión urbana en América Latina y el Caribe: características, costos y mitigación*. <http://dx.doi.org/10.18235/0003149>
- Cebr. (2014). *The future economic and environmental costs of gridlock in 2030 (Issue July)*. [https://www.ibtta.org/sites/default/files/documents/MAF/Costs-of-Congestion-INRIX-Cebr-Report%20\(3\).pdf](https://www.ibtta.org/sites/default/files/documents/MAF/Costs-of-Congestion-INRIX-Cebr-Report%20(3).pdf)
- Cerquera, F. Á. (2007). *Capacidad y niveles de servicio de la infraestructura vial*.
<https://repositorio.uptc.edu.co/server/api/core/bitstreams/693b5757-14a5-4c12-a585-e0b4a23ff5bc/content>
- Delvalle Loor, A. J. (17 de 10 de 2022). *“Análisis del nivel de servicio de la avenida Martiniano Delgado del Cantón Jipijapa”*.
<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4338>
- European Comission. (2020). <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9781f65f-8448-11ea-bf12-01aa75ed71a1>

Fernández A., R., y Dextre, J. C. (2011). *Elementos de la teoría del tráfico vehicular*.

Lima, Perú: Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011.

Fernández, S., y Rengifo, J. (2023). *"Análisis y Propuesta de Solución al*

Congestionamiento Vehicular en la Intersección de la Avenida Huamán con la calle 28 de Julio, Víctor Larco Herrera - La Libertad".

<https://hdl.handle.net/20.500.12759/11122>

Flores, R., & Ferré, D. (2023). *Propuesta de reformas para mejorar la movilidad, accesibilidad y seguridad vial. Caso: intersección Av. Canadá con Paseo de La República*. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/11122>

Gómez, L. (2023). *Análisis del impacto de vehículos autónomos y convencionales sobre el tráfico vehicular mixto*.

<https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/1e05a623-ff7d-4ea6-977e-13689b120e75/content>

Goodwin. (2004). *Los costos económicos de la congestión del tráfico vial*.

<https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1259/>

HCM. (2016). *Higway Capacity Manual*. Trasportation Research Bard.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación Sexta edición*. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

INEI. (2018). *Perfil Sociodemográfico del Perú*.

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf

ISO 9000. (2005). *ISO Plataforma de navegación en línea (OBP)*.

<https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-3:v1:es>

Molina Toledo, D. A. (2024). *Análisis de niveles de servicio mediante la aplicación del método HCM: estudio de caso Megamaxi Cuenca*.

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/45467>

Montañez, L. (2016). *Planeación de la infraestructura en México*.

https://www.researchgate.net/publication/312056848_51_Montanez_L_2016_Planeacion_de_la_infraestructura_en_Mexico_Revista_IC_del_Colegio_de_Ingenieros_Civiles_de_Mexico_No_570_noviembre-diciembre_pp_20-23_httpsissuucomcicm_oficialdocsic570_final

Morales, F. V., & Moliendo, W. (2022). *"Análisis de la circulación vehicular y propuesta de solución en la ciudad de Izcuchaca, provincia de Anta, departamento del Cusco"*.

<https://hdl.handle.net/20.500.12557/4856>

MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018*.

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

Munguia, I. (2016). *Sistema de optimización de tráfico vehicular aplicado a la glorieta Santa Fe*. Obtenido de <http://158.97.217.18/handle/1008/531>

Nuñera, M. (2021). *Evaluación y propuestas para mitigar la congestión vehicular en la avenida Sáenz Peña, distrito de Chiclayo 2019*.

<http://hdl.handle.net/20.500.12423/3310>

Pérez, F., Bautista, A., Salazar, M., & Macias, A. (2013). *Análisis del flujo de tráfico vehicular a través de un modelo macroscópico*.

<http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v81n184.38650>

QuadMinds. (s.f.). *QuadMinds*. Obtenido de <https://www.quadminds.com/blog/nivel-de-servicio/>

Real Academia Española. (s.f.). *Real Academia Española*.

<https://www.rae.es/drae2001/velocidad>

Tom Tom. (2019). <https://www.tomtom.com/traffic-index/ranking/>

Vásquez, A., Guanuchi, L., Cahuana, R., Vera, R., & Holgado, J. (2023). *Métodos de Investigación Científica*. doi:<https://doi.org/10.35622/inudi.b.094>

VCHI.S.A. (2005). *MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS - 2005 -*

VCHI. <https://limacap.org/normatividad->

2019/transportes/Manual%20VCHI%20(2005).pdf

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes