



**Universidad
Católica de
Santa María**

**Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

**Principales factores que afectan la operación del Sistema Integral
de Transporte - SIT, en la cuenca C3-Cayma de la ciudad de
Arequipa, 2025**

Tesis presentada por:

Huanqui Mendoza, Enrique Alejandro

ORCID: 0009-0000-5506-4229

Valdivia Butron, Juan Luis

ORCID: 0009-0005-4088-4298

para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor:

Dr. De la Cruz Mendoza, Fernando Aron

ORCID: 0000-0002-0386-4176

Arequipa – Perú

2026

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA CIVIL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 17 de Junio del 2026

Dictamen: 012810-C-EPIC-2026

Visto el borrador del expediente 012810, presentado por:

2017602781 - VALDIVIA BUTRON JUAN LUIS

2017818071 - HUANQUI MENDOZA ENRIQUE ALEJANDRO

Titulado:

**PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN LA OPERACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE
TRANSPORTE - SIT, EN LA CUENCA C3-CAYMA DE LA CIUDAD DE AREQUIPA, 2025**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO CIVIL

**29439333 - TICONA BALDARRAGO AGUSTO ISRAEL
DICTAMINADOR**



**41587204 - GARCIA GODOS PEÑALOZA LUZ MATILDE
DICTAMINADOR**



**71256920 - TORRES ALMIRON JENIFFER CARLA
DICTAMINADOR**



PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN LA OPERACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE TRANSPORTE CUENCA C3-CAYMA DE LA CIUDAD DE AREQUIPA, 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUD

FUENTES PRIMARIAS

1 Submitted to Universidad Católica de Santa María
Trabajo del estudiante

2 www.muniarequipa.gob.pe
Fuente de Internet

3 tesis.ucsm.edu.pe
Fuente de Internet

4 hdl.handle.net
Fuente de Internet

5 repositorio.ucv.edu.pe
Fuente de Internet

6 repositorio.uancv.edu.pe
Fuente de Internet

7 sitios.yagua.com
Fuente de Internet

8 www.coursehero.com
Fuente de Internet

9 repositorio.unsa.edu.pe
Fuente de Internet

10 alicia.concytec.gob.pe
Fuente de Internet

11 repositorio.ucsm.edu.pe
Fuente de Internet

12 Submitted to Universidad Tecnológica del Peru
Trabajo del estudiante

13 exploredoc.com
Fuente de Internet

14 repositorio.continental.edu.pe
Fuente de Internet

repositorio.upla.edu.pe

DEDICATORIA

Agradezco en primer lugar a Dios, por haberme brindado fuerza y sabiduría para culminar esta importante etapa de formación. A la Virgen del Carmen por su protección constante y por guiarme en estos momentos difíciles que necesite.

A mis padres Juan y Vilma, por su amor, esfuerzo y sacrificio incondicional en mi desarrollo personal y académico. Gracias por creer en mí y motivarme a seguir adelante a pesar de los obstáculos.

A mi hermana Valeria, mi compañera y cómplice de vida, gracias por recordarme siempre la importancia de la familia y apoyarme en estos momentos difíciles.

A mi papa Lucho y mi mama Tina por sus consejos, valores y sus enseñanzas, que han sido fuente de inspiración en mi vida. Ellos son el motor fundamental que me impulso para alcanzar mi meta, a pesar que mis papas ya no me acompañan físicamente, sé que donde estén se siente orgulloso de este gran logro.

Agradecer a toda mi familia, quienes, con su apoyo, animo constante y palabras de aliento estuvieron presentes en este proceso. A todos ellos mi más profundo agradecimiento, pues este logro también les pertenece.

Juan Luis

A Dios, por acompañarme durante este proceso y permitirme alcanzar esta meta.

A mi padre, Roger, por ser un ejemplo de esfuerzo, responsabilidad y perseverancia, valores que han guiado mi formación personal y profesional.

A mi madre, Julia, por su amor incondicional y por ser la motivación que impulsa cada uno de mis esfuerzos.

A mi hermano, César, por su compañía, apoyo y por los innumerables momentos de alegría y diversión compartidos a lo largo de mi vida.

A mi hermana, Sofía, por su apoyo constante y por contribuir a mantener la unión de nuestra familia.

A mi familia y amigos en general, por su apoyo, confianza y palabras de aliento durante esta etapa tan importante.

Enrique Alejandro

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen del Carmen, por guiarnos en este camino y permitirnos alcanzar este momento tan importante de nuestras vidas. Por brindarles fortaleza en los días difíciles y claridad en los momentos de duda y sabiduría necesaria para seguir adelante; su presencia y protección han sido el sostén que nos permitió avanzar con perseverancia y culminar este proceso con fe, esperanza y profunda gratitud.

A nuestro asesor, Dr. Fernando Aron de la Cruz Mendoza, por su compromiso, acompañamiento y por su orientación durante el desarrollo de esta investigación. Agradecemos su disposición, paciencia y valiosos aportes, los cuales fueron fundamentales para el adecuado enfoque, desarrollo y culminación de este trabajo de investigación.

De manera especial, a esas personas que formaron parte de este proceso, cuya compañía, confianza y amor fueron fundamentales para llegar hasta aquí. Gracias por motivarnos y apoyarnos en los momentos de mayor exigencia. Su apoyo emocional hizo este camino más llevadero y significativo.

Agradecer a la universidad, a la empresa Transcayma y a profesionales vinculados al sector de transporte por su valioso aporte y el apoyo constante, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo y la culminación de esta investigación.



RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar los Principales factores que afectan la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025; teniendo como metodología de tipo de aplicada, enfoque cuantitativo, y diseño no experimental; los resultados indicaron que el Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025, presenta limitaciones operativas, infraestructurales y de cobertura frente a la demanda real. Los aforos vehiculares registraron hasta 1,412 vehículos y 144 motocicletas en días de mayor flujo y 1,034 vehículos en días de menor tránsito, generando congestión en intersecciones críticas como Av. Cayma–Mariano Melgar y Bolognesi. La evaluación de infraestructura en seis rutas (100, 241, 300, 400, 500 y 700) identificó deterioro severo del pavimento, destacando la ruta 700 con 970 grietas transversales, 675 longitudinales, 265 baches y 330 áreas con piel de cocodrilo, y la ruta 241 con 781 grietas transversales y 548 longitudinales. La flota operativa alcanzó 240 vehículos frente a una flota mínima requerida de 256 unidades, evidenciando un déficit de 16 vehículos y un nivel de acreditación del 57%, además de la presencia de 195 vehículos informales (85 tipo M1, 95 tipo M2 y 15 tipo M3) que afectan la regularidad del servicio. La demanda estimada fue de 60,165 usuarios, equivalentes al 63.1% de una población proyectada de 108,350 habitantes, generando 92,655 viajes diarios, de los cuales el 14.2% (13,157 pasajeros) se concentra en la hora punta de 07:00 a 08:00 a.m., requiriéndose una flota de 731 vehículos tipo M2 o 347 tipo M3 para atender adecuadamente dicha demanda. Finalmente se concluye que el Sistema Integral de Transporte en la Cuenca C3-Cayma presenta deficiencias significativas en infraestructura, operación de flota y cobertura frente a una demanda real elevada. Estas limitaciones se reflejan en el deterioro vial, déficit vehicular y alta concentración de viajes en horas punta, afectando la eficiencia y sostenibilidad del servicio.

Palabras Clave: Sistema Integral de Transporte, Demanda de transporte, infraestructura vial

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the main factors affecting the operation of the Integrated Transport System (SIT) in the C3-Cayma Basin of the city of Arequipa in 2025. The methodology used was applied, quantitative, and non-experimental in design. The results indicated that the Comprehensive Transportation System (SIT) in the C3-Cayma Basin of the city of Arequipa, 2025, has operational, infrastructural, and coverage limitations in relation to actual demand. Vehicle counts recorded up to 1,412 vehicles and 144 motorcycles on days with the highest traffic flow and 1,034 vehicles on days with the lowest traffic, causing congestion at critical intersections such as Av. Cayma–Mariano Melgar and Bolognesi. The infrastructure assessment on six routes (100, 241, 300, 400, 500, and 700) identified severe pavement deterioration, particularly on Route 700, with 970 transverse cracks, 675 longitudinal cracks, 265 potholes, and 330 areas with alligator cracking, and Route 241 with 781 transverse cracks and 548 longitudinal cracks. The operational fleet reached 240 vehicles compared to a minimum required fleet of 256 units, showing a deficit of 16 vehicles and an accreditation level of 57%, in addition to the presence of 195 informal vehicles (85 type M1, 95 type M2, and 15 type M3) that affect the regularity of the service. The estimated demand was 60,165 users, equivalent to 63.1% of a projected population of 108,350 inhabitants, generating 92,655 daily trips, of which 14.2% (13,157 passengers) are concentrated during the rush hour from 7:00 to 8:00 a.m., requiring a fleet of 731 M2-type vehicles or 347 M3-type vehicles to adequately meet this demand. Finally, it is concluded that the Comprehensive Transportation System in the C3-Cayma Basin has significant deficiencies in infrastructure, fleet operation, and coverage in the face of high actual demand. These limitations are reflected in road deterioration, vehicle shortages, and high concentration of trips during rush hour, affecting the efficiency and sustainability of the service.

Keywords: Integrated Transportation System, Transportation demand, Road infrastructure.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

LISTA DE ABREVIATURAS

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3

1.1. Formulación del Problema 3

1.2. Problema..... 5

1.2.1. Problema General..... 5

1.2.2. Problema Específicos 5

1.3. Objetivos de Investigación 5

1.3.1. Objetivo General 5

1.3.2. Objetivos Específicos..... 5

1.4. Justificación de la Investigación 6

1.4.1. Importancia de la Investigación (Aporte)..... 6

1.4.2. Viabilidad o Presupuesto..... 6

1.4.3. Alcances y Limitaciones 7

1.5. Hipótesis..... 8

1.5.1. Hipótesis General 8

1.5.2. Hipótesis Específicas..... 8

1.6. Variables..... 8

1.6.1. Independiente 8

1.6.2. Dependiente..... 8

1.7. Operacionalización de Variables..... 9

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes de la investigación	10
2.1.1. Internacionales	10
2.1.2. Nacionales	13
2.2. Definición de Términos básicos	16
2.2.1. Tiempo de circulación.....	16
2.2.2. Capacidad de la demanda vehicular	16
2.2.3. Modelado.....	17
2.2.4. Espacio	17
2.2.5. Tiempo	17
2.2.6. Número de vehículos.....	17
2.2.7. Vehículos por día	17
2.2.8. Carriles por vía	17
2.2.9. Capacidad máxima de soporte vehicular.....	18
2.2.10. Software	18
2.2.11. Simulación.....	18
2.2.12. Distancia.....	18
2.3. Bases teóricas	18
2.3.1. Transporte Público	18
2.3.2. Factores que afectan al Transporte Urbano.....	20
2.3.3. Sistema Integral de Transporte (SIT)	21
2.3.4. Teoría de la Red Urbana.....	24
2.3.5. Criterios de Análisis del Transporte por la visión de Molinero y Sánchez.....	25
2.3.6. Nivel de servicio.....	26
2.3.7. Requerimientos del usuario	27
2.3.8. Sistema Integrado de Transporte de la ciudad de Arequipa.....	27
2.3.9. Componente de Operación de Rutas	28

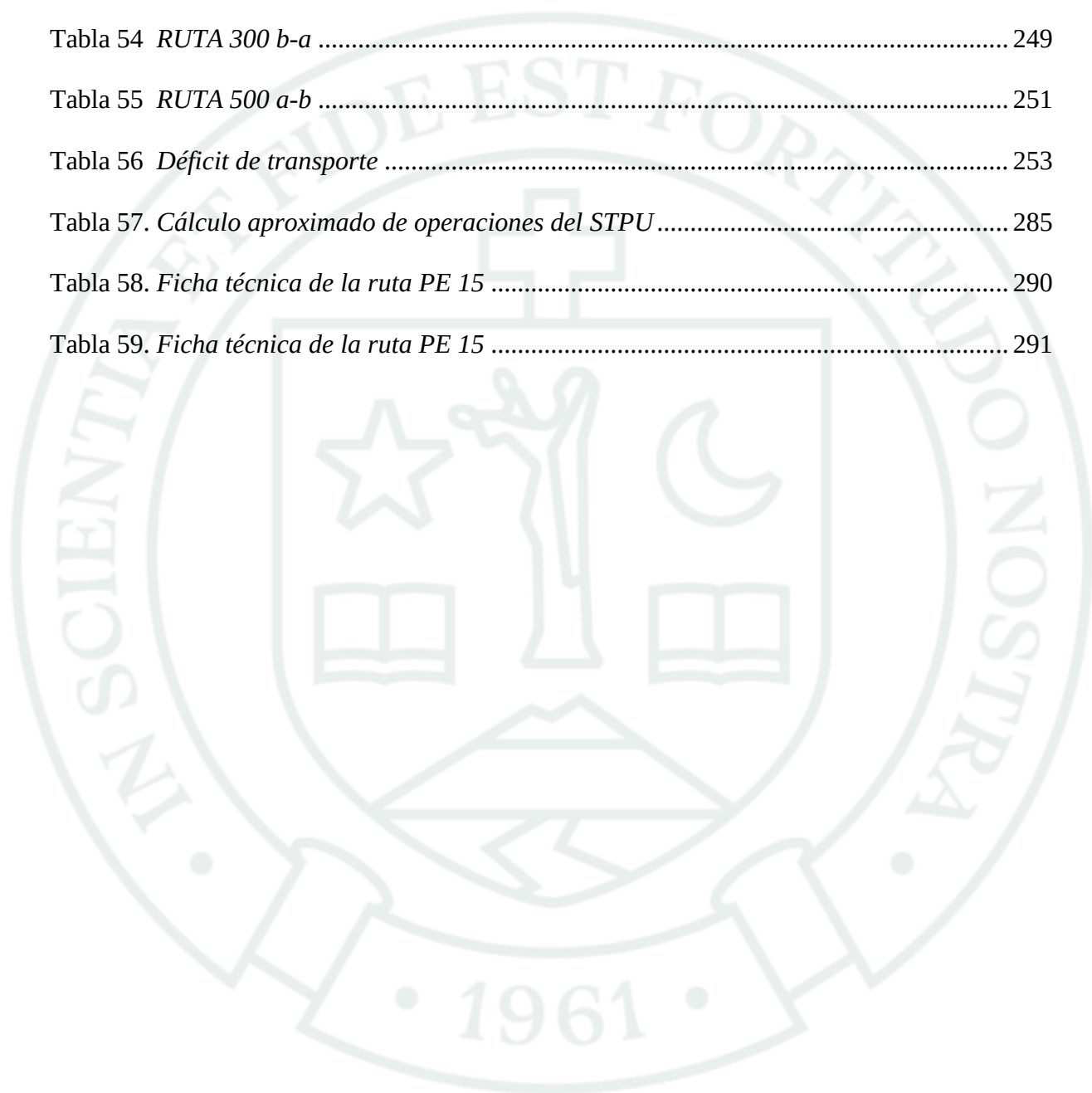
2.3.10. Componente Tecnológico	33
2.3.11. Software Sumo	34
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA	36
3.1. Método de Investigación	36
3.2. Tipo y Diseño de Investigación.....	36
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	37
3.3.1. Población.....	37
3.3.2. Muestra.....	38
3.3.3. Muestreo.....	38
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
3.5. Procedimientos.....	40
3.6. Aspectos éticos.....	42
CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1. Resultados para el objetivo específico 01	43
4.2. Resultados para el objetivo específico 02	78
4.3. Resultados para el objetivo específico 03	144
4.4. Resultados para el objetivo específico 04	224
4.5. Planteamiento de la Propuesta.....	254
4.6. Discusión.....	295
CONCLUSIONES	300
RECOMENDACIONES	302
REFERENCIAS.....	303

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. <i>Operacionalización de Variables</i>	9
Tabla 2 <i>Principales afectaciones para el transporte en ciudades</i>	20
Tabla 3 <i>Clasificación de rutas del SIT de acuerdo a sus características</i>	28
Tabla 4 <i>Leyenda de las rutas</i>	29
Tabla 5 <i>Asignación de Rutas del SIT concesionadas por unidad de negocio</i>	30
Tabla 6 <i>Flota equivalente necesaria para la operación por unidad de negocio</i>	31
Tabla 7 <i>Empresas de Transporte por ruta de interés Cayma C-3</i>	32
Tabla 8 <i>Características de rutas que componen la unidad de negocio C3 – Cayma</i>	33
Tabla 9 <i>Relación De Paraderos</i>	44
Tabla 10 <i>Estudio de vehículos día 1</i>	51
Tabla 11 <i>Estudio de vehículos día 2</i>	52
Tabla 12 <i>Estudio de vehículos día 3</i>	53
Tabla 13. <i>Fórmulas matemáticas aplicadas</i>	57
Tabla 14. <i>Monitoreo de alertas de vehículos</i>	60
Tabla 15. <i>Ventajas y Desventajas identificadas del aplicativo</i>	74
Tabla 16. <i>Características de las rutas y flotas vehiculares en el SIT</i>	144
Tabla 17. <i>Puntos de control por ruta</i>	147
Tabla 18. <i>Puntos de control por ruta</i>	153
Tabla 19. <i>Puntos de control por ruta</i>	159
Tabla 20. <i>Puntos de control por ruta</i>	165
Tabla 21. <i>Puntos de control por ruta</i>	171
Tabla 22 <i>Relación entre la longitud del vehículo y la capacidad de pasajeros</i>	176
Tabla 23. <i>Representativa de color de las unidades SIT</i>	178
Tabla 24. <i>Rutas de cada unidad de negocio perteneciente al SIT</i>	181

Tabla 25. <i>Optimización de la Ruta de la Cuenca C3-Cayma</i>	183
Tabla 26 <i>Captura de las rutas existentes antes del SIT</i>	186
Tabla 27. <i>Unidades de negocio perteneciente al SIT</i>	188
Tabla 28 <i>Estadística Descriptiva</i>	191
Tabla 29 <i>Ecuación de regresión</i>	193
Tabla 30 <i>Resumen del modelo</i>	193
Tabla 31 <i>Análisis de Varianza</i>	193
Tabla 32 <i>Ajustes y diagnósticos para observaciones poco comunes</i>	194
Tabla 33 <i>Estadísticas Descriptivas</i>	195
Tabla 34 <i>Estadísticos descriptivos: MEDIA_DEMORA</i>	197
Tabla 35 <i>Estadísticos descriptivos: MEDIA_DEMORA</i>	198
Tabla 36 <i>Estadísticas</i>	201
Tabla 37 <i>Población censada y estimación según distritos</i>	225
Tabla 38. <i>Tabla de resumen de datos obtenidos</i>	227
Tabla 39 <i>Síntesis del reparto modal de los viajes</i>	227
Tabla 40 <i>Tabla de resultados de reparto modal</i>	228
Tabla 41 <i>Distribución horaria de los viajes</i>	229
Tabla 42. <i>Tabla de resumen de Variables</i>	230
Tabla 43. <i>Resumen de resultados</i>	234
Tabla 44. <i>Oferta que ofrece el SIT</i>	234
Tabla 45 <i>Clasificación vehicular cruce Bolognesi</i>	237
Tabla 46 <i>Clasificación vehicular Av. Amazonas</i>	238
Tabla 47 <i>Clasificación vehicular Plaza de Cayma</i>	239
Tabla 48 <i>Clasificación vehicular AV. Ejercito</i>	240
Tabla 49 <i>Clasificación vehicular Av. Independencia</i>	241

Tabla 50 <i>Clasificación vehicular calle puente Arnao</i>	242
Tabla 51 <i>Clasificación vehicular Av. Los incas</i>	243
Tabla 52 <i>Clasificación vehicular ovalo del terminal</i>	244
Tabla 53 <i>RUTA 300 a-b</i>	247
Tabla 54 <i>RUTA 300 b-a</i>	249
Tabla 55 <i>RUTA 500 a-b</i>	251
Tabla 56 <i>Déficit de transporte</i>	253
Tabla 57. <i>Cálculo aproximado de operaciones del STPU</i>	285
Tabla 58. <i>Ficha técnica de la ruta PE 15</i>	290
Tabla 59. <i>Ficha técnica de la ruta PE 15</i>	291



ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 <i>Transporte Público</i>	19
Figura 2 <i>Diagrama para entender los SIT</i>	21
Figura 3 <i>Bus en Corredor Troncal</i>	23
Figura 4 <i>Elementos del Corredor Troncal</i>	24
Figura 5 <i>Mapa general del Sistema</i>	29
Figura 6 <i>Componente tecnológico</i>	34
Figura 7 <i>Paradero Central</i>	46
Figura 8 <i>Fotografía de paradero simple</i>	47
Figura 9 <i>Ubicación del paradero simple (captura de pantalla de Google Maps)</i>	47
Figura 10 <i>Fotografía de paradero dual</i>	48
Figura 11 <i>Ubicación del paradero dual (captura de pantalla de Google Maps)</i>	48
Figura 12 <i>Ubicación de lugar sin paradero (captura de pantalla de Google Maps)</i>	49
Figura 13 <i>Ubicación del cruce Bolognesi con Av. Amazonas</i>	49
Figura 14 <i>Detalle de paraderos</i>	50
FIGURA 15 <i>Distribución del flujo vehicular y de motos en 3 días</i>	54
Figura 16 <i>Captura de pantalla del monitoreo de flota realizado por la aplicación Abexa</i>	59
Figura 17 <i>Captura de pantalla del monitoreo de flota realizado por la aplicación web Abexa</i>	60
Figura 18 <i>Captura de pantalla del recorrido y buses que están en ruta</i>	61
Figura 19 <i>Captura de pantalla de la fluctuación operativa realizada por la aplicación web Abexa</i>	62
Figura 20 <i>Captura de pantalla del análisis de sensibilidad realizada por la aplicación web Abexa</i>	63
Figura 21 <i>Captura de pantalla de ruta de buses C3-Cayma por la aplicación web Abexa</i>	64

Figura 22 Captura de pantalla del análisis de sensibilidad año 2024 realizada por la aplicación web Abexa	65
Figura 23 Captura de pantalla del análisis de sensibilidad año 2025 realizada por la aplicación web Abexa	66
Figura 24 Fotografía de Tarifario.....	67
Figura 25 Distribución de la demanda de transporte según el tipo de ruta	68
Figura 26 Aplicación BiiX en Play Store	69
Figura 27 Registro de Usuario dentro de la aplicación “BiiX”	70
Figura 28 Acceso a la sección Te Guio dentro de la aplicación “BiiX”	70
Figura 29 Acceso a la sección Transporte Urbano dentro de la aplicación “BiiX”	71
Figura 30 Sección Transporte Urbano dentro de la aplicación “BiiX”	71
Figura 31 Visualización de unidades de servicio dentro de la aplicación “BiiX”	72
Figura 32 Identificación y recorrido dentro de la aplicación “BiiX”	72
Figura 33 Acceso a la sección Billetera Virtual dentro de la aplicación “BiiX”	73
Figura 34 Porcentaje de las preferencias del Tipo de pago	75
Figura 35 Principales aspectos por modo de viaje	75
Figura 36 Nube de palabras de las respuestas de los usuarios	76
Figura 37 Frecuencia de factores que afectan al servicio de transporte.....	77
Figura 38 Parámetros de severidad para bache	78
Figura 39 Parámetros de severidad para fisuras longitudinales.....	79
Figura 40 Parámetros de severidad para fisuras transversales	80
Figura 41 Parámetros de severidad para parcheos	80
Figura 42 Parámetros de severidad para piel de cocodrilo.....	81
Figura 43 Parámetros de severidad para desprendimiento	82
Figura 44 Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica	87

Figura 45 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica</i>	88
Figura 46 <i>Paradero final Transcayma</i>	88
Figura 47 <i>Paradero Final Ruta 241</i>	89
Figura 48 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica</i>	90
Figura 49 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica</i>	90
Figura 50 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica</i>	91
Figura 51 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica</i>	92
Figura 52 <i>Evaluación de la Infraestructura del paradero final</i>	92
Figura 53 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica</i>	93
Figura 54 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica</i>	94
Figura 55 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica</i>	94
Figura 56 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica</i>	95
Figura 57 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica</i>	96
Figura 58 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica</i>	97
Figura 59 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 100 B-A (ida)</i>	97
Figura 60 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 100 A-B (vuelta)</i>	98
Figura 61 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 100 B-A (ida)</i>	99
Figura 62 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 100 A-B (vuelta)</i>	100
Figura 63 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 100 B-A (ida)</i>	101
Figura 64 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 100 A-B (vuelta)</i>	101
Figura 65 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 241 B-A (ida)</i>	102
Figura 66 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 241 A-B (vuelta)</i>	103
Figura 67 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 241 B-A (ida)</i>	104
Figura 68 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 241 A-B (vuelta)</i>	105
Figura 69 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 241 B-A (ida)</i>	106

Figura 70 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 241 A-B (vuelta).....	106
Figura 71 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 300 B-A (ida).....	107
Figura 72 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 300 A-B (vuelta).....	108
Figura 73 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 300 B-A (ida).....	109
Figura 74 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 300 A-B (vuelta).....	110
Figura 75 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 300 B-A (ida).....	111
Figura 76 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 300 A-B (vuelta).....	111
Figura 77 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 400 B-A (ida).....	112
Figura 78 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 400 A-B (vuelta).....	113
Figura 79 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 400 B-A (ida).....	114
Figura 80 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 400 A-B (vuelta).....	115
Figura 81 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 400 B-A (ida).....	116
Figura 82 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 400 A-B (vuelta).....	116
Figura 83 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 500 B-A (ida).....	117
Figura 84 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 500 A-B (vuelta).....	118
Figura 85 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 500 A-B (vuelta).....	119
Figura 86 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 500 A-B (vuelta).....	120
Figura 87 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 500 A-B (vuelta).....	121
Figura 88 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 500 A-B (vuelta).....	121
Figura 89 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 700 B-A(ida).....	122
Figura 90 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 700 A-B (vuelta).....	123
Figura 91 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 700 B-A(ida).....	124
Figura 92 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 700 A-B (vuelta).....	125
Figura 93 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 700 B-A(ida).....	126
Figura 94 Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 700 A-B (vuelta).....	126

Figura 95 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial B-A (ida)</i>	127
Figura 96 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial A-B (vuelta)</i>	128
Figura 97 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial B-A (ida)</i>	129
Figura 98 <i>Evaluación de la Infraestructura Vial A-B (vuelta)</i>	130
Figura 99 <i>Señales horizontales direccionales</i>	133
Figura 100 <i>Señales verticales direccionales</i>	133
Figura 101 <i>Captura Av. Ejercito</i>	134
Figura 102 <i>Captura Av. Ejercito</i>	135
Figura 103 <i>Captura Av. Ejercito</i>	135
Figura 104 <i>Captura corte transversal Av. Ejercito</i>	136
Figura 105 <i>Captura Av. Salaverry</i>	137
Figura 106 <i>Captura Av. Salaverry</i>	138
Figura 107 <i>Captura corte transversal Av. Salaverry</i>	138
Figura 108 <i>Captura Av. Aviación</i>	139
Figura 109 <i>Captura Av. Aviación</i>	140
Figura 110 <i>Captura corte transversal Av. Aviación</i>	140
Figura 111 <i>Captura Av. Ejercito Comiseria</i>	141
Figura 112 <i>Captura Av. Ejercito Comiseria</i>	142
Figura 113 <i>Captura corte transversal Av. Ejercito Comiseria</i>	142
Figura 114 <i>Captura de la ruta 100A (recorrido de ida)</i>	145
Figura 115 <i>Captura de la ruta 100B (recorrido de regreso)</i>	146
Figura 116 <i>Captura de la avenida Bolognesi</i>	149
Figura 117 <i>Captura de los recorridos de la ruta 100</i>	150
Figura 118 <i>Captura de la ruta 100 por la Av. Juan de la torre</i>	150
Figura 119 <i>Captura de la ruta 241A (recorrido de ida)</i>	151

Figura 120 <i>Captura de la ruta 241B (recorrido de regreso)</i>	152
Figura 121 <i>Captura de la Av. Andrés Avelino Cáceres</i>	155
Figura 122 <i>Captura del recorrido por el ovalo del Terminal Terrestre</i>	156
Figura 123 <i>Captura del recorrido por la Av. Juan de la Torre</i>	156
Figura 124 <i>Captura de la ruta 300A (recorrido de ida)</i>	157
Figura 125 <i>Captura de la ruta 300B (recorrido de regreso)</i>	158
Figura 126 <i>Captura de Puente Grau</i>	161
Figura 127 <i>Captura del recorrido por el ovalo del Terminal Terrestre</i>	162
Figura 128 <i>Captura del recorrido por las unidades 300</i>	162
Figura 129 <i>Captura de la ruta 300B (recorrido de regreso)</i>	163
Figura 130 <i>Captura de la ruta 300B (recorrido de regreso)</i>	164
Figura 131 <i>Captura de la Av. Independencia</i>	167
Figura 132 <i>Captura del recorrido por la avenida ejercito</i>	168
Figura 133 <i>Captura del recorrido por la avenida ejercito</i>	168
Figura 134 <i>Captura de la ruta 700A (recorrido de ida)</i>	169
Figura 135 <i>Captura de la ruta 700B (recorrido de regreso)</i>	170
Figura 136 <i>Captura del recorrido por la Av. Mariscal Cáceres</i>	173
Figura 137 <i>Captura del recorrido por el ovalo del Terminal Terrestre</i>	174
Figura 138 <i>Captura del recorrido por la Av. Salaverry</i>	174
Figura 139 <i>Captura del recorrido por el ovalo del Terminal Terrestre</i>	175
Figura 140 <i>Captura del recorrido por el ovalo del Terminal Terrestre</i>	176
Figura 141 <i>Relación entre la longitud del vehículo y la capacidad de pasajeros</i>	177
Figura 142 <i>Distribucion de asientos en unidades de transporte</i>	177
Figura 143 <i>Comparativa de vehículos formales e informales</i>	179
Figura 144 <i>Terminal de vehículos informales de categoría M1 en el cruce Bolognesi</i>	179

Figura 145	Área de operación de vehículos formales de categoría M3	180
Figura 146	Distribucion del numero de rutas en el SIT	182
Figura 147	Rutas existentes antes del SIT	185
Figura 148	Distribución de vehículos por flota	189
Figura 149	Porcentaje acreditado de las rutas en el plan de optimización.....	190
Figura 150	Comparativa de flota vehicular	191
Figura 151	Gráfica de Probabilidad Normal de la Media Demora	192
Figura 152	Grafica de Media Demora	194
Figura 153	Grafica de Matriz de Viajes.....	196
Figura 154	Histograma por sentido: MEDIA_DEMORA.....	199
Figura 155	Grafica de caja de Media Demora	200
Figura 156	Mapa de Calor Ruta vs Media Demora.....	200
Figura 157	Histograma de Media Demora por Ruta	202
Figura 158	Gráfica de valores individuales de MEDIA_DEMORA	203
Figura 159	Grafica de caja MEDIA_DEMORA	204
Figura 160	Grafica de caja de MEDIA_DEMORA.....	205
Figura 161	Gráfica de dispersión dividida en clases de T.V.100 vs. DIA_100	206
Figura 162	Gráfica de series de tiempo de DIA_100; T.V.100.....	206
Figura 163	Gráfica de coordenadas paralelas de DIA_100; T.V.100	207
Figura 164	Gráfica de variabilidad para DIA_100 por T.V.1	207
Figura 165	Gráfica de dispersión dividida en clases de T.V.100B vs. DIA 100B.....	209
Figura 166	Gráfica de series de tiempo de DIA 100B; T.V.100B.....	209
Figura 167	Gráfica de coordenadas paralelas de DIA 100B; T.V.100B	210
Figura 168	Gráfica de variabilidad para DIA 100B por T.V.100B	210
Figura 169	Gráfica de dispersión dividida en clases de T.V.241 vs. DIA 241	212

Figura 170	<i>Gráfica de series de tiempo de DIA 241; T.V.241</i>	212
Figura 171	<i>Gráfica de coordenadas paralelas de DIA 241; T.V.241</i>	213
Figura 172	<i>Gráfica de variabilidad para DIA 241 por T.V.241</i>	213
Figura 173	<i>Gráfica de dispersión dividida en clases de T.V.241B vs. DIA 241B</i>	215
Figura 174	<i>Gráfica de series de tiempo de DIA 241B; T.V.241B</i>	215
Figura 175	<i>Gráfica de coordenadas paralelas de DIA 241B; T.V.241B</i>	216
Figura 176	<i>Gráfica de variabilidad para DIA 241B por T.V.241B</i>	216
Figura 177	<i>Gráfica de dispersión dividida en clases de T.V.300 vs. DIA 300</i>	218
Figura 178	<i>Gráfica de series de tiempo de DIA 300; T.V.300</i>	218
Figura 179	<i>Gráfica de coordenadas paralelas de DIA 300; T.V.300</i>	219
Figura 180	<i>Gráfica de variabilidad para DIA 300 por T.V.300</i>	219
Figura 181	<i>Gráfica de dispersión dividida en clases de T.V.300B vs. DIA 300B</i>	221
Figura 182	<i>Gráfica de series de tiempo de DIA 300B; T.V.300B</i>	221
Figura 183	<i>Gráfica de coordenadas paralelas de DIA 300B; T.V.300B</i>	222
Figura 184	<i>Gráfica de variabilidad para DIA 300B por T.V.300B</i>	222
Figura 185	<i>Tabla de distribución horaria de los viajes</i>	229
Figura 186	<i>Tabla de categorías de vehículos según SUNAT</i>	231
Figura 187	<i>Relación de Oferta y Demanda</i>	236
Figura 188	<i>Distribución diaria de unidades M1, M2, M3</i>	245
Figura 189	<i>Distribución diaria de unidades según Abexa Cruce Bolognesi</i>	245
Figura 190	<i>Distribución diaria de unidades según Abexa AV. Vidaurreazaga</i>	246
Figura 191	<i>Gráfica de series de tiempo de RUTA; MEDIA_DEMORA</i>	252
Figura 192	<i>Descarga del programa sumo</i>	254
Figura 193	<i>Dirigirse a este equipo</i>	255
Figura 194	<i>Dirigirse a carpeta sumo</i>	255

Figura 195 <i>Dirigirse a carpeta bin</i>	256
Figura 196 <i>Dirigirse a netedit</i>	257
Figura 197 <i>Dirigirse a openstreetmap</i>	257
Figura 198 <i>Dirigirse a openstreetmap en exportar</i>	258
Figura 199 <i>Dirigirse a la carpeta donde descargo el openstreetmap</i>	258
Figura 200 <i>Dirigirse la descarga que se hizo del openstreetmap</i>	259
Figura 201 <i>Dirigirse a importar una red externa</i>	259
Figura 202 <i>Seleccionar la red</i>	260
Figura 203 <i>Apretar ok para graficar la red</i>	260
Figura 204 <i>Se dibujará la red</i>	261
Figura 205 <i>Editar elementos de red</i>	261
Figura 206 <i>Verificar cruces y sus direcciones</i>	262
Figura 207 <i>Verificar la semaforización en las vías</i>	262
Figura 208 <i>Ubicación de semaforización</i>	263
Figura 209 <i>Verificación del sentido de los semáforos</i>	263
Figura 210 <i>Verificación de ubicación de todos los semáforos</i>	264
Figura 211 <i>Verificación de ubicación de todos los semáforos</i>	264
Figura 212 <i>Editar elementos de demanda de tráfico</i>	265
Figura 213 <i>Editar modo de tipo</i>	265
Figura 214 <i>Creación de tipo de vehículos</i>	266
Figura 215 <i>Creación de tipo de vehículos</i>	267
Figura 216 <i>Nos dirigimos a modo de viaje</i>	267
Figura 217 <i>Nos dirigimos a Flow (from-to edges)</i>	268
Figura 218 <i>Nos dirigimos a PE15</i>	268
Figura 219 <i>Nos dirigimos a modificar lo necesario</i>	269

Figura 220	<i>Colocamos todo en segundos.....</i>	269
Figura 221	<i>Empezaremos a trazar la ruta PE15.....</i>	270
Figura 222	<i>Terminal de la ruta PE15</i>	270
Figura 223	<i>Se visualiza los vehículos que se colocaron en netedit.....</i>	271
Figura 224	<i>Se visualiza los vehículos que se colocaron en el inicio de la ruta.....</i>	271
Figura 225	<i>Abrir en sumo-gui para la simulación.....</i>	272
Figura 226	<i>Se abrirá una ventana en sumo</i>	272
Figura 227	<i>Ir a la barra de retardo.....</i>	273
Figura 228	<i>Ir a la barra de retardo.....</i>	273
Figura 229	<i>Simulación de las unidades.....</i>	274
Figura 230	<i>Ir a archivos de programa (x86).....</i>	274
Figura 231	<i>Ir a la carpeta eclipse</i>	275
Figura 232	<i>Ir a la carpeta tools</i>	275
Figura 233	<i>Ir a osmWebWizard</i>	276
Figura 234	<i>Se abrirá una ventana en Google</i>	276
Figura 235	<i>Colocar la ubicación de la ciudad.....</i>	277
Figura 236	<i>Seleccionar el área para desarrollar.....</i>	277
Figura 237	<i>Colocar el flujo y la cantidad de vehículos</i>	278
Figura 238	<i>Colocar el flujo y la cantidad de vehículos (buses, carros, personas).....</i>	278
Figura 239	<i>Empezar a procesar para la simulación.....</i>	279
Figura 240	<i>Empieza la simulación</i>	279
Figura 241	<i>Empieza la simulación</i>	280
Figura 242	<i>Ruta PE-15.....</i>	280
Figura 243	<i>Rutas PE-15 en Google maps</i>	281
Figura 244	<i>Ruta PE-15 en Google earth.....</i>	281

Figura 245 Ruta PE-15.....	282
Figura 246 Ruta PE-15 en Google maps.....	282
Figura 247 Ruta PE-15 en Google earth.....	283
Figura 248 Rutas existentes antes del SIT	292



ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1: <i>Matriz de Consistencia</i>	308
Anexo 2: <i>Tabla de clasificación vehicular</i>	309
Anexo 3: <i>Tabla de estudio vehicular que no cumplen las señales reglamentarias</i>	310
Anexo 4: <i>Tabla de evolución vial</i>	311
Anexo 5: <i>Tabla de evolución vial</i>	312
Anexo 6: <i>Autorización emitido por la Universidad Católica de Santa María</i>	313
Anexo 7: <i>Solicitud para ejecución de ensayos no destructivos</i>	314
Anexo 8: <i>Validación de instrumento</i>	315
Anexo 9: <i>Modelo de cuestionario para transportistas</i>	325
Anexo 10: <i>Modelo de cuestionario para usuarios de transporte publico</i>	326
Anexo 11: <i>Instrumento - Guía de entrevista</i>	327
Anexo 12: <i>Instrumento - Guía de entrevista 2</i>	332
Anexo 13: <i>Instrumento - Guía de entrevista 3</i>	337
Anexo 14: <i>Excel de todos los datos para poder realizar en minitab</i>	342

LISTA DE ABREVIATURAS

SIT	Sistema Integrado de transporte
STPU	Sistema de Transporte Público Urbano
GNV	Gas Natural Vehicular
GLP	Gas Licuado de Petroleo
SITP	Sistema Integrado de Transporte Publico
ITS	Sistema Inteligente De Transporte (Intelligent Transportation Systems)
MRT	Trânsito Rapido Masivo (Mass Rapid Transit)
MUS	Movilidad Urbana Sostenible
BRT	Transito Rapido de Autobuses (Bus Rapid Transit)
MTC	Ministerio de Transporte y Comunicaciones
MPA	Municipalidad Provincial de Arequipa
PAX	Pasajeros
GIS	Sistema de Information Geografica (Geographical Information System)
GPS	Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System)
ATU	Autoridad de Transporte Urbano

INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano en la ciudad de Arequipa ha ocasionado grandes conflictos en el sistema de transporte urbano, evidenciando la gran necesidad de implementar soluciones de transporte público, buscando ser más eficiente, sostenible y acorde a la demanda poblacional. Debido a esta problemática, surgió como solución el Sistema Integrado de Transporte (SIT), orientada a la buena organización del transporte urbano, optimizar los tiempos de viaje del usuario y ayudar a reducir la gran congestión vehicular que hay en la ciudad de Arequipa. Sin embargo, la implementación del SIT presenta limitaciones y deficiencias que afectan su correcto funcionamiento en las diversas cuencas que se divide, una de las más demandantes es la cuenca C3-Cayma.

La problemática del transporte urbano en Arequipa, no solo se debe al gran incremento vehicular, sino también a la inadecuada infraestructura vial, deficiente planificación operativa y la convivencia de servicios formales e informales. Estas condiciones generan un desequilibrio en la oferta y demanda del servicio, generando gran congestión vehicular en puntos críticos de la ciudad, incremento en los tiempos de viaje y mala calidad de servicio brindado a los usuarios. El distrito de Cayma es una de las que presenta más desplazamientos diarios, siendo la cuenca C3- Cayma nuestra área de estudio para el análisis del desempeño del SIT.

Uno de los aspectos más relevantes en el transporte urbano es la infraestructura vial, ya que esta influye directamente en la seguridad, velocidad y eficiencia del flujo vehicular. Los factores que limitan la operatividad del SIT son las fallas estructurales, deterioro del pavimento y la falta de mantenimiento vial, afectando tanto a vehículos como a los usuarios. Asimismo, la gran congestión vehicular en las calles de Arequipa es otro de los factores determinantes, que generan sobrecargas en horas punta y una baja cobertura en sectores determinados.

A esto se suma la presencia de transporte informal, que compite directamente con el SIT, afectando la eficiencia del servicio y alterando la regularidad de las rutas. Esta situación impacta negativamente en la seguridad vial y la percepción del usuario respecto al sistema de transporte público. La demanda de transporte exige una adecuada planificación que permita satisfacer las necesidades de la población.

En este contexto, resulta fundamental analizar los factores que influyen en la operación del SIT en la cuenca C3-Cayma, teniendo como variables la infraestructura vial, la flota vehicular y la demanda de usuarios. La identificación de estas limitaciones permitirá

comprender las principales deficiencias del sistema y poder plantear alternativas orientadas a mejorar la sostenibilidad y eficiencia. Asimismo, tomar como objeto de estudio el plan regulador de rutas que firmo el SIT con la Municipalidad Provincial de Arequipa, para evaluar dichos parámetros y determinar su grado de cumplimiento respecto a lo establecido en el plan regulador.

El objetivo de la presente investigación es determinar los principales factores que afectan la operación del sistema integrado de transporte en la cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa en el año 2025, a fin de contribuir con información técnica que sirva de base para la toma de decisiones en la gestión y planificación del transporte urbano. De esta manera, el estudio busca aportar al desarrollo de un sistema de transporte más ordenado y eficiente para la población, promoviendo una movilidad urbana sostenible.



CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del Problema

A nivel internacional se enfrenta múltiples desafíos, impulsados en gran parte por la creciente globalización y una economía en constante evolución. La demanda por servicios de transporte de alta calidad ha aumentado significativamente, lo que a su vez ha incrementado el uso de vehículos personales. En 2019, se vendieron 74,9 millones de automóviles a nivel mundial, convirtiendo a los vehículos privados en uno de los medios de transporte más populares. Esta masificación de vehículos personales genera una serie de problemas en los sistemas de transporte, como un aumento en los accidentes viales, mayores niveles de congestión y un incremento en la duración de los trayectos (Rodríguez, 2020). La infraestructura de transporte en ciudades de gran población como Yakarta enfrenta desafíos complejos, principalmente en cuanto a la movilidad urbana. La alta dependencia del transporte público, sumada a su desarrollo insuficiente, contribuye a la congestión vial, contaminación y tiempos de viaje ineficientes. Mejorar el sistema de transporte público es clave para optimizar la movilidad, reducir la congestión y mejorar la calidad de vida en la ciudad (Sirilus y otros, 2020). Del mismo modo en México como lo dice Sainz (2024) en la ciudad de Xalapa se encuentra en una situación alarmante debido a los altos niveles de congestión vehicular, posicionándola entre las diez urbes del país con mayor tiempo perdido en el tráfico por habitante. Este problema se traduce en una pérdida económica anual para la ciudad de \$636,717,585. En términos individuales, cada residente pierde en promedio 78.61 horas al año en el tráfico, lo que equivale a un costo económico per cápita de \$2,190.

A nivel nacional, nos dice REDES (2023) que, en la actualidad, Lima Metropolitana y Callao disponen de un Sistema Integrado de Transporte (SIT) que incluye Corredores Complementarios, la Línea 1 del Metro de Lima y el Corredor Metropolitano (Metropolitano). No obstante, la elevada informalidad que caracteriza al transporte público representa un obstáculo significativo para el desarrollo y expansión de este sistema. Según datos de la Autoridad de Transporte Urbano, únicamente el 14.3% de los viajes realizados en el transporte público de Lima y Callao en 2022 correspondieron al SIT, mientras que el resto se realizó en autobuses, posavastos, taxis y otros medios, en su mayoría de carácter informal. Del mismo modo a la problemática se suma que los sistemas de transporte actual, estos generan no solo afectaciones al funcionamiento de las vías, sino que también generan daños en los usuarios de Lima y Callao quienes enfrenta serios problemas ambientales debido al predominio del uso de

diésel en un 84% de las unidades de transporte, lo que contribuye significativamente a la emisión de gases de efecto invernadero y contaminantes locales. Aunque un 12% de los vehículos utilizan Gas Natural Vehicular (GNV) o GLP, los esfuerzos hacia la transición a movilidad eléctrica aún son limitados, lo que impide un avance efectivo en la reducción de la contaminación. Esta situación subraya la necesidad urgente de adoptar soluciones más sostenibles para el sistema de transporte (Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao, 2021). En Tacna, se revelan un notable aumento en la cantidad de mototaxis en el distrito, con un incremento del 71% en un período de tres años. Además, de acuerdo con la información recopilada, el 85% de las unidades registradas están en circulación activa (Bedregal, Análisis y propuesta de un sistema integrado de transporte público para incrementar la accesibilidad y cobertura del servicio a los pobladores del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa 2022, 2023). Esta situación refleja una creciente dependencia de los servicios de movilidad, lo que evidencia una problemática más amplia en Perú, donde la informalidad y la falta de regulación en el transporte público persisten, obstaculizando el desarrollo de un sistema de transporte sostenible y eficiente que garantice la movilidad adecuada para todos los ciudadanos.

Finalmente, en Arequipa, por como lo dice un análisis financiado por la Unión Europea (2022) es que la demanda de transporte motorizado en Arequipa muestra una tendencia creciente, lo que presenta un desafío significativo para la planificación del sistema de transporte de la ciudad. En 2017, se registraron aproximadamente 163,500 desplazamientos por hora durante la hora pico, y se proyectó que esta cifra aumentará a 179,000 desplazamientos por hora en 2024, 190,700 en 2032, y 201,300 en 2042. Esta expansión progresiva en la demanda será impulsada tanto por el crecimiento de la población como por un aumento en la motorización, afectando a todos los modos de transporte, incluidos los vehículos privados, los taxis y el transporte público. En cuanto al reparto modal, el transporte público regular tiene una participación destacada del 46% en la movilidad total, lo que supera a ciudades intermedias europeas como Ámsterdam, Helsinki y Oslo. Pese a esto el crecimiento de la demanda plantea retos adicionales para satisfacer las necesidades de los usuarios, especialmente si no se gestionan de manera efectiva e innovadora para sistema de transporte. La implementación del Sistema Integrado de Transporte en Arequipa enfrenta varios desafíos que dificultan su consolidación, aunque se encuentran en marcha importantes iniciativas para superarlos. Uno de los principales obstáculos radica en la actualización de los estudios que determinarán la mejor fórmula de movilidad para el Corredor Troncal 1, una pieza clave para la ejecución del SIT. La urbe arequipeña cuenta actualmente con 11 concesionarios operando en distintas rutas, los

cuales deberán integrarse al SIT como rutas alimentadoras, lo que plantea retos logísticos y de coordinación. Siendo grande el desafío ya que puede facilitar la integración y consolidación de un sistema de transporte más eficiente y sostenible para Arequipa (El Peruano, 2023).

1.2. Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuáles son los principales factores que afectan la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025?

1.2.2. Problema Específicos

- ¿Cómo las características de los factores afectan la operación en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025?
- ¿Cuál será el estado de la infraestructura vial en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025?
- ¿Cómo será la operación de la flota vehicular en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025?
- ¿Cómo será la demanda de transporte y el nivel de recaudo en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025?

1.3. Objetivos de Investigación

1.3.1. Objetivo General

Determinar los Principales factores que afectan la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar como las características de los factores afectan la operación en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.
- Evaluar el estado de la infraestructura vial en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.
- Examinar la operación de la flota vehicular en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.
- Determinar la demanda de transporte y el nivel de recaudo en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.

1.4. Justificación de la Investigación

1.4.1. Importancia de la Investigación (Aporte)

La presente investigación es de gran relevancia, ya que contribuye significativamente a la optimización del Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, abordando uno de los problemas más críticos en la movilidad urbana: la eficiencia operativa del transporte público. Desde un enfoque técnico, el estudio proporcionará un diagnóstico detallado sobre los factores que afectan la operación del SIT, incluyendo el flujo vehicular, la infraestructura vial, la operación de la flota y la demanda de transporte. Estos resultados servirán como insumo para el diseño de estrategias que mejoren la planificación, operación y sostenibilidad del sistema de transporte en la ciudad.

En el ámbito académico y científico, la investigación ampliará el conocimiento sobre la interacción entre los factores operativos y la eficiencia del transporte público, lo que permitirá generar modelos predictivos aplicables en contextos urbanos similares. Además, la metodología empleada, basada en herramientas especializadas como SUMO y el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), podrá ser replicada en futuros estudios y en la formulación de políticas de movilidad.

Desde una perspectiva social y económica, el estudio impactará positivamente en la calidad del servicio de transporte público, beneficiando a miles de usuarios mediante la reducción de tiempos de viaje, una mejor distribución de rutas y una mayor confiabilidad en el sistema. A nivel económico, la optimización del SIT permitirá mejorar la sostenibilidad financiera del transporte urbano, promoviendo inversiones más eficientes en infraestructura y gestión de flotas.

Finalmente, en el ámbito institucional y gubernamental, los resultados obtenidos podrán ser utilizados por autoridades locales y gestores del transporte para la toma de decisiones basadas en datos, facilitando la formulación de políticas públicas orientadas a mejorar la movilidad urbana en Arequipa.

1.4.2. Viabilidad o Presupuesto

La viabilidad de la investigación se sustenta en la disponibilidad de recursos técnicos, humanos y financieros necesarios para su ejecución. La recopilación de datos se realizará mediante instrumentos estandarizados, como fichas de recolección de información y software especializado (SUMO), lo que garantiza precisión y confiabilidad en los resultados. En términos de recursos humanos, el equipo de investigación desarrollará previamente una revisión bibliográfica, estadística y análisis de datos, lo que asegura el correcto desarrollo de

las metodologías planteadas. Asimismo, se dispone de acceso a fuentes primarias y secundarias de información, facilitando la obtención de datos actualizados y representativos.

Desde el punto de vista financiero, el presupuesto requerido se encuentra alineado con las capacidades de recursos propios, contemplando los costos asociados al trabajo de campo, adquisición de insumos, acceso a software especializado y análisis de datos. Además, la planificación incluye estrategias de optimización de recursos para garantizar una ejecución eficiente dentro de los plazos establecidos. Esta combinación de factores permite afirmar que el estudio es factible y podrá desarrollarse con éxito, contribuyendo al análisis y mejora del Sistema Integral de Transporte – SIT en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa.

1.4.3. Alcances y Limitaciones

El presente estudio tiene como alcance el análisis detallado de los principales factores que afectan la operación del Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa durante el año 2025. Para ello, se evaluarán aspectos clave como el flujo vehicular, la infraestructura vial, la operación de la flota vehicular y la demanda de transporte, con el objetivo de identificar patrones, problemáticas y oportunidades de mejora en el sistema.

Desde un enfoque metodológico, la investigación abarcará la recopilación, procesamiento y análisis de datos mediante herramientas estandarizadas como fichas de recolección de información y software especializado (SUMO). Asimismo, se emplearán técnicas de modelación y simulación para evaluar el comportamiento del sistema en diferentes escenarios operativos.

En términos de limitaciones, se reconoce que el estudio está delimitado geográficamente a la Cuenca C3-Cayma, lo que podría restringir la generalización de los resultados a otras áreas de la ciudad o del país. Sin embargo, los resultados obtenidos pueden servir como base para futuras investigaciones y propuestas de optimización en sistemas de transporte con características similares.

Además, la disponibilidad de datos históricos y el acceso a tecnologías avanzadas pueden representar desafíos para el análisis. No obstante, estas limitaciones serán abordadas mediante estrategias de recolección y procesamiento eficiente de información, complementadas con consultas a expertos y validaciones en campo, asegurando la solidez y aplicabilidad de los resultados obtenidos.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

Los factores relacionados con el flujo vehicular, la infraestructura vial, la operación de la flota vehicular y la demanda de transporte afectan significativamente la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.

1.5.2. Hipótesis Específicas

- Las características de los factores operacionales afectan significativamente la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.
- El estado de la infraestructura vial afecta significativamente la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.
- La operación de la flota vehicular afecta significativamente la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.
- La demanda de transporte y el nivel de recaudo afectan significativamente la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.

1.6. Variables

1.6.1. Independiente

Factores que afectan la Operación

1.6.2. Dependiente

Sistema Integral de Transporte - SIT.

1.7. Operacionalización de Variables

Tabla 1.

Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala de medición	Metodología
Independiente	Elementos relacionados con el flujo vehicular, infraestructura y demanda que influyen en la operación del SIT.	Se medirá mediante indicadores de flujo vehicular, capacidad vial y nivel de servicio.	Flujo vehicular	Vehículos que atraviesan una sección de la vía por unidad de tiempo	Vehículos/hora	Razón	Tipo
			Volumen	Número de vehículos que transitan por una sección en un día	Vehículos/día	Razón	Aplicada
							Nivel
			Factor de hora pico	Variación del flujo vehicular en una hora	Relación vehicular	Razón	Enfoque
			Capacidad Vial	Máximo de vehículos en un tiempo determinado	Vehículos/hora	Razón	Cuantitativa
			Nivel de Servicio	Condiciones de operación del flujo de tránsito (HCM: A-F)	Clasificación HCM (A-F)	Razón	Diseño
Dependiente	Sistema Integral de Transporte - SIT	Se evaluará mediante indicadores de infraestructura vial, operación de flota y demanda de transporte.	Infraestructura Vial	Estado de las vías	Bueno-Regular-Malo	Razón	No experimental
				Existencia de Paraderos	Número de paraderos	Razón	
				Existencia de Terminales	Número de terminales	Razón	
				Rutas Establecidas	Número de rutas	Razón	
			Operación de la Flota vehicular	Cantidad de Viajes realizados	Viajes/día	Razón	Tipo de muestreo
				Tiempo de Viaje	Minutos	Razón	
				Cantidad de Incidentes	Número de incidentes	Razón	
				Cantidad de Kilómetros recorridos	Kilómetros	Razón	
			Demanda de Transporte	Análisis de Demanda de transporte - SUMO	Pasajeros/día	Razón	No probabilístico
				Distribución modal de los usuarios	Porcentaje (%)	Razón	
			Recaudo	Pasajeros transportados	Pasajeros/día	Razón	
				Pasajeros transportados por viaje	Pasajeros/viaje	Razón	

Nota. La tabla presenta la operacionalización de las variables del estudio, detallando sus dimensiones, indicadores, escalas de medición y metodología empleada para el análisis del Sistema Integrado de Transporte (SIT).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Internacionales

Hernández (2022) en su investigación Método para evaluar la calidad de servicio en la operación zonal del sistema integrado de transporte público, su propósito es diseñar un método para evaluar la calidad de servicio en la operación zonal del sistema de transporte integrado SITP de la ciudad de Bogotá, integrando las medidas de desempeño actuales con medidas de afectación directa a los usuarios. Con una metodología desde lo descriptivo, con enfoque tanto cuantitativo como cualitativo para su desarrollo y que nos da unos resultados que reflejan la importancia de los indicadores de nivel de servicio mencionados en la licitación 004 de 2009 como insumo clave para evaluar el desempeño de los operadores zonales del sistema de transporte. Sin embargo, la medición de estos indicadores está pendiente debido a la no culminación de la implementación del componente zonal, cuya finalización se proyectó para el año 2021. El análisis realizado evidencia que la evaluación de calidad del servicio, basada en herramientas como el análisis DEA, puede contribuir significativamente a la optimización de la programación y asignación de rutas, tomando en cuenta factores clave como accesibilidad, tipo de vehículo y percepción del usuario. Este último aspecto, que incluye la satisfacción con el servicio del SITP, resalta la necesidad de considerar no solo las variables técnicas, sino también los factores sociales y económicos que afectan la movilidad de los usuarios. Concluyendo así en que se identificaron elementos críticos como la accesibilidad a los paraderos, la seguridad, los costos de pasajes y la accidentalidad, los cuales representan áreas prioritarias para mejorar la gestión operativa del sistema y garantizar un servicio más eficiente y centrado en las necesidades del usuario.

Okunevičiūtė et al. (2021) en su artículo Factors Determining the Development of Intelligent Transport Systems se consideró como objetivo evaluar los factores que determinan el desarrollo de los ITS después de la fundamentación teórica. Como metodología se consideran bases de datos: Eurostat, OCDE, Banco Mundial; sumado a una evaluación de literatura científica, una encuesta a expertos y una evaluación multicriterio. Como resultados destaca los principales desafíos y perspectivas en el desarrollo de los Sistemas de Transporte Inteligente (SIT) en el contexto de la

globalización. Las principales dificultades enfrentadas por empresas y países incluyen la alta competitividad, la migración, la insuficiencia de fondos y la falta de cooperación internacional en la implementación de los SIT. Para abordar estos problemas, se identificó el método de evaluación multicriterio como una herramienta eficaz para analizar el desarrollo de los SIT. Las evaluaciones realizadas por expertos arrojaron un coeficiente de concordancia de Kendall alto, lo que confirma la consistencia de las opiniones y la idoneidad de los expertos seleccionados. Aplicando el método SAW, Alemania se posicionó como líder en potencial de desarrollo de SIT, manteniendo el primer lugar independientemente de la variación en los coeficientes. El método COPRAS confirmó estos resultados, destacando a Alemania como el país con mayores oportunidades de desarrollo en SIT. Como conclusión subrayan la necesidad de una inversión estratégica y una mayor colaboración internacional para fortalecer el desarrollo de los ITS a nivel global.

Sirilus et al. (2020) en su trabajo *Factors that Influence the Intention to Reuse Public Transport Routes Involving Transfer in the Early Stage of Integrated Transportation System Development: MRT Case in Jakarta* toma como propósito el identificar los factores que pueden influir en la intención de reutilizar las rutas de transporte público que implican transbordos. Como metodología fueron consideradas la integración de la Teoría del Comportamiento Planificado y otros factores como valores, imágenes y autoeficacia en las intenciones de reutilizar rutas que implican transbordos. Como resultados se pudieron considerar que la integración de la Teoría del Comportamiento Planificado (TPB) y la percepción de la imagen del transporte público puede ser una herramienta útil para predecir la intención de reutilizar el transporte público en escenarios que implican cambios de ruta, especialmente en las etapas iniciales de un sistema de transporte integrado en la era digital. Aunque no se ha confirmado que la imagen del transporte público tenga un impacto directo en la intención, variables como la norma subjetiva y el control conductual percibido han mostrado una influencia significativa. Factores clave como la facilidad de acceso a información, la presión social, la seguridad, las condiciones financieras y físicas, y el tiempo disponible emergen como áreas prioritarias para incentivar la reutilización del transporte público. Agregando a esto, aunque la relación calidad precio fomenta actitudes positivas hacia el transporte público, es probable que existan factores mediadores que modulen la transición de esta actitud

hacia una intención concreta de reutilización en contextos con cambios de ruta. Como conclusión se tiene que considerar una necesidad de un enfoque integral para mejorar la experiencia del usuario y fomentar la sostenibilidad del sistema de transporte.

Astaiza & Perenguez (2023) para su investigación de tesis Operatividad y movilidad en el sistema integrado de transporte masivo MIO se le establece el propósito como describir las causas que han afectado el desarrollo de la operatividad y su impacto en la movilización del Sistema Integrado de Transporte Masivo-MIO de Cali, durante el periodo 2017-2021. Como metodología se consideró una tipología desde la descripción con un enfoque mixto. Los hallazgos dicen que existen problemas con la calidad del servicio del sistema de transporte masivo que inciden en la experiencia del usuario. La falta de unidades de transporte, la poca frecuencia de las rutas, problemas de seguridad y demoras en los viajes, que en ocasiones pueden ser hasta tres horas más largas que con el sistema de transporte convencional, son algunos de los problemas detectados. Lo mismo ocurre con las largas esperas en las paradas y estaciones de autobús, así como con los cargos adicionales para los pasajeros que en ocasiones necesitan comprar varios boletos para llegar a su destino. Finalizando con la conclusión de que es fundamental utilizar con éxito los métodos previamente desarrollados para optimizar el sistema, garantizando una administración rápida y precisa y estableciendo un seguimiento y control permanente para confirmar su eficacia y realizar las modificaciones necesarias.

Kazaryan et al. (2020) en el artículo titulado Integrated transport system - basis of Russia's security tiene como fin el dar una posibilidad de mejorar la optimización de los sistemas de transporte integrados formados en el caso de varios tipos de transporte debido a la introducción de la gestión del diseño y la construcción en la etapa de creación de subsistemas de cada tipo de transporte. La metodología empleada se centra en la clasificación detallada de los sistemas naturales y técnicos de transporte. Esta clasificación se desarrolla considerando principalmente dos enfoques: los problemas geotécnicos y ambientales asociados a las funciones que desempeñan los sistemas de transporte. Se identificaron y analizaron los factores clave que influyen en la valoración y el rol de los sistemas de transporte dentro de su contexto natural y técnico. Como resultados demuestran que la implementación de una metodología adecuada de gestión de proyectos en la construcción de instalaciones de transporte permite resolver problemas con rapidez, optimizar recursos y mejorar significativamente los resultados del proyecto.

En particular, la metodología desarrollada posibilitó estimar rutas críticas, realizar análisis de costos por periodos, diseñar esquemas logísticos, simular riesgos y establecer plazos y presupuestos realistas. La experiencia aplicada en la construcción de un paso elevado sobre el río Volga en Dubná evidenció una reducción de 101 días en la duración total del proyecto (de 660 a 559 días), generando un ahorro financiero del 16% del costo inicial. Además, se logró una mejora en las tecnologías empleadas, una reducción de más del 80% en la intensidad laboral y un uso más racional de los recursos. Finalizando con la conclusión de que la efectividad de la metodología para optimizar procesos, incrementar la eficiencia y garantizar un monitoreo y auditoría continuos en los proyectos de construcción.

2.1.2. Nacionales

Guerra (2021) para su artículo Gobernanza para la implementación del Sistema Integrado de Transportes (SIT) de Arequipa, se consideró en fin principal identificar los factores que influyen en el desarrollo de la gobernanza, con el fin de implementar el Sistema Integral de Transporte (SIT) con enfoque de movilidad urbana sostenible (MUS) en la metrópoli de Arequipa, centro dinamizador del sur del Perú. La metodología empleada en esta investigación sigue un enfoque cualitativo con un diseño fenomenológico y de estudio de caso. Se centró en el análisis de la percepción de los actores involucrados en el transporte urbano de Arequipa mediante entrevistas, complementado con la revisión de documentación existente, incluyendo marcos de política nacional y local relacionados con planificación y transporte. Los resultados evidencian que la implementación del SIT en Arequipa enfrenta serias limitaciones debido a la ausencia de un modelo de gobernanza municipal con enfoque de movilidad urbana sostenible (MUS). Esta falta de enfoque ha generado un proceso de confrontación entre actores, dejando las decisiones en manos de instancias técnicas y limitando el empoderamiento de los ciudadanos y actores involucrados. Persisten concepciones tradicionales que asocian el transporte urbano con grandes infraestructuras y más vehículos, lo que dificulta la comprensión de los beneficios tangibles de la MUS. En otro sentido la confusión en las competencias entre los tres niveles de gobierno y la falta de articulación entre políticas sectoriales agravan los desafíos, dificultando la consolidación de un financiamiento efectivo y colaborativo. En conclusión, se debe considerar que los factores subrayan la necesidad de fortalecer el liderazgo, la coordinación institucional y

la sensibilización cultural para avanzar hacia un sistema de transporte urbano sostenible en Arequipa.

Davila (2023) en su trabajo de postgrado Sistema integrado de transporte público para mejorar la calidad del servicio, en una provincia de la región Lambayeque. Su objetivo se lo consideró como diseñar un Sistema Integrado de Transporte Público para mejorar la calidad del servicio brindado en la provincia de Chiclayo, el cual recorre las principales avenidas e integra a los principales servicios brindados en la ciudad. Como metodología se empleó una técnica cuantitativa, descriptiva, transversal, no experimental, de tipo aplicada. Los hallazgos nos dicen que el servicio de transporte público en la provincia enfrenta serias deficiencias en cuanto a infraestructura y calidad. Se evidenció que la falta de una infraestructura vial adecuada (41,5%) y la ausencia de paraderos y terminales autorizados afectan el flujo ordenado del tránsito, mientras que las principales avenidas de la ciudad están en mal estado. Para la flota vehicular presenta un nivel bajo de calidad (46,3%), debido a la antigüedad de los vehículos y a la falta de mantenimiento planificado. Para mejorar la situación, se identificó que la implementación de sistemas de transporte público masivo y moderno, como el Bus Rapid Transit (BRT), es la estrategia más adecuada (56,1%). Finalmente, se diseñó un sistema integrado de transporte público (SITP) que busca mejorar la calidad del servicio (70,7%), garantizando un transporte moderno, eficiente, ecológico y seguro, que integre los principales servicios de la ciudad, como salud y educación, en tiempos de viaje más cortos. Como conclusión se tuvo la implementación de un sistema integrado de transporte público puede mejorar la calidad del servicio y resolver los problemas actuales de infraestructura, accesibilidad y sostenibilidad en la provincia.

Arias (2020) en su tesis Propuesta de un Plan Estratégico para una Empresa de Servicio de Transporte Público para la Mejora Competitiva, en el Marco del Sistema Integrado de Transporte de Arequipa 2020-2024, con el propósito de realizar una propuesta de un plan estratégico para una empresa de servicio de transporte público urbano para su mejora competitiva. Como parte del método se tomó en cuenta a la recopilación de datos actualizados a través de diversas técnicas, como cuestionarios, entrevistas, inspección de registros, revisión de campo y observación. Los resultados encontrados dicen que, a partir de un análisis interno y externo, se desarrolló un Plan Estratégico detallado para la mejora competitiva de la empresa Transportes Servicio

Rápido Kombis Independencia S.A. "ETKOINSA". Entre las fortalezas identificadas se destacan la capacidad organizacional de la empresa y la disposición de sus colaboradores para mejorar los procesos de servicio, así como el apoyo en capacitación brindado por el SIT. Sin embargo, una amenaza clave identificada es la competencia informal que afecta negativamente la imagen y los ingresos de la empresa. Por como dicen los resultados de una encuesta aplicada a los usuarios revelaron los factores más valorados en el servicio de transporte, los cuales fueron esenciales para la propuesta de mejora. La implementación de este plan podría llevar a un aumento proyectado del 51.98% en la utilidad neta anual de la empresa para el año 2020. Concluyendo de forma final en que se desarrolló una propuesta de evaluación estratégica para el control y supervisión de la implementación del plan.

Saenz (2023) en la indagación Sistema integrado de transporte y la satisfacción de los usuarios, Lima 2023, el propósito se lo consideró como determinar la relación entre el sistema integrado de transporte corredor azul y la satisfacción de los usuarios, Lima 2023. Con un método centrado desde lo cuantitativo sumado a estar ideado desde lo no experimental, transversal – correlacional, se tuvo como lo logrado que hay correlaciones moderadas y significativas entre el sistema integrado de transporte (SIT) del corredor azul y diversos factores relacionados con la experiencia del usuario. Para la primera parte, se encontró una correlación de 0.616 entre el SIT y la satisfacción de los usuarios, lo que confirma que un buen servicio está estrechamente relacionado con la satisfacción del usuario. Sumado a que se identificó una correlación de 0.591 entre el SIT y la percepción del usuario, lo que sugiere que un servicio de calidad contribuye a una percepción positiva del mismo. En cuanto al comportamiento del usuario, se obtuvo una correlación de 0.382, indicando que la calidad del servicio influye en las acciones de los usuarios dentro del sistema. Por último, se determinó una correlación de 0.603 entre el SIT y la gestión de la información, lo que demuestra que una gestión eficiente de la información mejora el nivel de conocimiento de los usuarios sobre el servicio que reciben. Concluyendo así en que se ha subrayado la importancia de un servicio de calidad y una adecuada gestión de la información para lograr la satisfacción y una percepción positiva en los usuarios del SIT.

Gutierrez (2021) en su tesis de posgrado Reforma del transporte público y el sistema integral de transporte: caso corredor morado, Lima 2020. Como objetivo se tuvo el determinar la correlación que existe entre la reforma del transporte público y el sistema

integral de transporte en el caso del Corredor Morado en Lima 2020. Como método empleado se tomó una técnica de investigación cuantitativa utilizando un diseño descriptivo, no experimental; estos nos permitieron tener resultados que dicen que la reforma del transporte público en el Corredor Morado de Lima presenta una eficiencia del 56.7% en relación con el sistema integral de transporte. Aunque existe una correlación positiva significativa entre ambas variables ($p < 0.05$, $r = 0.752$), el sistema integral de transporte aún presenta áreas de mejora, particularmente en la operación y los contratos con los concesionarios, quienes son clave para garantizar el mantenimiento y la evolución del sistema frente al aumento poblacional en zonas como San Juan de Lurigancho. En cuanto a la operación de flota, se obtuvo un nivel de eficiencia del 36.7%, lo que indica la necesidad de optimizar los tiempos y recorridos, así como reducir las incidencias en ruta. La correlación entre la operación de flota y el sistema integral también es significativa ($p < 0.05$, $r = 0.730$), aunque con una correlación moderada. Por otro lado, el recaudo presentó una eficiencia del 30%, señalando la necesidad de mejorar la cantidad de pasajeros transportados por viaje. La correlación entre el recaudo y el sistema integral de transporte también es significativa ($p < 0.05$, $r = 0.639$), con una correlación moderada. Concluyendo así en que aún se requieren mejoras en diversas áreas para optimizar el sistema de transporte integral en Lima.

2.2. Definición de Términos básicos

2.2.1. Tiempo de circulación.

Denota la duración cronometrada que un vehículo o individuo emplea para completar su desplazamiento desde el punto de origen hasta su destino en un tramo específico de la vía. Este parámetro es esencial para evaluar la eficiencia y la fluidez del tráfico vehicular, permitiendo analizar la dinámica temporal de los desplazamientos e identificar posibles áreas de congestión (Alejandro, 2018)

2.2.2. Capacidad de la demanda vehicular

Se define como la capacidad máxima de una sección de carretera o infraestructura vial para gestionar de manera efectiva el flujo de vehículos durante un periodo determinado. Este cálculo toma en cuenta factores como la velocidad promedio del tráfico, la densidad vehicular y la eficiencia del flujo vehicular. Es una medida fundamental en la planificación y diseño del sistema de transporte, proporcionando

información crucial para optimizar la movilidad y prevenir la congestión (EUROPEA, 2018)

2.2.3. Modelado

Proceso de crear representaciones virtuales y matemáticas de la infraestructura vial y el flujo vehicular. Este enfoque permite simular el comportamiento del tráfico y evaluar diferentes escenarios para identificar posibles mejoras y soluciones. (Espinoza, 2018)

2.2.4. Espacio

Dimensión física ocupada por cada vehículo en movimiento dentro de la infraestructura vial. Este parámetro es esencial para comprender la distribución eficiente de los vehículos en la vía y su relación con la capacidad y fluidez del flujo vehicular. (R., 2012)

2.2.5. Tiempo

Se relaciona con las mediciones temporales asociadas a la movilidad vehicular. Incluye factores como el tiempo de circulación de un vehículo, la duración de los ciclos de tráfico y semáforos. La evaluación temporal es fundamental para comprender la eficiencia del tráfico y la identificación de posibles congestiones. (R., 2012)

2.2.6. Número de vehículos

Cantidad total de unidades motorizadas presentes en un segmento vial en un momento específico. En este estudio, este término es crucial para cuantificar la carga vehicular, permitiendo el análisis de la capacidad vial necesaria para gestionar eficientemente la demanda de tráfico. (TomTom, 2023)

2.2.7. Vehículos por día

Representa la cantidad acumulativa de vehículos que circulan por una vía durante un período de 24 horas. Esta métrica proporciona una visión global de la carga vehicular diaria y es esencial para la planificación estratégica y gestión efectiva del tráfico. (TomTom, 2023)

2.2.8. Carriles por vía

Número de carriles disponibles en una carretera o segmento vial específico. En el contexto de esta tesis, la cantidad de carriles es un factor crítico que impacta directamente en la capacidad de la vía para gestionar el flujo vehicular. Esta información es esencial

para el diseño y la planificación de la infraestructura vial con el objetivo de mejorar la fluidez y eficiencia del tráfico. (TomTom, 2023)

2.2.9. Capacidad máxima de soporte vehicular.

Se refiere al límite máximo de carga que una infraestructura vial específica puede gestionar de manera eficiente sin resultar en congestiones significativas. Esta capacidad es esencial para evaluar la sostenibilidad y funcionamiento óptimo de la vía frente a la demanda de tráfico. (Fernando, 2018)

2.2.10. Software

Aplicaciones informáticas utilizadas para el modelado, simulación y optimización del flujo vehicular. Estas herramientas tecnológicas desempeñan un papel clave en el análisis de escenarios de tráfico, permitiendo la evaluación de soluciones y la toma de decisiones informadas. (Margarito, 2016)

2.2.11. Simulación.

Representación virtual de situaciones de tráfico utilizando modelos matemáticos. En el ámbito de esta investigación, la simulación se utiliza para recrear condiciones de congestión vehicular y probar diferentes estrategias de optimización, proporcionando resultados prácticos sin la necesidad de intervenciones en el tráfico real. (Margarito, 2016)

2.2.12. Distancia

Medida física entre puntos específicos en una vía. Esta variable es esencial para evaluar el espacio entre vehículos, la velocidad de circulación y la eficiencia general del flujo vehicular. (Margarito, 2016)

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Transporte Público

El transporte público es el principal contribuyente a la construcción de ciudades más equitativas y sostenibles, al buscar garantizar la equidad espacial entre los distintos barrios y zonas urbanas. Gracias al sistemas de transporte, se promueve una accesibilidad global dentro de las ciudades, conectando a las personas con sus destinos cotidianos de manera eficiente. Bajo el enfoque de movilidad urbana sostenible, el transporte público no solo contribuye a reducir los tiempos y costos de desplazamiento, sino que también

fomenta el desarrollo social al mejorar la integración de los ciudadanos, optimizar la infraestructura vial y garantizar un servicio de calidad (Moreira, 2022).

También García (2014) nos dice que es un factor relevante para la inclusión social, ya que actúa como un facilitador clave en la expansión de oportunidades de desarrollo para las comunidades. Al garantizar la movilidad de todos los ciudadanos, permite el acceso a empleos, instituciones educativas, servicios de salud y otros recursos esenciales, especialmente para aquellos grupos poblacionales con opciones limitadas. De la misma forma implica ampliar las estructuras de oportunidades hacia quienes enfrentan mayores restricciones, y en este contexto, un sistema de transporte colectivo eficiente no solo conecta espacios geográficos, sino que también habilita la participación activa en la vida económica y social.

Figura 1

Transporte Público



Nota. La figura ilustra la tipología del transporte público urbano y sus principales condiciones operativas asociadas a la movilidad en ciudades. Fuente: Obtenido de (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020).

Para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2020) esta tipología de transporte urbano en muchas ciudades enfrenta serios desafíos que impactan negativamente en la calidad del servicio. Entre sus principales características destacan las bajas velocidades de circulación, que en promedio no superan los 15 km/h y varían según la ciudad (en Arequipa entre 11 y 19 km/h, y en Piura alrededor de 16 km/h). A esto se suma la poca confiabilidad del servicio, el uso de flotas antiguas y en mal estado, y la predominancia de vehículos de baja capacidad. Estas condiciones no solo dificultan la eficiencia del sistema, sino que también limitan su capacidad de contribuir plenamente al

desarrollo social y a la movilidad sostenible, subrayando la necesidad de reformas urgentes para mejorar su calidad y cobertura.

2.3.2. Factores que afectan al Transporte Urbano

Los problemas del transporte urbano son consecuencia de una confluencia de elementos estructurales y operativos que inciden en su eficacia y calidad. Entre ellos, destacan la falta de una planificación rigurosa, el alto grado de informalidad en el servicio y las deficiencias organizativas del sector formal. Además, el problema se agrava por la falta de modernización del parque automotor, la insuficiente supervisión y la infraestructura inadecuada. A todo ello se suma la falta de una normativa específica sobre movilidad urbana y la imperiosa necesidad de modernizar las leyes vigentes en materia de transporte urbano. La implementación de soluciones sostenibles y eficientes es un reto debido a la inadecuación institucional de los gobiernos locales a cargo del sistema, que también se refleja en estas deficiencias (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020).

Tabla 2

Principales afectaciones para el transporte en ciudades

EFECTOS	DESCRIPCIÓN
TIEMPOS DE VIAJE EXCESIVOS 	En territorio arequipeño un 63% lleva un trayecto medio de más de 30 minutos e incluso más de una hora
ACCIDENTES DE TRÁNSITO 	Los cinco principales departamentos del país (Lima, Arequipa, La Libertad, Cusco, Lambayeque y Piura) son donde este problema es más frecuente.
CONTAMINACIÓN POR VEHÍCULOS 	Estas emisiones son causadas, en su mayoría, por la quema de vehículos colectivos con 14 años o más de antigüedad y propulsados por diésel.

Nota. Se presentan las principales afectaciones del transporte en ciudades, destacando los tiempos de viaje excesivos, los accidentes de tránsito y la contaminación generada por vehículos. Fuente: Obtenido de (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020).

2.3.3. Sistema Integral de Transporte (SIT)

El modelo de Sistema Integrado de Transporte (SIT) busca maximizar los servicios de transporte urbano mediante la integración efectiva de sus múltiples componentes (operación, cobro y sistema tarifario unificado, mantenimiento, infraestructura e intermodalidad). Esta estrategia tiene como objetivo garantizar un servicio que satisfaga las expectativas de los usuarios, brindando mayor comodidad y calidad, además de mejorar la conectividad y reducir los tiempos de viaje. Esta es eficaz por como permite conectar los distintos modos de transporte, formando una red fluida que mejora la satisfacción de los pasajeros, agiliza la movilidad urbana y apoya el crecimiento urbano sostenible (Guerra, Gobernanza para la implementación del Sistema Integrado de Transportes (SIT) de Arequipa, 2021).

Figura 2

Diagrama para entender los SIT



Nota. Se observa el esquema del Sistema Integrado de Transporte (SIT), que representa sus principales componentes de integración. Fuente: Obtenido de (Guerra, Gobernanza para la implementación del Sistema Integrado de Transportes (SIT) de Arequipa, 2021).

En el mismo sentido por como lo considera la Municipalidad Provincial de Arequipa (2017) este representa una reforma integral orientada a transformar el transporte

urbano en un modelo más organizado y eficiente, capaz de ofrecer servicios de calidad. Este sistema masivo de movilidad urbana sostenible está compuesto por diversos servicios de transporte que funcionan de manera integrada en los ámbitos operacional, físico y tecnológico. Entre sus componentes clave se incluyen sistemas de recaudo, gestión y control de flota, información al usuario y control semafórico en las rutas troncales, lo que permite optimizar la operación y garantizar una cobertura espacial en toda la ciudad. Contribuye en el ordenamiento urbano que beneficia tanto a los ciudadanos como al desarrollo sostenible de las ciudades.

2.3.3.1. Objetivos del Sistema Integral de Transporte (SIT)

Los propósitos que son considerados al momento de la aplicación de este sistema son los mencionados en seguida:

- a) Respeto a la vida y la salud de los demás.
- b) Consideración del tiempo de los usuarios: Porque reducirá los tiempos de traslado.
- c) Respeto a la diversidad social: Porque fomentará el acceso equitativo a los servicios de transporte público.
- d) Consistencia y calidad: Ya que el servicio cumple con estándares globales.
- e) Sostenibilidad financiera y de costos: Por ofrecer un servicio asequible para el público, lucrativo para los operadores privados y sostenible para el gobierno.
- f) Ahorro de combustible y divisas.

2.3.3.2. Corredor Troncal

Es una pieza del sistema en mención, ideados para concentrar mayor demanda. Estas rutas requieren adecuaciones específicas en las vías, como carriles exclusivos, paraderos especializados y semaforización inteligente, lo que permite desplazamientos más rápidos y eficientes a un menor costo. Esto no funcionan solo ya que consideran "tronco-alimentación" y estos conectan a los pasajeros desde zonas periféricas hasta puntos de transferencia estratégicos, facilitando el acceso a las rutas troncales. Este modelo integrado no solo mejora la experiencia de viaje, sino que también reduce significativamente los tiempos de recorrido, promoviendo un sistema de transporte más ágil y coordinado (Segura & Jiménez, 2019).

Figura 3

Bus en Corredor Troncal



Nota. Se observa un bus circulando en un corredor troncal de transporte urbano. Fuente: Obtenido de (Asprilla y otros, 2017).

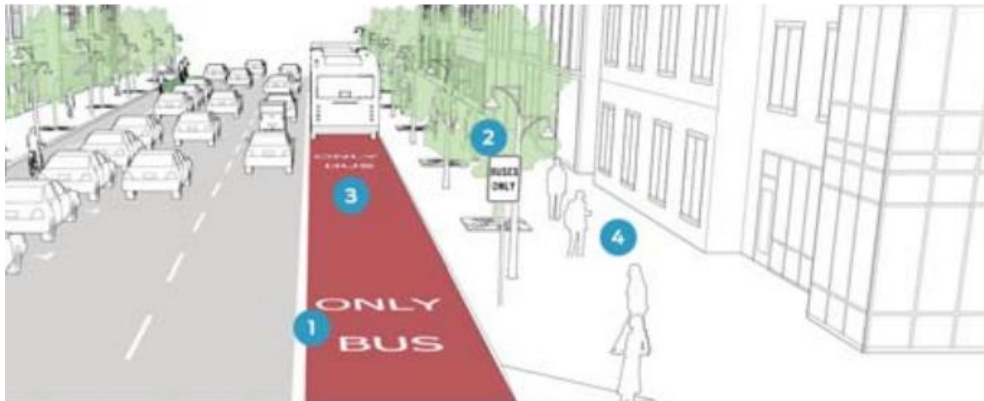
Elementos de un Corredor Troncal

Los agentes con comprenden y conforman a corredor son los siguientes:

- a) Carriles bus Troncal – Adecuación de carriles priorizados para la circulación de los buses. Su longitud es de aproximadamente 23 kilómetros entre ida y vuelta, con vías duales y simples.
- b) Operación mediante buses de mayor capacidad
- c) Abordajes y descensos únicamente en paraderos especiales, equipadas
- d) Puntos de Transferencia Intermedios y Terminales
- e) Prioridad semafórica en intersecciones.
- f) Su operación es estrictamente controlada con tecnología de punta.

Figura 4

Elementos del Corredor Troncal



Nota. Se observa una representación de un corredor troncal con carriles vehiculares, vía exclusiva para buses y espacio peatonal. Fuente: Obtenido de (Portland Bureau of Transportation, 2017).

2.3.4. Teoría de la Red Urbana

Salíngaros (2013) nos dice que esta teoría analiza los procesos conectivos que estructuran el tejido urbano y ofrece una visión integral para comprender la ciudad como un sistema interconectado. Este enfoque explica no solo las interrelaciones internas de la ciudad, sino también cómo estas conexiones pueden ser optimizadas para crear entornos urbanos más funcionales y exitosos. El autor identifica principios generales de conectividad y topología que se traducen en reglas prácticas para el diseño urbano, lo que permite abordar problemas específicos mediante soluciones basadas en la estructura de redes. Este marco teórico subraya la importancia de las conexiones como elementos clave para el desarrollo eficiente y armónico de las ciudades.

Como elementos físicos para el contexto urbano pueden ser considerados los puntos siguientes:

Nodos: Estos nodos representan centros de actividad humana que organizan las conexiones y el espacio de la ciudad. Estos nodos cumplen una variedad de propósitos, incluidos, entre otros, tiendas, restaurantes, parques, lugares de trabajo, viviendas y lugares de culto. Sus interacciones determinan la movilidad y la dinámica del uso del espacio y dan forma a la red urbana. La importancia de estos nodos y las rutas que los conectan se ve reforzada por las características naturales y arquitectónicas, lo que da como resultado un entorno más unificado y útil. Sin embargo, como los caminos

peatonales no pueden abarcar todas las distancias, los nodos que están demasiado alejados entre sí no pueden conectarse de manera eficiente (Salíngaros, 2013).

Conexiones: Los nodos complementarios se conectan entre sí para proporcionar vías que faciliten el desplazamiento de personas y actividades por una zona. Aunque en ocasiones pueden adoptar diseños curvos o irregulares para permitir diversas conexiones entre dos sitios específicos, estas rutas peatonales deben constar preferentemente de tramos cortos y rectos que garanticen la eficiencia y la accesibilidad. Se debe evitar la sobrecarga de un único canal de conexión, ya que esto podría causar congestión y perjudicar el rendimiento de la red (Salíngaros, 2013).

Jerarquía: La característica permite la autoorganización de las conexiones en diferentes niveles de escala, creando una estructura ordenada y eficiente. A medida que se progresan las escalas, las sendas peatonales de menor capacidad se conectan con calles de mayor capacidad, y así sucesivamente, formando una red múltiple pero no caótica. Este proceso de organización sigue un estricto orden, comenzando con las escalas menores y avanzando hacia las mayores, asegurando una conectividad gradual y funcional. La ausencia de alguno de estos niveles de conectividad puede generar una red disfuncional, o "patológica", que no cumple con las necesidades de movilidad urbana (Salíngaros, 2013).

2.3.5. Criterios de Análisis del Transporte por la visión de Molinero y Sánchez

Para identificar las limitaciones en la operación del sistema de transporte, es crucial considerar una serie de criterios que ayuden a caracterizar el estado actual del servicio, según la visión de Molinero y Sánchez (2005). Estos criterios deben ser definidos con base en una distinción clave entre dos conceptos: el primero, operación del transporte se refiere a los aspectos relacionados con la gestión interna del sistema, tales como los horarios, las jornadas laborales, la supervisión, la operación diaria de las unidades, las tarifas y el mantenimiento del sistema. En contraste, el segundo es el servicio de transporte se centra en la experiencia del usuario, abarcando la percepción de la calidad del servicio, la cantidad de transporte disponible y la información proporcionada al usuario. La correcta identificación y análisis de estos criterios, desde ambas perspectivas, permite abordar de manera integral las limitaciones y áreas de mejora del sistema de transporte urbano.

En seguida tenemos los aspectos a conocer para comprender en gran medida el sistema de transporte:

2.3.5.1. Desempeño del sistema

Bedregal (2023) dice que se describe el desarrollo del sistema de transporte, el cual se caracteriza por las siguientes características:

- La cantidad de vehículos que ofrecen el servicio.
- La velocidad de operación, que se define como el ritmo con el que los pasajeros experimentan el barco.
- La regularidad del servicio, que se define como la consistencia y el tiempo entre las salidas de los vehículos.
- La seguridad del sistema, medida por el número de accidentes por kilómetro o por año.
- El número máximo de plazas que pueden albergar las unidades de transporte se conoce como capacidad ofertada.

2.3.6. Nivel de servicio

Una métrica genérica que incorpora todas las características del servicio de transporte que impactan al usuario con elementos propios de la calidad del servicio (Bedregal, 2023). Nivel de servicio sugiere para su análisis lo siguiente:

- La red de transporte público está cubierta.
- El aspecto y la limpieza de las unidades de transporte
- Para comprender el carácter bidimensional de los niveles de servicio del transporte público, esta métrica sugiere examinar la relación entre la capacidad de los vehículos (número de pasajeros por unidad de transporte) y la frecuencia del servicio (número de vehículos por hora).

2.3.6.1. Impactos

Los efectos que el sistema de transporte tiene sobre su entorno y la región a la que sirve se denominan efectos (Bedregal, 2023). Por lo tanto, para determinar los efectos relacionados se considerarán los puntos siguientes:

- Polución atmosférica
- Grados de ruido
- Efecto visual de la circulación y su funcionamiento con sus componentes.
- Protección vial en los trayectos de transporte público.

Costos al usuario

- Tarifas por ruta o trayecto

2.3.7. Requerimientos del usuario

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta a la hora de evaluar la calidad del servicio son las necesidades del usuario. El usuario decidirá qué nivel de movilidad desea tener en función de su grado de satisfacción con ellas (Bedregal, 2023). A continuación, se enumeran los principales requisitos que se deben examinar para identificar las limitaciones operativas del sistema:

- Disponibilidad del transporte se refiere a la cobertura del servicio con horarios amplios y paraderos cercanos a puntos estratégicos a lo largo de la ruta.
- Puntualidad y confiabilidad del servicio aseguran que el usuario pueda abordar y llegar a su destino sin demoras excesivas.
- Tiempo de recorrido abarca no solo el trayecto en vehículo, sino también los tiempos de caminata, ascenso, descenso y espera en las paradas.
- Comodidad implica tener espacios adecuados tanto en las paradas como dentro de los vehículos, con asientos cómodos, accesibilidad y facilidades para personas con discapacidad.
- Conveniencia se evalúa en términos de cobertura, transbordos necesarios, información, diseños de paraderos, facilidades de pago y la regularidad del servicio.
- La seguridad del usuario se refiere a la prevención de accidentes durante el trayecto.
- Las tarifas deben ser accesibles y ajustadas a la realidad de los usuarios, con tarifas diferenciales cuando sea necesario.

2.3.8. Sistema Integrado de Transporte de la ciudad de Arequipa

El Sistema Integrado de Transporte (SIT) de la ciudad de Arequipa busca responder a los crecientes desafíos urbanos derivados de su expansión demográfica y la mayor demanda de servicios como salud, educación y empleo, lo que también ha incrementado la necesidad de un sistema de transporte público eficiente. Actualmente, el transporte urbano en Arequipa se enfrenta a serios problemas, como la lentitud, la incomodidad, la inseguridad y los efectos contaminantes. El sistema está compuesto por alrededor de 200 rutas que se superponen en el centro de la ciudad, operadas por vehículos

de baja capacidad, como combis, custeres y colectivos, los cuales compiten entre sí para atraer pasajeros, lo que agrava la congestión vehicular (Arias, 2020).

La situación ha generado un aumento sostenido de la congestión, especialmente en la última década. Con el objetivo de mejorar esta situación, el gobierno, a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la Municipalidad Provincial de Arequipa y con el apoyo de la Corporación Andina de Fomento y el Banco de Desarrollo, está trabajando en la implementación del SIT, que tiene como fin optimizar la movilidad urbana, reducir la congestión y mejorar la calidad del servicio de transporte público en la ciudad (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017). El Sistema Integrado de Transporte de la ciudad de Arequipa incluye a el siguiente par de puntos (Componente de Operación de Rutas y Componente Tecnológico).

2.3.9. Componente de Operación de Rutas

Tal como se indica en el cuadro adjunto, los 79 caminos que conformarán el Sistema Integrado de Transporte de la ciudad de Arequipa a lo largo de su fase operativa estarán categorizadas en función de sus atributos:

Tabla 3

Clasificación de rutas del SIT de acuerdo a sus características

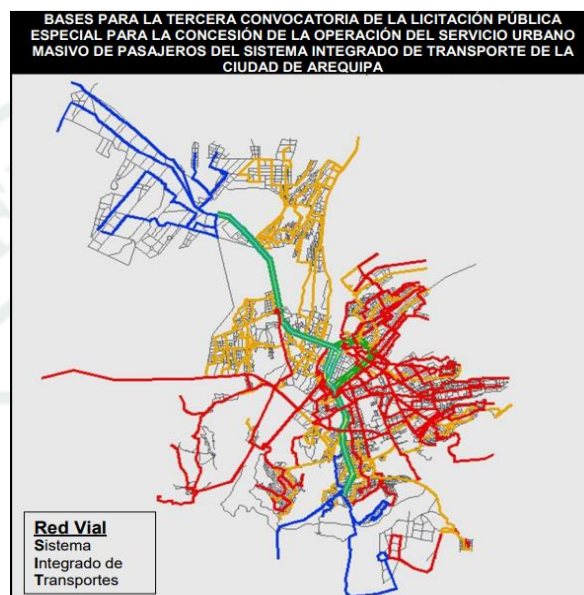
Rutas Estructurantes	Rutas Alimentadoras	Rutas Troncales
En el sentido Este-Oeste de la ciudad, habrá 35 (treinta y cinco) autobuses que prestarán un servicio directo con origen y destino propios. Para la operación en autobuses y microbuses se utilizarán paradas sencillas y pago a bordo.	Serán cuarenta y dos, ocho en el norte y sur de la ciudad y treinta y cuatro en el centro. Las líneas "Troncales" marcan el final de su recorrido. Utilizarán autobuses y microbuses con paradas cortas y pago a bordo.	En una vía de 23 kilómetros con carriles prioritarios y prioridad semafórica, inicialmente habrá dos, se utilizarán buses de alta capacidad con estaciones de intercambio, paradas básicas y/o pago a bordo.

Nota. Se presenta la clasificación de las rutas del Sistema Integrado de Transporte (SIT), diferenciando las rutas estructurantes, alimentadoras y troncales según sus características operacionales. Fuente: Obtenido de (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017).

El mapa general de la distribución de las 79 rutas SIT en función de sus atributos se puede observar en la Figura que sigue.

Figura 5

Mapa general del Sistema



Nota. Se observa el mapa general de la red vial del Sistema Integrado de Transporte (SIT).

Fuente: Obtenido de (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017).

Tabla 4

Leyenda de las rutas

Tipo Ruta	Color	Cantidad	Recorrido
Troncales	Verde	2	De sur a norte y de norte a sur
Estructurantes	Rojo	35	-
Alimentadoras intermedias	Amarillo	34	-
Alimentadoras de cabecera	Azul	8	-

Nota. Se presenta la leyenda de las rutas del Sistema Integrado de Transporte (SIT), detallando la tipología de rutas (troncales, estructurantes y alimentadoras), su codificación cromática y el número de rutas por categoría. Fuente: Obtenido de (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017).

A través de su comité especial encargado, convocó a la Tercera Licitación Pública Especial para la concesión de la operación del servicio urbano masivo de pasajeros. El proceso culminó el 22 de septiembre de 2017 con la entrega en concesión de diversas unidades de negocio, específicamente las unidades C-2, C-4, C-6, C-8 y C-10. Como parte de esta concesión, se asignaron un total de 79 rutas a través de 10 unidades de negocio, permitiendo una organización más eficiente y estructurada del transporte urbano. Este modelo de asignación busca mejorar la cobertura, la calidad del servicio y la coordinación entre las rutas, con el objetivo de optimizar la movilidad en la ciudad (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017).

Tabla 5

Asignación de Rutas del SIT concesionadas por unidad de negocio

Tipo de Empresa	Nomenclatura	CONCESIONARIO	Códigos de Rutas
Corredor Troncal	C-1 A I	Integra Arequipa	BT1
Corredor Troncal	C-1 B	-	BT2
Cono Norte (Cerro Colorado)	C-2	Empresarial Cono Norte	A25, A27, A28, A29, A30, A32, A33, A37, A38
Cayma	C-3	Transcayma	A5, A26, A31, A34, A36, A39
Selva Alegre – Miraflores	C-4	Unión AQP	A14, T13, T14, T38, A14, A40, A41, T15, T16, T17, T18
Mariano Melgar	C-5	Divino Sur	A43, T7, T8, T35
Paucarpata – Miguel Grau	C-6	Unión Grau	T5, T11, T32, T3, T4, T33
Paucarpata – Ciudad Blanca	C-7	AQP Masivo (Vía Judicial)	A7, T6, A10, T9, T12, T37
Sabandía Characato	C-8	Transporte Sabandia Characato	A6, A21, T1, T2
Socabay	C-9	Transporte Socabaya	A11, A12, A13, A18, A35, A44, T22, T23, T36
Hunter –Tiabaya – Sachaca	C-10	Megabus HTS	A19, A20, A42, A22, T19, T20, T21, T26, T28, T29, T30, T31
Pachacútec	C-11	Gran Pachacútec	A1, A2, A3, A4, A8, A9, A17, A24, T24, T25

Nota. Se presenta la asignación de rutas del Sistema Integrado de Transporte (SIT) concesionadas por unidad de negocio, detallando el tipo de empresa, la nomenclatura, la concesionaria y el código de rutas. Fuente: Obtenido de (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017).

Por como dice la Municipalidad Provincial de Arequipa (2017), la flota equivalente necesaria para la operación de las rutas del Sistema Integrado de Transporte de Arequipa se establece en función de las unidades vehiculares M2 y M3 con fecha de fabricación desde el año 2008 en adelante. Para calcular el número de vehículos requeridos por unidad de negocio, se consideran diferentes proporciones según la capacidad de cada bus: un bus de 42 pasajeros equivale a una unidad vehicular de servicio actual, un bus de 60 pasajeros equivale a 1.5 unidades, un bus de 80 pasajeros se considera equivalente a 2 unidades, y un bus de 100 pasajeros equivale a 2.5 unidades. Esta asignación busca asegurar una flota adecuada que responda de manera eficiente a la demanda de transporte urbano, optimizando tanto la capacidad como la frecuencia de las rutas operativas dentro del SIT.

Tabla 6

Flota equivalente necesaria para la operación por unidad de negocio

Denominación por Unidad de Negocio	Unidad de Negocio	Bus				Total
		100	80	60	42	
Troncal 1	C -1A	189				189
Troncal 2	C-AB	189				189
Cono Norte	C-2		42	44	20	106
Cayma	C-3		158	102	26	286
A.S.A. - Miraflores	C-4			252	197	449
Mariano Melgar	C-5			63	46	109
Paucarpata - Miguel Grau	C-6			219	14	233

Paucarpata - Ciudad Blanca	C-7		47	184	231
Sabandia	C-8		141		141
Socabaya	C-9		198	25	233
Hunter	C-10	34	137	62	233
Pachacútec	C-11	30	131	3	164
Total		378	264	1334	2553

Nota. Se presenta la flota equivalente requerida para la operación del Sistema Integrado de Transporte (SIT), organizada por unidad de negocio y su denominación correspondiente.
Fuente: Obtenido de (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017).

Tabla 7

Empresas de Transporte por ruta de interés Cayma C-3

Unidad de negocio	Código	Consorcios ganadores de buena pro	Empresas que conforman cada consorcio	Flota presentada en el proceso de licitación	Nombre de la empresa con que se firmó contrato con mpa	Fecha de firma de contrato con mpa	Códigos de ruta
Cayma	C-3	Consorcio Transcayma	1. Transportes Dean Valdivia S.A. 2. Transacacia S.A.C. 3. Transtupi Transporte Colectivo Ltda.	129 (Ciento veintinueve)	Empresa de Transporte s Transcayma S.A.	12 de Enero 2018	A5, A26, A31, A34, A36, A39

Nota. Se presenta la relación de empresas de transporte de la cuenca C-3 Cayma del SIT, incluyendo consorcios, flota, empresa adjudicada y datos contractuales por ruta. Fuente: Obtenido de (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017).

Tabla 8*Características de rutas que componen la unidad de negocio C3 – Cayma*

Ruta	Pax /Día a	km/dí a	Flota requeri ré	Tipo de Vehículo	km/dí a/bus	Longitu d (km)	Velocida d Promedio	Pax/día/ Bus	Carga máxi ma horari a
A26	391 42	3866	24	Bus 80	161	17	18	1631	1206
A31	229 0	358	2	Bus 60	179	13	18	1145	145
A34	198 14	5867	26	Bus 42	226	37.1	18	762	438
A36	641 07	11254	55	Bus 60	205	21	18	1166	2840
A39	688 1	1139	1	Bus 60	104	14.7	18	626	308
A5	851 82	9361	55	Bus 80	170	24.9	15	1549	2133

Nota. Se presentan las características operacionales de las rutas de la unidad de negocio C3 – Cayma del SIT, incluyendo demanda de pasajeros, flota requerida y parámetros de operación. Fuente: Obtenido de (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017).

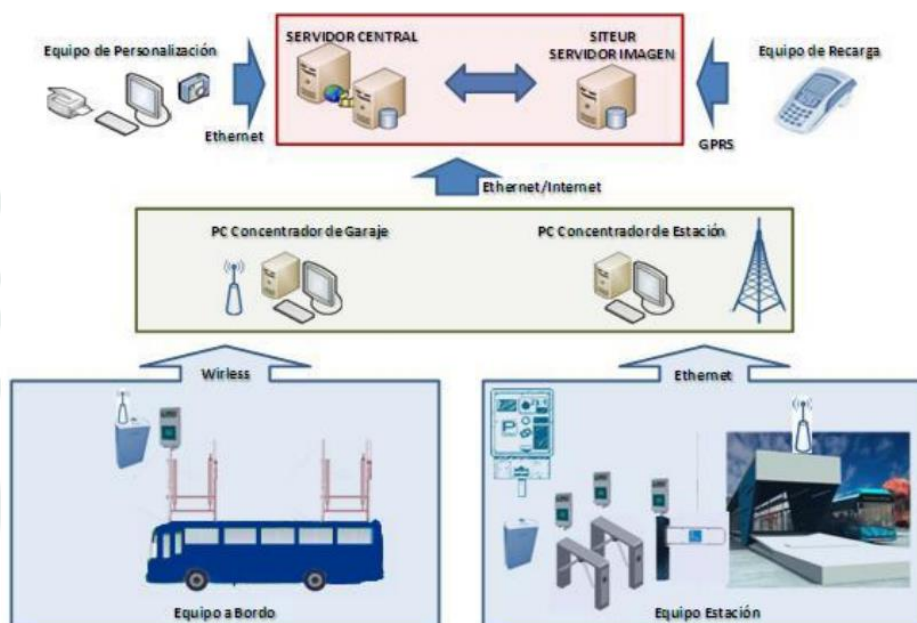
2.3.10. Componente Tecnológico

El Sistema Integrado de Transporte (SIT) de Arequipa incorpora diversos componentes tecnológicos destinados a garantizar una operación eficiente y controlada. A través de un Centro de Control, se programará y gestionará la operación de los buses, cuya gestión estará a cargo de empresas privadas. Este centro establecerá los requerimientos de buses por cada Unidad de Negocio, considerando aspectos clave como los Corredores o Ejes Viales Troncales, las Vías Alimentadoras y las Vías Estructurantes, además de las frecuencias y velocidades de circulación. Para asegurar transparencia en el sistema, los ingresos generados por el servicio de transporte serán transferidos a un fideicomiso, que distribuirá las contraprestaciones correspondientes a cada operador

según lo pactado en los contratos de concesión (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017).

Figura 6

Componente tecnológico



Nota. Se observa el componente tecnológico del Sistema Integrado de Transporte (SIT).

Fuente: (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017).

2.3.11. Software Sumo

Sumo, es un software especializado en la simulación de tránsito de código abierto con la planificación y operación del transporte. Diseñado específicamente para simulación del transporte, combina herramientas de sistemas modelación y análisis de redes de transporte, aplicado en las áreas de evaluación de planes de semáforos, análisis y elección de rutas, previsiones de tráfico y análisis de riesgos en las afluencias del transporte público y la creación de nuevas rutas.

2.3.11.1. Características Principales

SUMO integra un conjunto de herramientas que permite realizar análisis detallados y precisos en la planificación de transporte. Entre sus principales características destacan: (Castro et al., 2017)

- **Análisis de redes:** Permite modelar redes de transporte urbano, interurbano y rural, optimizando rutas y simulando el flujo vehicular.

- **Modelación de demanda:** Ofrece herramientas para estimar y proyectar la demanda de transporte basada en datos socioeconómicos y patrones de movilidad.
- **Planificación de rutas:** Facilita el diseño y evaluación de rutas de transporte público y privado, optimizando recorridos y tiempos de viaje.
- **Integración GIS:** Combina datos geoespaciales con modelos matemáticos, permitiendo la visualización y análisis en mapas interactivos.

2.3.11.2. Aplicaciones en la Planificación de Transporte

Sumo se utiliza ampliamente en la planificación y operación del transporte, abordando aspectos como: (Castro et al., 2017)

- Evaluación de la capacidad vial y el nivel de servicio de carreteras y vías urbanas.
- Diseño y optimización de sistemas de transporte público, incluyendo el análisis de paraderos, terminales y frecuencias de operación.
- Análisis de distribución modal, permitiendo la comparación de alternativas de transporte para promover la sostenibilidad.
- Estudios de viabilidad económica para proyectos de infraestructura vial y de transporte.

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

3.1. Método de Investigación

Según, Arias (2021) el método científico, permite desarrollar hipótesis basadas en fundamentos teóricos, recolectar y analizar datos empíricos mediante técnicas validadas, y llegar a conclusiones sustentadas que contribuyen al conocimiento científico ya la toma de decisiones. efectivas en el ámbito del transporte urbano. Su aplicación asegura la reproducibilidad y la confiabilidad de los resultados, elementos esenciales para garantizar la calidad de la investigación

En esta investigación se emplea el método científico porque proporciona un enfoque sistemático y estructurado para abordar el problema planteado, asegurando la objetividad y la precisión en el análisis de los factores que afectan la operación del Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3- Cayma de Arequipa, 2025.

3.2. Tipo y Diseño de Investigación

De acuerdo con Hernández & Mendoza (2018) El **enfoque cuantitativo** es un método de investigación basado en la recolección y análisis de datos numéricos para describir, explicar o predecir fenómenos de manera objetiva y medible. Se apoya en el uso de herramientas estadísticas y técnicas estructuradas, como encuestas, experimentos y análisis de bases de datos, permitiendo identificar patrones, relaciones y tendencias.

La presente investigación emplea un **enfoque cuantitativo** debido a que se fundamenta en la recopilación y análisis de datos numéricos para medir de manera objetiva los factores que afectan la operación del Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-Cayma de Arequipa. A través de técnicas estandarizadas como aforos vehiculares, evaluación de infraestructura vial, medición de tiempos de viaje y análisis de demanda mediante el software SUMO, se garantiza la obtención de información precisa y reproducible.

Así mismo Ñaupas et al. (2018) indica las investigaciones de **diseño no experimental** es un tipo de investigación en el que no se manipulan intencionalmente las variables, sino que se observan y analizan tal como se presentan en su entorno natural. Este

diseño se emplea cuando el investigador busca describir fenómenos, analizar relaciones entre variables o realizar estudios correlacionales y causales sin intervención directa.

El **diseño de esta investigación no es experimental** porque no se manipulan las variables independientes de manera intencional. En su lugar, se observa y analiza la realidad tal como ocurre en el Sistema Integral de Transporte (SIT) de la Cuenca C3-Cayma de Arequipa, 2024. Este enfoque permite estudiar los factores que afectan la operación del sistema en su entorno natural, recolectando datos a través de instrumentos como fichas de observación, registros de aforo vehicular y herramientas especializadas como SUMO.

Según Hernández y Mendoza (2018), las investigaciones de **nivel explicativo** tienen como propósito identificar y analizar las causas o factores que originan un fenómeno, estableciendo relaciones de causa-efecto entre variables. Este nivel de investigación busca explicar por qué ocurre un determinado comportamiento, evaluando cómo una variable influye sobre otra mediante procedimientos de análisis cuantitativo y estadístico.

La presente investigación es de **nivel explicativo** porque busca determinar cómo los factores relacionados con el flujo vehicular, la infraestructura vial, la operación de la flota vehicular y la demanda de transporte afectan la operación del Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025. Para ello, se analizarán relaciones entre variables mediante indicadores cuantificables y técnicas de análisis estadístico, permitiendo explicar el comportamiento y desempeño operacional del sistema de transporte.

3.3. Población, Muestra y Muestreo

En este caso la población y muestra a la vez será la Av. Ejército en su totalidad.

3.3.1. Población

De acuerdo Ñaupas et al. (2018) la población en una investigación es el conjunto total de individuos, objetos o elementos que comparten características comunes y que son el foco de estudio. Puede estar formado por personas, instituciones, eventos o cualquier unidad de análisis que sea relevante para la investigación.

La población de esta investigación está constituida por la totalidad de las unidades y elementos relacionados con el Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-

Cayma de la ciudad de Arequipa, 2024. Esto incluye las vías principales de la cuenca, la flota vehicular que opera en el sistema, los paraderos, los terminales establecidos, las rutas predeterminadas, y los usuarios del transporte. Además, se consideran los datos asociados al flujo vehicular, la demanda de transporte, y la operación general del sistema como parte integral de la población a estudiar.

3.3.2. Muestra

De acuerdo con Hernández & Mendoza (2018) La muestra en una investigación es un subconjunto representativo de la población que se selecciona para ser estudiado con el fin de obtener conclusiones que puedan generalizarse al total de la población.

La muestra de la investigación serán los elementos más representativos del Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2024. Esta incluye:

- **Infraestructura vial:** Se evaluarán las principales vías y corredores que presentan mayor flujo vehicular en la cuenca.
- **Flota vehicular:** Se analizará una muestra representativa de los vehículos que operan en el SIT, considerando su frecuencia, capacidad y recorridos.
- **Usuarios:** Se tomarán datos de una muestra significativa de pasajeros para analizar la demanda y nivel de satisfacción.
- **Paraderos y terminales:** Se incluirán los puntos de embarque y desembarque más relevantes dentro del sistema

3.3.3. Muestreo

De acuerdo con Hernández & Mendoza (2018) el muestreo no probabilístico es un tipo de muestreo en el que la selección de los elementos no depende del azar, sino de criterios subjetivos o de conveniencia establecidos por el investigador. En este método, no todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados, lo que puede limitar la generalización de los resultados.

La muestra de la investigación será seleccionada mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando los elementos más representativos del Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2024.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

De acuerdo Ñaupas et al. (2018) Las técnicas en una investigación son los procedimientos o estrategias utilizadas para recolectar, analizar e interpretar datos con el fin de responder a los objetivos del estudio.

Dentro de las técnicas e instrumentos en la presente investigación se utilizará la técnica de la comunicación a través de un cuestionario y la técnica de observación a través de una ficha de observación, las cuales nos permitirán tener una mejor comprensión y manejo de las variables.

- **Observación Directa:** Se utilizo para obtener información detallada sobre el flujo vehicular, la infraestructura vial y la operación de la flota vehicular. Esta técnica permitirá registrar de manera directa el comportamiento de los vehículos y el estado de las vías y paraderos.
- **Aforos Vehiculares:** Se realizo aforos en puntos estratégicos dentro de la cuenca para cuantificar el flujo vehicular y el volumen de tráfico, así como la variación en las horas pico. Estos datos se analizarán utilizando los principios del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010) para determinar la capacidad vial y el nivel de servicio.
- **Entrevista a transportistas:** Se aplico entrevistas a los transportistas del sistema integrado de transporte sobre factores que retrasan sus tiempos de viaje, estado de las vías y la infraestructura de los paraderos.
- **Encuestas a Usuarios:** Se aplico encuestas a los usuarios del sistema de transporte para evaluar la demanda y satisfacción con el servicio. Estas encuestas incluyen preguntas sobre tiempos de viaje, disponibilidad de paradas y percepción del estado de la infraestructura.
- **Software SUMO:** Para el análisis de la demanda de transporte y la distribución modal, se empleará el software SUMO, el cual permite realizar simulaciones y modelado de transporte en función de datos recogidos sobre el flujo de usuarios y vehículos.
- **Ficha de Recolección de Datos:** Para la evaluación cualitativa y cuantitativa de la infraestructura vial y la operación de la flota, se utilizarán fichas de recolección de datos estructuradas, donde se registrarán las condiciones específicas de las vías,

paraderos, y terminales, así como los indicadores operativos relacionados con la flota y la cantidad de viajes realizados.

3.5. Procedimientos

Para el objetivo Específico 1: Identificar cómo las características de los factores afectan la operación en el Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-Cayma.

Metodología:

- **Observación directa y registro fotográfico:** Se inspeccionarán paraderos, vías, intersecciones y terminales para documentar su estado y funcionalidad. Se capturarán imágenes y videos para evaluar su impacto en la operación del SIT.
- **Entrevistas a conductores y operadores:** Se realizarán encuestas dirigidas a transportistas y operadores para conocer sus percepciones sobre factores que afectan la operación, como congestión, accesibilidad y tiempos de espera.
- **Análisis de frecuencia y puntualidad:** Se registrará la frecuencia de paso de los vehículos en distintos puntos de control para identificar retrasos y variabilidad en el servicio.

Herramientas y software:

- **Google Earth:** Para georreferenciar los puntos críticos del sistema de transporte.
- **Excel:** Para el análisis estadístico de datos cualitativos y cuantitativos.

Para el objetivo Específico 2: Evaluar el estado de la infraestructura vial en el Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-Cayma.

Metodología:

- **Inspección Técnica de Infraestructura Vial:** Se evaluarán el tipo de pavimento, el estado de las calzadas, la existencia y condiciones de señalización, la presencia de paraderos y su adecuación a la demanda.
- **Georreferenciación de Infraestructura con GPS:** Se levantará información geoespacial para mapear la infraestructura crítica del SIT.
- **Comparación con Normativas:** Se analizará el cumplimiento de los parámetros establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (MTC) y el Manual de Señalización Vial (MTC).

Herramientas y software:

- **GPS:** Para georreferenciar la infraestructura vial.
- **Google Earth:** Para análisis de imágenes satelitales de la red vial.
- **AutoCAD Civil 3D:** Para modelado de infraestructura vial y diseño geométrico.
- **Excel:** Para tabulación y análisis de datos obtenidos en campo.

Para el objetivo Específico 3: Examinar la operación de la flota vehicular en el Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-Cayma.

Metodología:

- **Aforos Vehiculares:** Se realizarán conteos manuales y con cámaras para determinar el volumen de tránsito de la flota vehicular del SIT, su ocupación y la frecuencia de paso en diferentes horarios.

Herramientas y software:

- **Excel:** Para procesar datos de aforos y evaluar patrones de operación.
- **Google Maps:** Para validación de rutas y tiempos de viaje

Para el objetivo Específico 4: Determinar la demanda de transporte y el nivel de recaudo en el Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-Cayma.

Metodología:

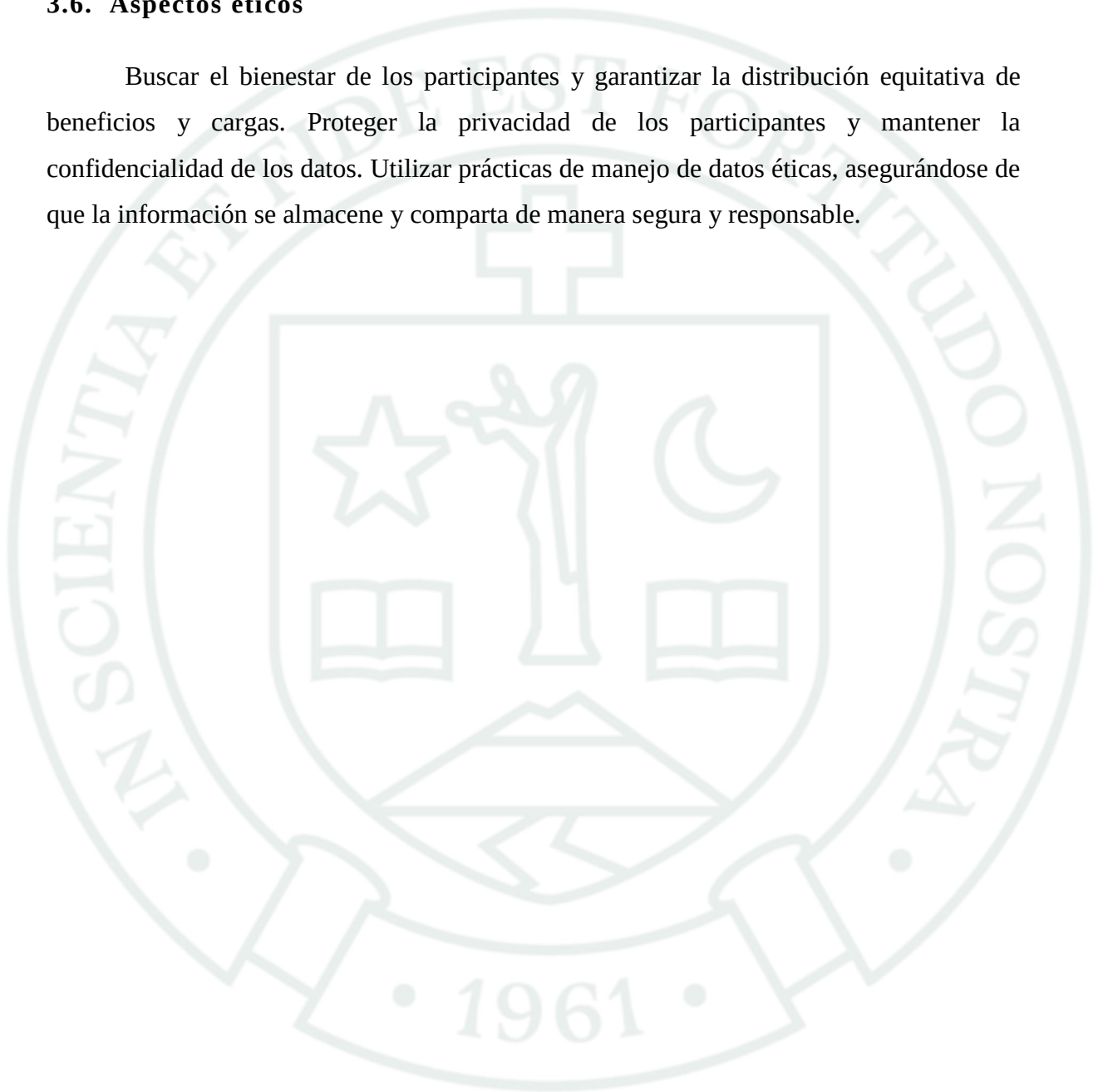
- **Encuestas a usuarios del transporte público:** Se aplicarán encuestas estructuradas para conocer la frecuencia de uso, horarios de mayor demanda y satisfacción con el servicio.
- **Aforos en terminales y paraderos:** Se medirá la cantidad de pasajeros que suben y bajan en distintos puntos de la red de transporte.
- **Modelado de la demanda en SUMO:** Se ingresarán los datos de demanda y oferta en SUMO para modelar la distribución modal y calcular la rentabilidad del sistema.
- **Estimación del Nivel de Recaudo:** Se analizarán los datos de demanda y tarifas generados por el SIT.

Herramientas y software:

- **Excel:** Para análisis de patrones de demanda y estimación del nivel de recaudo.
- **SUMO:** Para simulaciones de demanda y distribución modal.

3.6. Aspectos éticos

Buscar el bienestar de los participantes y garantizar la distribución equitativa de beneficios y cargas. Proteger la privacidad de los participantes y mantener la confidencialidad de los datos. Utilizar prácticas de manejo de datos éticas, asegurándose de que la información se almacene y comparta de manera segura y responsable.



CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se expondrán los resultados de la investigación realizada, la misma que estará subdividida por los objetivos propuestos en el plan de tesis. Del mismo modo, conviene aclarar que el presente trabajo ha recogido la información para posteriormente realizar un análisis estadístico de tipo descriptivo por lo que se trabajaron con promedio, medias, medianas, frecuencias, entre otros, sobre el número de vehículos, frecuencia de salida, tiempo de viaje, promedios de demora, distancias, números de viajes por día, entre otros.

4.1. Resultados para el objetivo específico 01

Identificar cómo las características de los factores afectan la operación en el Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-Cayma.

Para empezar a identificar las características se evalúa los principales factores que afectan la operación del sistema integrado de transporte (SIT) los cuales son:

- Flujo Vehicular
- Frecuencia
- Economía

1) Flujo Vehicular

El tránsito vehicular (también llamado tráfico vehicular o simplemente tráfico) es provocado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Antes de cualquier diseño de la vía se deben conocer las características del tráfico que va desarrollar en esa calle.

Debido al tráfico vehicular de las vías principales, secundarias por donde circulan vehículos particulares y vehículos de servicio público, estas vías también circulan flotas de otras empresas que pertenecen al SIT. Los usuarios utilizan el servicio público para transportarse hacia sus hogares o centros de trabajo, debido a la alta saturación en las avenidas principales no pueden tomar dichas unidades. Algunas de estas vías no cuentan con paraderos estratégicos los cuales son de gran ayuda para los usuarios, con esto las flotas vehiculares ingresarían a los paraderos correspondientes, eliminando los paraderos informales, y estarían dando pasada a los otros vehículos. Con esta estrategia también ayudaría a descongestionar y poder ayudar a que las flotas puedan mantener su frecuencia, a efecto de poderles brindar un buen servicio a los pasajeros.

De acuerdo al proyecto: “Mejoramiento integral y sustentable de los servicios de transporte público en la ciudad de Arequipa” deben de existir 39 paraderos, cuyos diseños están de acuerdo a las dimensiones de las vías lo cual dan tres tipos de paraderos: duales, dobles y simples:

Duales: los espacios de 4.0 m de ancho y un largo aprox. 18 m.

Doble: los espacios de 2.5 m de ancho y un largo aprox. 36m.

Simples: los espacios de 2.2 m están ubicadas en las calles de Bolívar-Sucre y San Juan de Dios-Jerusalén que corresponden al centro histórico.

Los paraderos se encuentran ubicados estratégicamente en rutas alimentadoras y estructurantes, en el siguiente cuadro se muestran los tipos, denominación y las ubicaciones de los 39 paraderos.

Tabla 9

Relación De Paraderos

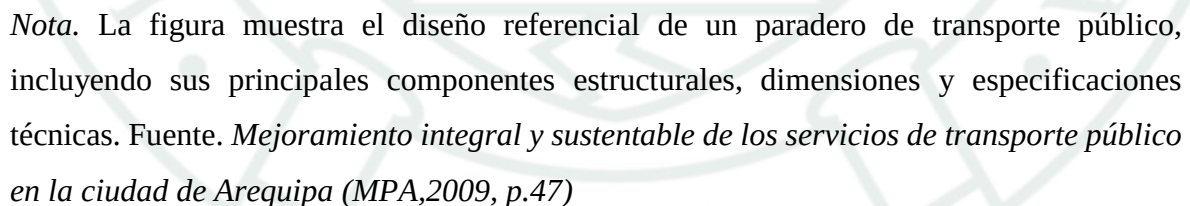
DENOMINACION		TIPO
PARADERO N°	NOMBRE	
NORTE - AVIACIÓN-AREQUIPA-PUMACAHUA-CAHUIDE		
1	TERMINAL NORTE	DOBLE
2	CARRETERA YURA	DUAL
3	RIO SECO	DOBLE
4	AEROPUERTO	DOBLE
5	ZAMACOLA	DOBLE
6	AVIACIÓN	DUAL
7	JM CUADROS	DOBLE
8	AREQUIPA	DUAL
9	PUMACAHUA	DOBLE
EJÉRCITO		
10	EJÉRCITO	DOBLE
11	SAGA FALABELLA	DUAL
12	LA RECOLETA	DOBLE
CENTRO HISTÓRICO - BOLÍVAR-SUCRE-JERUSALÉN		
13	PUENTE GRAU	SIMPLE
14	SAN AGUSTÍN	SIMPLE
15	BOLOGNESI	SIMPLE
16	7 ESQUINAS	SIMPLE

SAN JUAN DE DIOS - JERUSALÉN			
19	SAN JUAN DE DIOS		SIMPLE
20	ALTO DE LA LUNA		SIMPLE
21	MERCADERES		SIMPLE
22	MELGAR		SIMPLE
23	JUAN DE LA TORRE		SIMPLE
SALAVERRY - VIADUCTO			
17	SALAVERRY		SIMPLE
18	ORMEÑO		DUAL
32	VENEZUELA		DOBLE
JUAN DE LA TORRE - AREQUIPA - PROGRESO - GOYENECHE - G. DE LA FUENTE			
24	SELVA ALEGRE		DOBLE
25	ALTO SELVA ALEGRE		DOBLE
26	CALVARIO		DOBLE
27	PRO HOGAR		DOBLE
28	MUÑOZ NAJAR		DOBLE
29	LA SALLE		DOBLE
30	HOSPITAL GOYENECHE		DOBLE
31	ESTADIO MELGAR		DUAL
SUR - A. CARRIÓN - LA PAMPILLA - PERÚ - G. DE LA VEGA - SOCABAYA - SALAVERRY			
33	HOSPITAL	GENERAL	DOBLE
34	OVALO CÁCERES		DUAL
35	LA APACHETA		DUAL
36	GARCILAZO DE LA VEGA		DUAL
37	SOCABAYA		DUAL
38	SAN MARTÍN		DUAL
39	TERMINAL SUR		DUAL
PARADEROS DUALES			13
DOBLES			16
PARADERO SIMPLE			10
TOTAL PARADEROS			39

Nota. La tabla presenta la relación de los 39 paraderos de la ruta de estudio, indicando su numeración, denominación y clasificación en 13 paraderos duales, 16 dobles y 10 simples.
Fuente: *Mejoramiento integral y sustentable de los servicios de transporte público en la ciudad de Arequipa* (MPA,2009, p.46)

Paradero Central

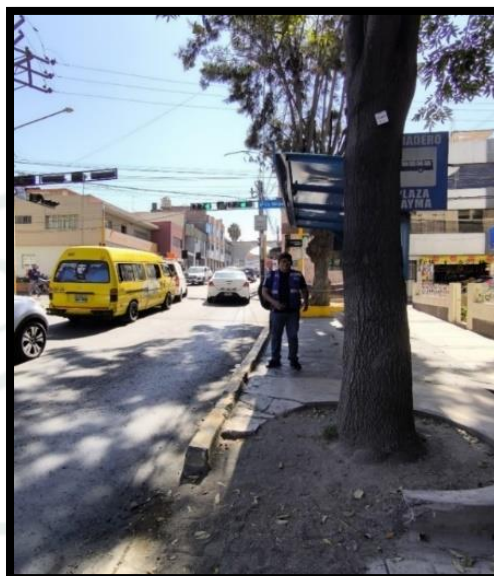
Paradero Central



46

Figura 8

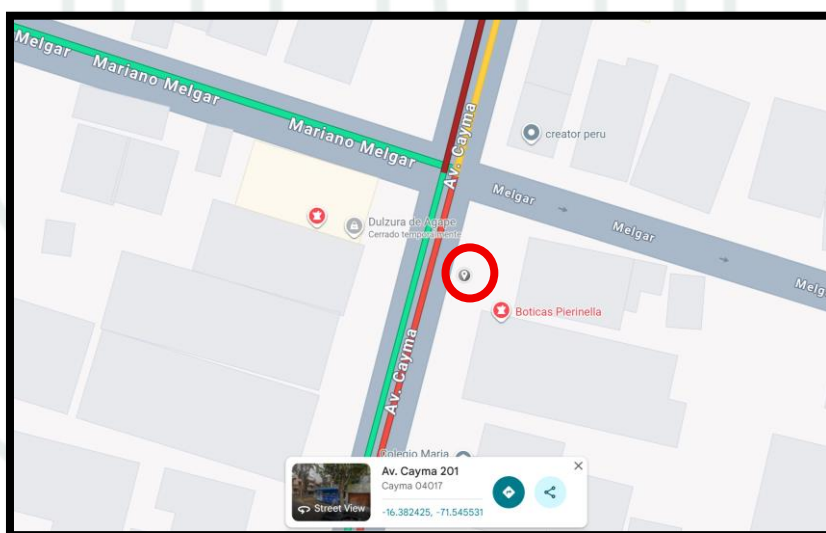
Fotografía de paradero simple



Nota. La fotografía muestra un paradero simple existente en la ruta de estudio.

Figura 9

Ubicación del paradero simple (captura de pantalla de Google Maps)



Nota. La figura presenta la ubicación geográfica del paradero simple de la ruta de estudio mediante una captura de pantalla de Google Maps. Fuente: Adaptado de Google Maps, 2025.

En las figuras 8 y 9 es donde encontramos este paradero simple, ubicado a una cuadra de la plaza de Cayma y es por donde circulan todas las rutas de transcayma, donde mayormente en horas punta hay demasiado flujo vehicular en la Av. Cayma con la calle Mariano Melgar. La reducción de doble vía a una sola vía también genera congestión

Figura 10

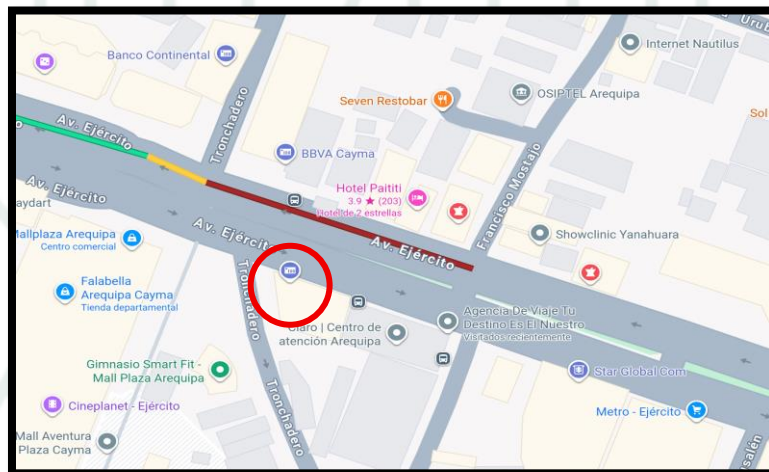
Fotografía de paradero dual



Nota. La fotografía muestra un paradero dual existente en la ruta de estudio.

Figura 11

Ubicación del paradero dual (captura de pantalla de Google Maps)

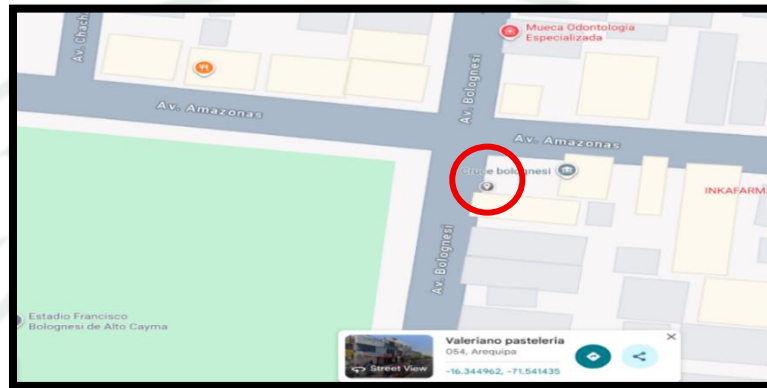


Nota. La figura presenta la ubicación geográfica del paradero dual de la ruta de estudio mediante una captura de pantalla de Google Maps. Fuente: Adaptado de Google Maps, 2025.

En la figura 11 se aprecia como es el paradero dual y en la figura 12 se observa la ubicación de dicho paradero en el Google Maps. El paradero dual se aprecia que tiene una salida de la vía lo cual ayuda a reducir el flujo vehicular en dicha zona.

Figura 12

Ubicación de lugar sin paradero (captura de pantalla de Google Maps)



Nota. La figura presenta la ubicación geográfica del punto de la ruta de estudio que no cuenta con infraestructura de paradero, mediante una captura de pantalla de Google Maps. Fuente: (Adaptado de Google Maps, 2025.)

En la figura 12 se observa la ubicación del cruce Bolognesi que es uno de los más transitados por los vehículos de Transcayma, pero como tal no cuenta con algún paradero ya sea simple o dual, y es donde los vehículos se detienen para recoger a los pasajeros.

Figura 13

Ubicación del cruce Bolognesi con Av. Amazonas

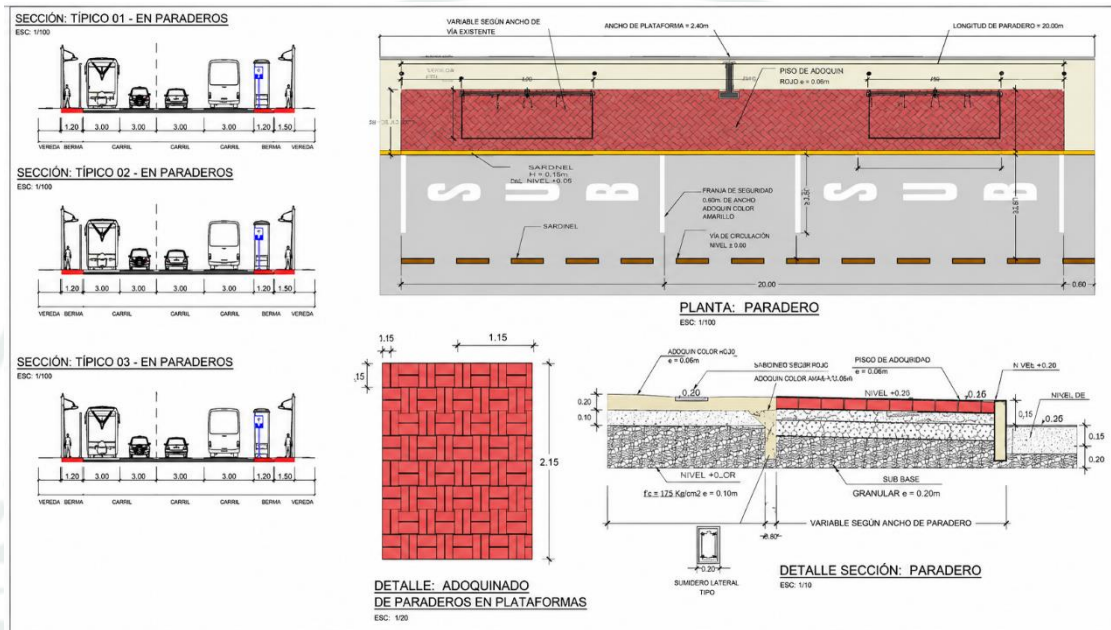


Nota. La fotografía muestra el cruce Bolognesi con la avenida Amazonas, correspondiente a un punto de la ruta de estudio.

En la figura 13 se observa el cruce Bolognesi, donde los usuarios lo usan como paradero y los trabajadores de la MDC se colocan para aligerar el tránsito en la zona, ya que en este cruce no se cuenta con ningún paradero.

Figura 14

Detalle de paraderos



Nota. La figura muestra la sección tipo, la planta y los detalles constructivos del adoquinado correspondientes al diseño referencial de un paradero de transporte público. Fuente: Captura del plano D-01 emitido por MPA, 2025.

En la figura 14 se puede ver el detalle del paradero, que se debería implementar en el cruce Bolognesi para la comodidad del usuario, este es el diseño de los paraderos que hay en la ciudad de Arequipa.

La diferencia entre el paradero dual que está ubicado en Saga Falabella tiene espacio para poder recoger a los pasajeros y así no detener el tránsito en la Av. Ejército debido a la circulación de transporte, en la zona genera demasiado tráfico y retrasos en su recorrido, el otro paradero simple debido a la cercanía de la plaza de Cayma, tiene una reducción de vías de dos carriles a uno, cuando paran en el paradero generan tráfico y congestión para ingresar a la plaza de Cayma, en otros lugares no se cuenta con paraderos y es donde los vehículos se detienen más, así generan aglomeración en las vías como lo es en el cruce Bolognesi, este cruce es por donde todos los vehículos tipo M1, M2, YM3 circulan y es donde recogen más pasajeros por la afluencia que hay en dicha zona.

Se realizó un conteo de los vehículos que no respetan las señales de tránsito en el cruce de la Av. Bolognesi con 22 de mayo, de lo cual las estadísticas son las siguientes

Tabla 10

Estudio de vehículos día 1

ESTUDIO DE VEHICULOS		
TRAMO DE LA CARRETERA	Cruce 22 de Agosto con Av. Bolognesi	
SENTIDO	Giro a la izquierda	
DIA	13/11/2025	
FECHA	Jueves	
Clasificación Vehicular		
Horario	Vehículos	Motos
5:00 a 6:00	80	8
6:00 a 7:00	75	7
7:00 a 8:00	89	11
8:00 a 9:00	88	10
9:00 a 10:00	78	7
10:00 a 11:00	79	6
11:00 a 12:00	87	8
12:00 a 13:00	86	10
13:00 a 14:00	88	9
14:00 a 15:00	88	10
15:00 a 16:00	75	7
16:00 a 17:00	75	8
17:00 a 18:00	89	10
18:00 a 19:00	86	11
19:00 a 20:00	89	8
20:00 a 21:00	85	11
21:00 a 22:00	75	6

Nota. La tabla presenta el conteo horario de vehículos y motocicletas que realizaron el giro a la izquierda en el cruce de la avenida Bolognesi con la calle 22 de agosto durante el primer día de evaluación.

Tabla 11*Estudio de vehículos día 2*

ESTUDIO DE VEHICULOS		
TRAMO DE LA CARRETERA	Cruce 22 de Agosto con Av. Bolognesi	
SENTIDO	Giro a la izquierda	
DIA	14/11/2025	
FECHA	Viernes	
Clasificación Vehicular		
Horario	Vehículos	Motos
5:00 a 6:00	78	6
6:00 a 7:00	77	8
7:00 a 8:00	85	11
8:00 a 9:00	88	10
9:00 a 10:00	75	6
10:00 a 11:00	79	7
11:00 a 12:00	87	9
12:00 a 13:00	87	11
13:00 a 14:00	89	9
14:00 a 15:00	86	11
15:00 a 16:00	76	5
16:00 a 17:00	78	8
17:00 a 18:00	87	8
18:00 a 19:00	89	11
19:00 a 20:00	85	9
20:00 a 21:00	87	8
21:00 a 22:00	79	7

Nota. La tabla presenta el conteo horario de vehículos y motocicletas que realizaron el giro a la izquierda en el cruce de la avenida Bolognesi con la calle 22 de agosto durante el segundo día de evaluación.

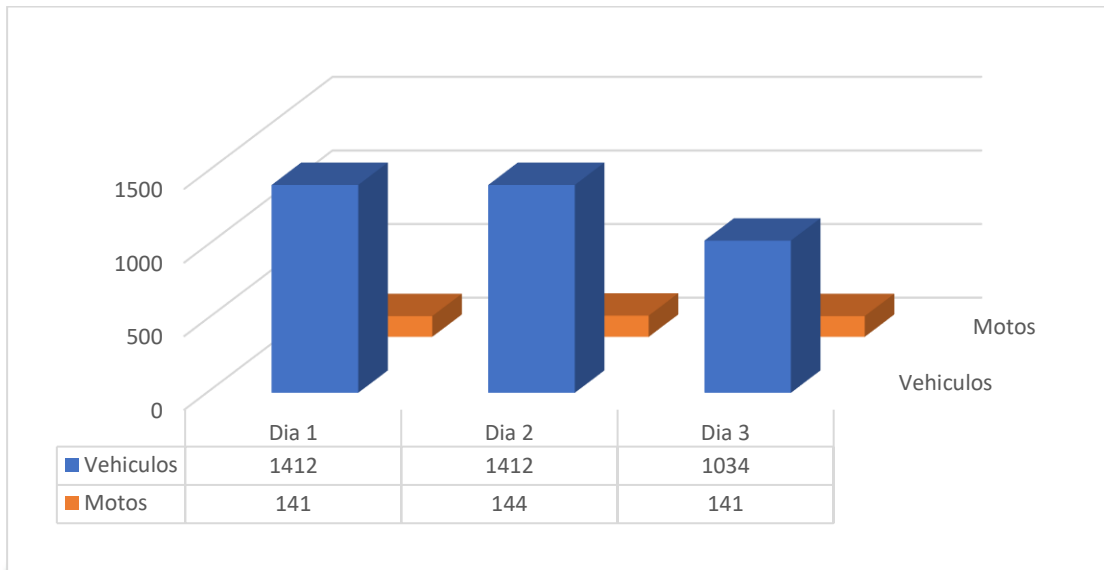
Tabla 12*Estudio de vehículos día 3*

ESTUDIO DE VEHICULOS		
TRAMO DE LA CARRETERA	Cruce 22 de Agosto con Av. Bolognesi	
SENTIDO	Giro a la izquierda	
DIA	15/11/2025	
FECHA	Sábado	
Clasificación Vehicular		
Horario	Vehículos	Motos
5:00 a 6:00	79	5
6:00 a 7:00	80	5
7:00 a 8:00	89	8
8:00 a 9:00	88	10
9:00 a 10:00	80	6
10:00 a 11:00	77	5
11:00 a 12:00	90	12
12:00 a 13:00	85	9
13:00 a 14:00	90	10
14:00 a 15:00	89	10
15:00 a 16:00	77	6
16:00 a 17:00	80	8
17:00 a 18:00	88	9
18:00 a 19:00	90	11
19:00 a 20:00	86	9
20:00 a 21:00	90	10
21:00 a 22:00	76	8

Nota. La tabla presenta el conteo horario de vehículos y motocicletas que realizaron el giro a la izquierda en el cruce de la avenida Bolognesi con la calle 22 de agosto durante el tercer día de evaluación.

FIGURA 15

Distribución del flujo vehicular y de motos en 3 días



Nota. La figura muestra la distribución comparativa del flujo de vehículos y motocicletas que realizaron el giro a la izquierda en el cruce de la avenida Bolognesi con la calle 22 de agosto durante los tres días de evaluación.

Al realizar la distribución del flujo vehicular el día 1 se contabilizo 1412 vehículos y 141 motocicletas que no respetan la señalización. En el día 2 se contabilizo 1412 vehículos y 144 motocicletas que no respetan la señalización. En el día 3 se contabilizo 1034 vehículos y 141 motocicletas que no respetan la señalización. Dado que en esta zona hasta los vehículos de transcayma toman una ruta alterna debido a que en esta zona suele estar demasiado aglomerado y generan retraso en su recorrido.

2) Frecuencia:

Por frecuencia nos referimos al tiempo que tiene un vehículo del otro definido por la distancia de separación para completar la ruta asignada. Esta se puede ver alterada por problemas como el tráfico, deterioro de la infraestructura vial y otro tipo de imprevistos (accidentes, manifestaciones, bloqueos y obras viales), por los cuales el periodo de frecuencia se pierde durante el recorrido. El análisis depende mucho de cada ruta evaluada para poder determinar el intervalo de salida vehicular para cubrir la longitud de la ruta.

Para poder hallar la frecuencia para cada ruta tomaremos en cuenta la distancia y la velocidad a la que deben de circular, está determinado en la Actualización del plan regulador de rutas, las velocidades establecidas son:

- Rutas alimentadoras se establece una velocidad de 18 Km/h.
- Rutas estructurantes se establece una velocidad de 15 Km/h.
- Buses troncales se establece una velocidad de 20 Km/h.

La cuenca C3-Cayma es una ruta estructurante entonces su velocidad para trasladarse durante su recorrido es de 15 Km/h, con este dato podremos determinar la frecuencia con la que deben circular los buses para poder trasladar a los usuarios de un lugar a otro. Una vez obtenida la frecuencia con la que deben de trasladarse los buses podremos determinar la dotación de buses necesaria para el traslado de los usuarios.

Para determinar la frecuencia a la que deberían de estar los vehículos usaremos las siguientes formulas:

$$Frecuencia = \frac{1}{T}$$

Donde:

T: tiempo de ciclo

F: frecuencia

$$Frecuencia = \frac{60}{tiempo entre buses(H)} \dots \dots \dots (ecu. 1)$$

$$Tiempo = \frac{Longitud}{Velocidad} \dots \dots \dots (ecu. 2)$$

Donde:

L: Longitud

V: Velocidad comercial

H: Tiempo entre buses

Para pasarlo en minutos la ecuación 2

$$T_{min} = \frac{Longitud}{Velocidad} \times 60$$

Para la relación entre la flota y frecuencia:

$$Flota Operativa = \frac{T_{min}}{H}$$

$$Flota Operativa = \frac{\frac{T_{min}}{60}}{Frecuencia}$$

$$Flota Operativa = \frac{T_{min} \times Frecuencia}{60} \dots \dots \dots (ecu. 3)$$

$$Frecuencia = \frac{Flota Operativa \times 60}{T_{min}}$$

$$Frecuencia = \frac{Flota Operativa \times 60}{\frac{Longitud}{Velocidad} \times 60}$$

$$Frecuencia = \frac{Flota Operativa * Velocidad}{Longitud} \dots \dots \dots (ecu. 4)$$

$$Frecuencia_{min} = \frac{Longitud * 60}{flota * velocidad}$$

Sabiendo que:

$$Flota Reten = 10\% \text{ de la Flota Operativa } \dots \dots \dots (ecu. 5)$$

Sumando la ecuación 3 y la ecuación 5, tenemos:

$$Flota Requerida = Flota Operativa + Flota Reten \dots \dots \dots (ecu. 6)$$

Con todo lo expuesto corresponde realizar una tabla resumen de las fórmulas matemáticas necesarias para determinar la frecuencia a la que deben de salir los vehículos de servicio público.

Tabla 13.*Fórmulas matemáticas aplicadas*

Parámetro	Fórmula matemática
Frecuencia	$Frecuencia = \frac{60}{Tiempo\ entre\ Buses(H)}$
Tiempo	$Tiempo = \frac{Longitud}{Velocidad}$
Flota Operativa (F.O)	$Flota\ Operativa = \frac{T_{min}}{H}$
Frecuencia en minutos	$Frecuencia_{min} = \frac{Longitud * 60}{flota * velocidad}$
Flota Reten (F.R)	$Flota\ Reten = 10\% \text{ de la Flota Operativa}$
Flota Requerida	$Flota\ Requerida = F.O + F.R$

Nota. La tabla presenta las fórmulas matemáticas empleadas para el cálculo de la frecuencia, tiempo de recorrido, flota operativa, frecuencia en minutos, flota de retén y flota requerida en el desarrollo de la investigación.

Ejemplo de la aplicación numérica de las fórmulas (Ruta 241- código de ruta A000)

Datos considerados:

- ✓ Longitud de ruta: 17.01 Km (Ida)
- ✓ Velocidad promedio: 15 Km/h
- ✓ Tiempo entre buses (H): 5 min

a) Calculo de tiempo de buses

Se aplica la fórmula:

$$Tiempo = \frac{Longitud}{Velocidad}$$

Reemplazando:

$$Tiempo = \frac{17.01\ km}{15\ km/h}$$

$$Tiempo = 1.134\ h$$

$$Tiempo = 68.04 \text{ min}$$

b) Calculo de la frecuencia

Se aplica la fórmula:

$$Frecuencia = \frac{60}{Tiempo \text{ entre Buses}(H)}$$

Reemplazando:

$$Frecuencia = \frac{60}{5 \text{ min}}$$

$$Frecuencia = 12 \text{ buses/h}$$

c) Calculo de la Flota Operativa

Se aplica la fórmula:

$$Flota Operativa = \frac{T_{min}}{H}$$

Reemplazando:

$$Flota Operativa = \frac{68.04 \text{ min}}{5}$$

$$Flota Operativa = 13.608$$

Se aproxima a:

$$Flota Operativa = 14 \text{ buses}$$

d) Calculo de la Flota Reten

Se aplica la fórmula:

$$Flota Reten = 10\% \text{ de la Flota Operativa}$$

Reemplazando:

$$Flota Reten = 10\% * 14$$

$$Flota Reten = 1.4 \text{ buses}$$

Se aproxima a:

$$Flota Reten = 2 \text{ buses}$$

e) Calculo de la Flota Reten

Se aplica la fórmula:

$$Flota Requerida = F.O + F.R$$

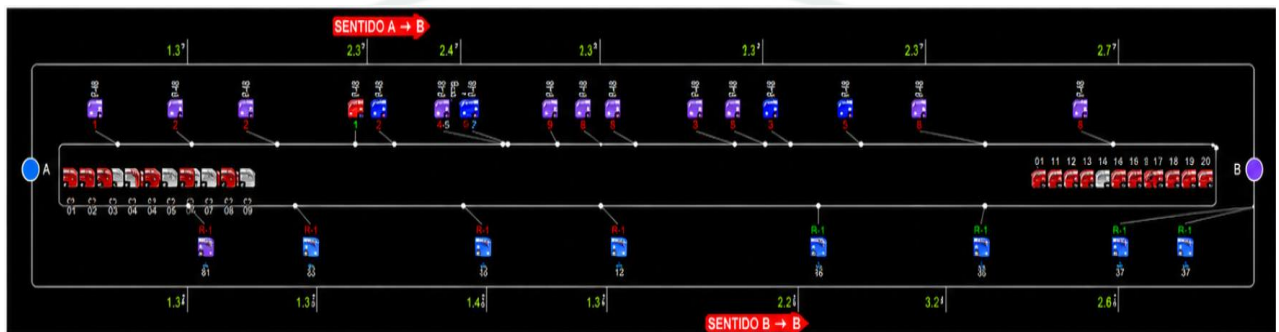
Reemplazando:

$$Flota\ Requerida = 14 + 2$$

$$Flota\ Requerida = 16\ buses$$

Figura 16

Captura de pantalla del monitoreo de flota realizado por la aplicación Abexa



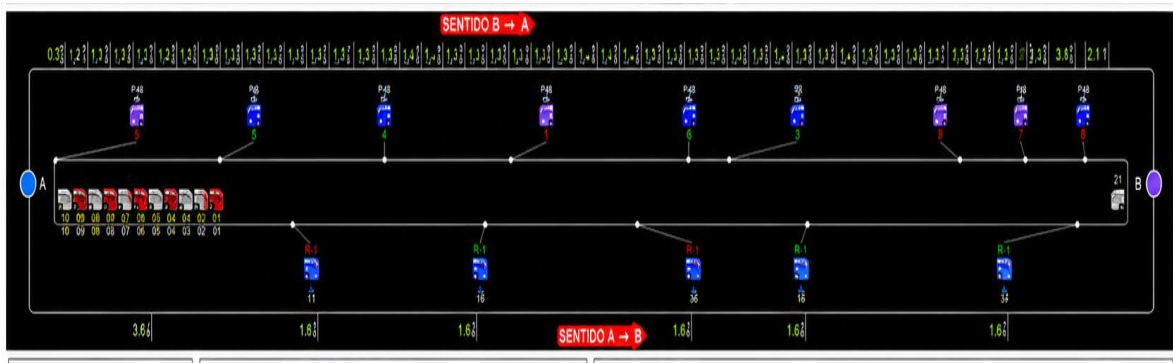
Nota. La figura presenta una captura de pantalla del sistema de monitoreo de flota de la aplicación Abexa, donde se visualiza la ubicación de las unidades y el seguimiento de su operación en tiempo real. Fuente: Abexa Cloud Company Sac, 2025.

En la figura 16 se aprecia la frecuencia entre vehículos y como se va perdiendo durante el recorrido que realizan las unidades, debajo de las unidades se visualiza algunos números en rojos significa que están retrasados en el tiempo de llega a su punto de control y verde significa que están adelantado en el tiempo de llegada a su punto de control.

Para poder tener una buena frecuencia para las rutas, deberán tomarse en consideración su distancia, la demanda, la velocidad establecida y la flota a efecto de cumplir su labor en el traslado de pasajeros de un punto hasta otro. Para determinar la flota primero lo que se necesitara son los datos de la distancia del recorrido y cuanto será el tiempo de demora para dar toda la vuelta. El centro de control se encarga de programar la frecuencia de salidas de buses, velocidad, capacidad de reten y todas las condiciones para el buen servicio de transporte urbano masivo de pasajeros. Así mismo, se cuenta con información en línea acerca de los niveles de servicio del sistema (control inteligente del tránsito y la semaforización) de las principales calles y de la ciudad.

Figura 17

Captura de pantalla del monitoreo de flota realizado por la aplicación web Abexa



Nota. La figura presenta una captura de pantalla de la aplicación web Abexa, donde se visualiza el monitoreo y la ubicación en tiempo real de las unidades que conforman la flota de transporte. Fuente: Abexa Cloud Company Sac, 2025.

En la figura 17 se aprecia que los buses están monitoreados durante su recorrido, de la misma manera sirve para detectar incumplimientos en la ruta, también nos ayuda a observar si los vehículos se acercan uno al otro y visualizamos a los buses ubicados en los paraderos que esperan para su salida para el cumplimiento de la ruta.

Tabla 14.
Monitoreo de alertas de vehículos

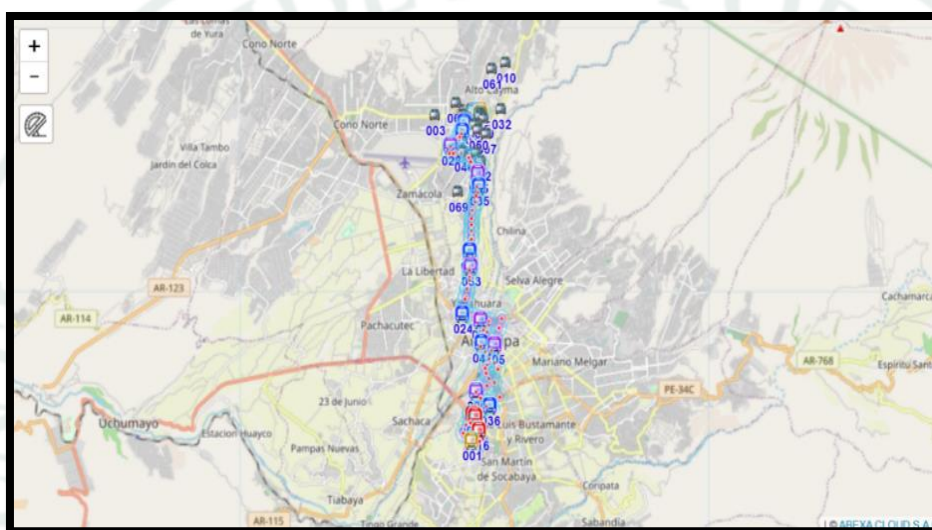
N	HORA	ALERTA
1	17:45	● Fuera de Recorrido
2	17:43	● bus parado en servicio
3	17:43	● EVM (46.20km/h)
4	17:39	● Fuera de Recorrido
5	17:37	● Fuera de Recorrido
6	17:33	● Fuera de Recorrido
7	17:32	● EVM (46.20km/h)

Nota. La tabla presenta el registro de alertas generadas por el sistema de monitoreo vehicular, indicando el número de evento, la hora de ocurrencia y el tipo de alerta emitida para cada unidad. Fuente: Abexa Cloud Company Sac, 2025.

En la tabla 14 se aprecia el tipo de infracción cometido por cada unidad vehicular, además brinda las alertas correspondientes. También indica la hora en que fue cometida dicha falta, estos datos sirven para evaluar una posible sanción al dueño de la unidad. Esto se debe a la existencia de algunas causas de justificación que pudieren abalar el desempeño del conductor.

Figura 18

Captura de pantalla del recorrido y buses que están en ruta

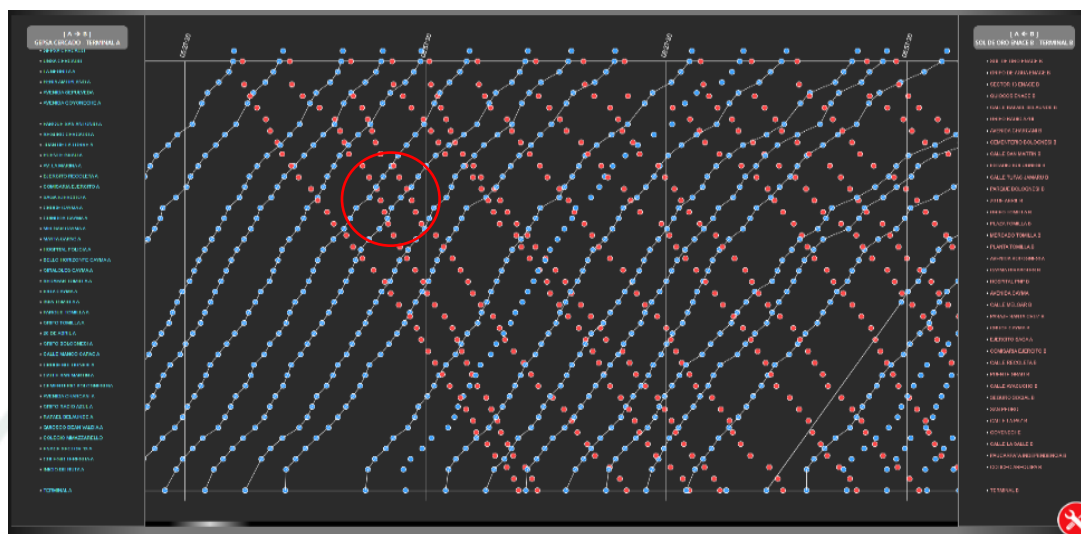


Nota. La figura presenta una captura de pantalla del sistema de monitoreo de la aplicación Abexa, donde se visualiza el recorrido y la ubicación en tiempo real de las unidades que se encuentran en operación. Fuente: Abexa Cloud Company Sac, 2025.

En la figura 18 se aprecia la ubicación exacta sobre las unidades que se encuentran en servicio y las que están fuera de servicio en todo Transcayma, los buses de color rojo son los que no están cumpliendo su recorrido y están con retraso, las unidades de color azul son las que cumplen todo su recorrido, pero tienen una velocidad mayor a la establecida.

Figura 19

Captura de pantalla de la fluctuación operativa realizada por la aplicación web Abexa



Nota. La figura presenta una captura de pantalla del sistema de monitoreo de la aplicación web Abexa, donde se visualiza la fluctuación operativa y el recorrido de las unidades de transporte en tiempo real. Fuente: Abexa Cloud Company Sac, 2025.

En la figura 19 se puede apreciar que hay puntos rojos y azules, donde los puntos azules son el recorrido de ida pasando por sus puntos de control y los puntos rojos son el recorrido de regreso pasando por sus otros puntos de control. En algunos lugares se juntan debido al alto flujo vehicular que hay en las vías por donde circulan los vehículos de Transcayma.

Captura de pantalla del análisis de sensibilidad realizada por la aplicación web Abexa



63

Cada línea azul que se presenta en la figura 24, son los vehículos que pertenecen a la flota 100A, y como se puede apreciar en los círculos rojos algunos vehículos se acercan entre sí generando un quiebre en algunos tramos de la ruta. La frecuencia con la cual salen de los paraderos se recorta en el camino a consecuencia del congestionamiento existente en las vías. Esos cambios del flujo vehicular afectan el normal desarrollo de la frecuencia de la flota vehicular, la mayoría de los quiebres se producen entre las seis de la mañana hasta las nueve de la noche, es decir, casi todo el día.

Cada ruta existente en la cuenca C3-Cayma, cuenta con un análisis de sensibilidad por lo cual los monitorean a todas las flotas desde el centro de control. Los buses en su recorrido pasan diferentes puntos de control existentes, con lo cual genera una tabla de sensibilidad para poder apreciar las calles o avenidas donde se dan los puntos de quiebre durante su recorrido. Actualmente el problema de los conductores son el flujo vehicular que encuentran en las vías. El principal factor productor de quiebres en el análisis de sensibilidad durante su recorrido se da en las calles principales las cuales andan con más afluencia vehicular ya sean vehículos particulares o de servicio público.

Figura 21

Captura de pantalla de ruta de buses C3-Cayma por la aplicación web Abexa



Nota. La figura presenta una captura de pantalla de la ruta C3-Cayma en la aplicación web Abexa, donde se visualiza el recorrido de las unidades y los principales puntos de monitoreo de la operación. Fuente: Abexa Cloud Company Sac, 2025.

Se aprecia en la figura 21 unos círculos rojos donde mayormente se dan los puntos de quiebre en el análisis de sensibilidad mostrada en la figura 18. A continuación, se presenta una comparativa sobre el análisis de sensibilidad de la frecuencia en la ruta 241B entre los meses de diciembre 2024 y abril 2025.

Captura de pantalla del análisis de sensibilidad año 2024 realizada por la aplicación web Abexa

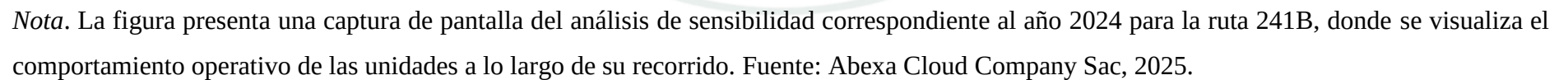
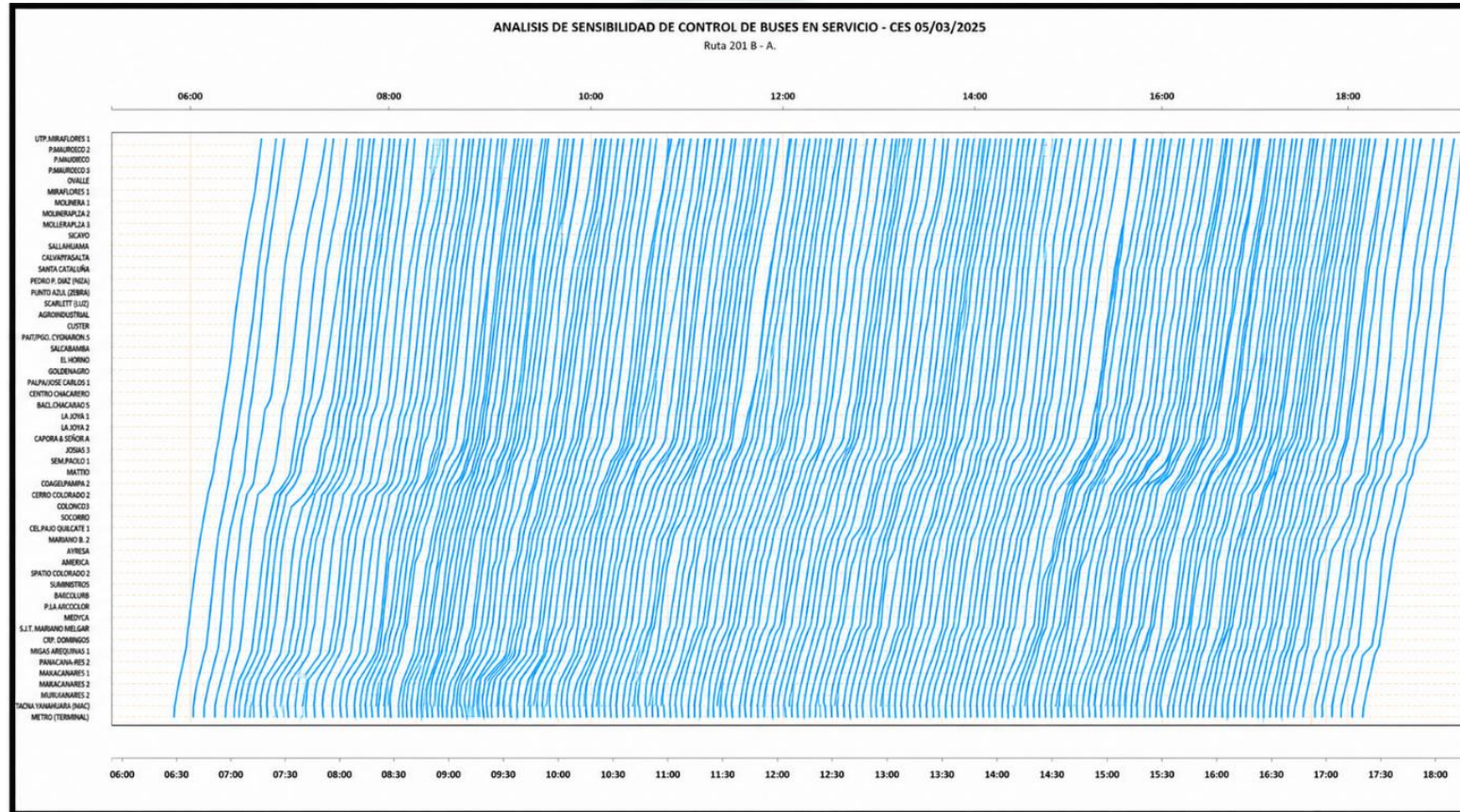


Figura 23

Captura de pantalla del análisis de sensibilidad año 2025 realizada por la aplicación web Abexa



Nota. La figura presenta una captura de pantalla del análisis de sensibilidad correspondiente al año 2025 para la ruta 241B, donde se visualiza el comportamiento operativo de las unidades a lo largo de su recorrido. Fuente: Abexa Cloud Company Sac, 2025.

De las figuras 22 y 23 se puede apreciar cómo la sensibilidad de control de la ruta 241B cambió entre los meses de diciembre 2024 y abril 2025. La ruta tenía que pasar por el punto de control denominado “E. Arturo Ibáñez”, no obstante, por problemas de la infraestructura vial (caída del puente de la Av. Ernesto Gunther), se toma un recorrido alternativo. También puede apreciarse un alto nivel de quiebre a la altura de la Av. Andrés Avelino Cáceres.

3) Económico:

Por economía nos referimos a las variables financieras y su sostenibilidad para determinar su viabilidad y eficiencia en el sistema integrado de transporte, involucra el costo de operación, inversión de la infraestructura y su rentabilidad del servicio (Aquino, 2020).

El Sistema Integrado de Transporte (SIT) cuenta con un tarifario establecido en las bases para la licitación pública del servicio de transporte. Nos indica que es un sistema autosustentable por lo cual se tendrá que determinar si realmente se genera en los recorridos de las rutas ayuda a la rentabilidad del servicio.

Figura 24

Fotografía de Tarifario



Clasificación	Horario Normal
Pasaje Adulto	S/. 1.00
Pasaje Normal	S/. 1.00
Pasaje Escolar/Universitario	S/. 0.50

*Precios en Soles

LA EMPRESA
Decreto Legislativo 870: "Establece la libre competencia en los servicios de transporte público de transporte urbano e interurbano de pasajeros en todo el país".

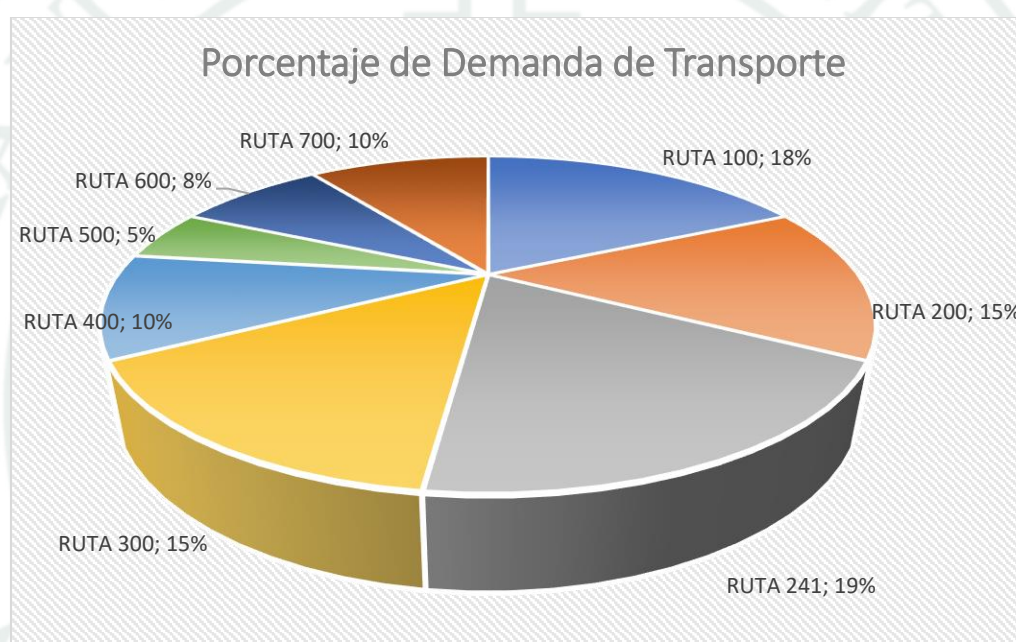
Nota: La figura muestra el tarifario del servicio de transporte público correspondiente a la Empresa Transcayma, donde se detallan las tarifas establecidas para las diferentes categorías de usuarios. Fuente: Empresa Transcayma (2025).

En la figura 24 presenta el tarifario del transporte público de la empresa transcayma, el cual diferencia el precio del pasaje de acuerdo al tipo de usuario: pasajero normal, escolares/universitarios y adultos mayores.

A partir de un análisis comparativo sobre cuál es la ruta que genera más viajes, es decir, con un mayor ingreso económico, hemos detectado a la ruta 500 (católica-San Miguel) como la menos demandada en contraste con la ruta 241 (Bolívar-San Miguel) como la de mayor demanda por la población.

Figura 25

Distribución de la demanda de transporte según el tipo de ruta



Nota. La figura presenta la distribución porcentual de la demanda de transporte de los usuarios según las rutas operadas por la empresa Transcayma, permitiendo identificar las rutas con mayor y menor participación en el total de viajes.

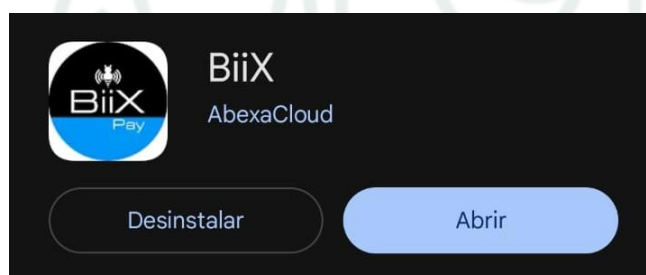
De acuerdo a la gráfica se puede ver las rutas más demandadas y las menos demandadas, la ruta más demandada es la 241 con un 19%, le sigue la ruta 100 con el 18%, la ruta 200 y la ruta 300 con el 15%, le siguen la ruta 400 y la ruta 700 con el 10% la ruta 600 con el 8% y por último como la ruta menos demandada es la 500 con el 5%. Generalmente esta diferencia se da por donde circulan las rutas, los usuarios suben al transporte de acuerdo a su recorrido y evalúan si los dejan cerca de su destino.

Actualmente en Lima se estableció el pago mediante tarjetas de las empresas para poder agilizar el viaje hacia sus destinos de los usuarios, aquí en Arequipa también se realizan el pago mediante el aplicativo “Yape” donde los transportistas cobran S/. 1.50 por realizar el pago. La empresa Transcayma está poniendo en sus unidades descargar la aplicación “BiiX” en los dispositivos móviles, la cual consta con un sistema de “TeGuio” que ayuda al usuario a ver por donde pasan las unidades. En el transporte urbano están todas las rutas de la empresa Transcayma y nos indica la ruta por la cual pasan las unidades correspondientes para podernos ubicar en el distrito de Cayma y apreciar que ruta nos deja cerca de nuestro destino. También cuenta con un sistema llamado “Recarga” que es un monedero digital que es como el aplicativo “Yape” por donde se puede realizar dicho pago, pero con este sistema se podrá pagar el pasaje como está determinado en el tarifario de Transcayma. Explicaremos mediante imágenes para poder utilizar el programa “BiiX”:

Paso 1: Buscar y descargar la aplicación BiiX de play store

Figura 26

Aplicación BiiX en Play Store

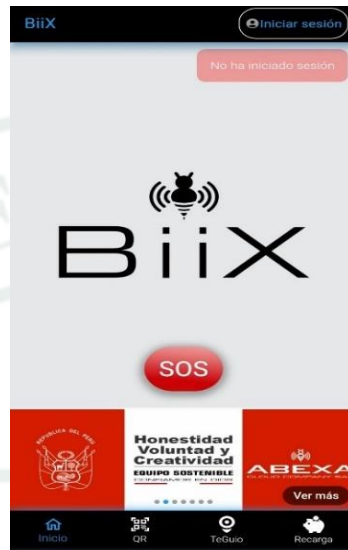


Nota: La figura presenta la aplicación BiiX disponible para su descarga en Google Play Store. Fuente: Google Play Store (2025).

Paso 2: Crear un usuario

Figura 27

Registro de Usuario dentro de la aplicación “BiiX”

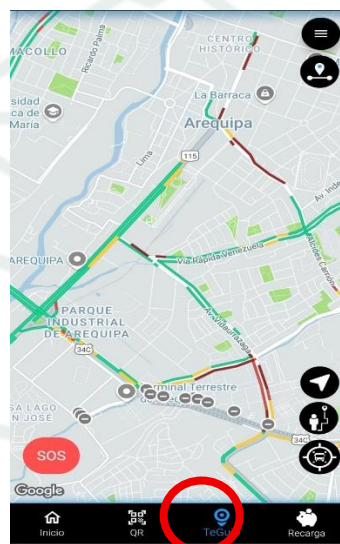


Nota. La figura muestra la pantalla de inicio para el registro de usuarios dentro de la aplicación BiiX. Fuente: BiiX (2025).

Paso 3: Ir a la parte de te guio para poder visualizar las unidades que se encuentran cerca de nuestra ubicación.

Figura 28

Acceso a la sección Te Guio dentro de la aplicación “BiiX”

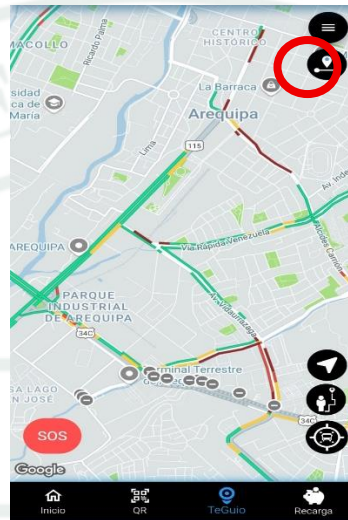


Nota. La figura presenta la interfaz de la sección «Te Guio» de la aplicación BiiX, destinada a la consulta de información sobre el servicio de transporte. Fuente: BiiX (2025).

Paso 4: Apretaremos donde se ubica el círculo rojo, así podrá salir la parte que dice transporte urbano y saldrá todas las rutas de transcayma, también saldrán las rutas de otras empresas de Lima que utilizan el aplicativo.

Figura 29

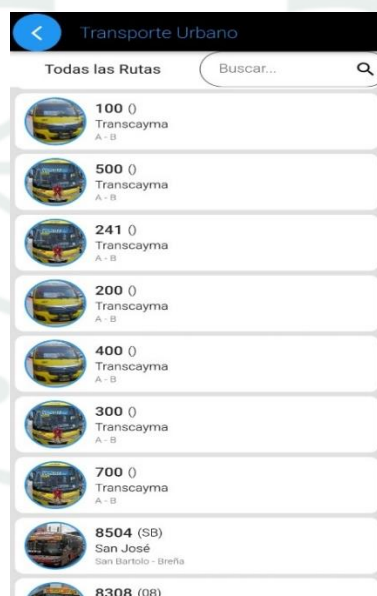
Acceso a la sección Transporte Urbano dentro de la aplicación “BiiX”



Nota. La figura muestra el acceso a la sección «Transporte Urbano» mediante la opción de ubicación disponible en la aplicación BiiX. Fuente: BiiX (2025).

Figura 30

Sección Transporte Urbano dentro de la aplicación “BiiX”

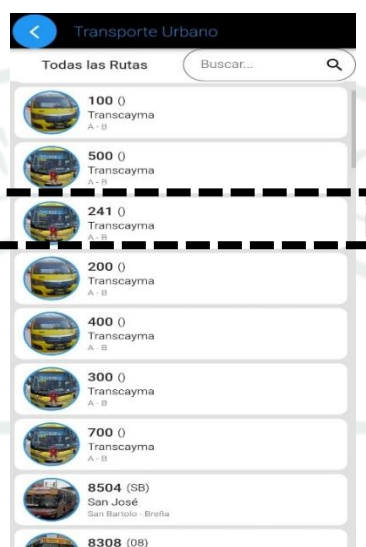


Nota. La figura presenta la interfaz de la sección «Transporte Urbano», donde se visualizan las rutas disponibles en la aplicación BiiX. Fuente: BiiX (2025).

Paso 5: Seleccionamos la ruta que tomaremos y saldrán todas las unidades que están de servicio, también refleja la distancia que tenemos de otra unidad.

Figura 31

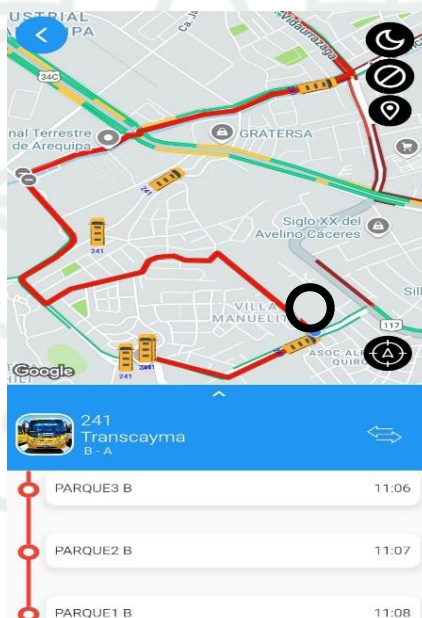
Visualización de unidades de servicio dentro de la aplicación “BiiX”



Nota. La figura muestra la selección de una ruta de transporte dentro de la aplicación BiiX para visualizar las unidades disponibles en servicio. Fuente: BiiX (2025).

Figura 32

Identificación y recorrido dentro de la aplicación “BiiX”



Nota. La figura presenta la visualización del recorrido de una ruta y la ubicación de las unidades en servicio dentro de la aplicación BiiX. Fuente: BiiX (2025).

El círculo negro indica donde estamos ubicados y los buses son las unidades que se encuentran en servicio, las líneas rojas son el recorrido que realizan.

Paso 6: colocaremos en la parte de recarga y nos saldra nuestra billetera virtual y es por donde realizaremos el pago.

Figura 33

Acceso a la sección Billetera Virtual dentro de la aplicación “BiiX”



Nota. La figura muestra la interfaz de la sección «Billetera Virtual» de la aplicación BiiX, donde se presentan las opciones disponibles para realizar recargas. Fuente: BiiX (2025).

Cuadro de ventajas y desventajas del pago mediante la billetera virtual que hay en la aplicación BiiX:

Tabla 15.

Ventajas y Desventajas identificadas del aplicativo

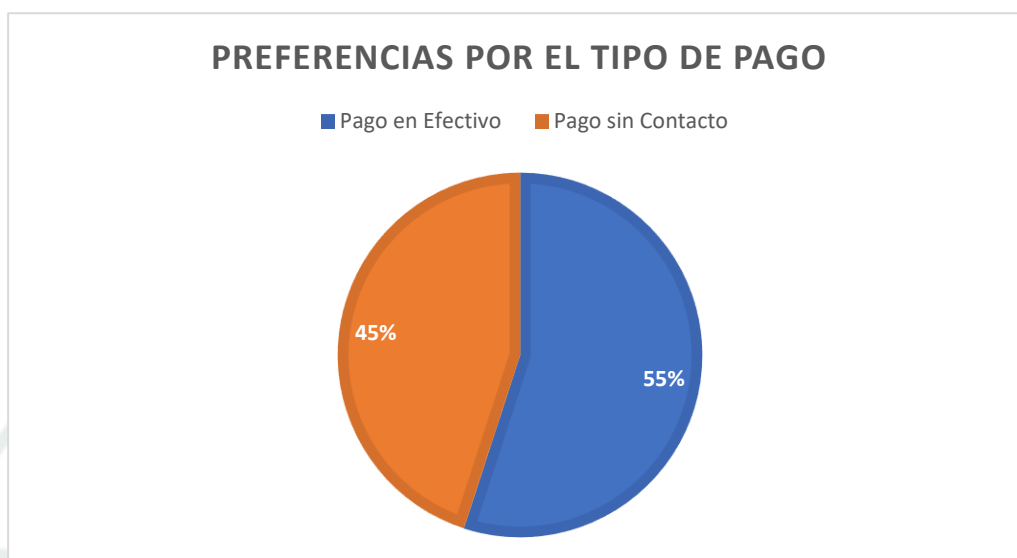
VENTAJAS	DESVENTAJAS
• Rapidez y comodidad en el pago. • Menor manipulacion de dinero. • Control y transparencia en el control de recaudo. • Integracion con otras billeteras virtuales y bancos. • Facil seguimiento para el usuario . • Posibilidad de la ampliacion del sistema. • Beneficio para la gestion del transporte publico.	• Dependencia a internet. • Resistencia al cambio de efectivo a monedero virtual. • Costo de implementacion . • Seguridad digital. • Comisiones y regularidades financieras.

Nota. La tabla presenta las principales ventajas y desventajas identificadas del aplicativo BiiX en relación con su implementación y uso como sistema de pago y apoyo al transporte público.

En una encuesta realizada por Wakefield Research en Perú en 2022, los usuarios que tienen empleos nos indica que el 78% usa transporte público al menos tres veces por semana para ir y volver de su trabajo. Los usuarios de transporte publico desean opciones de pago sin contacto con el transporte público son el 45% el resto sigue con el pago en efectivo (Research, 2022).

Figura 34

Porcentaje de las preferencias del Tipo de pago

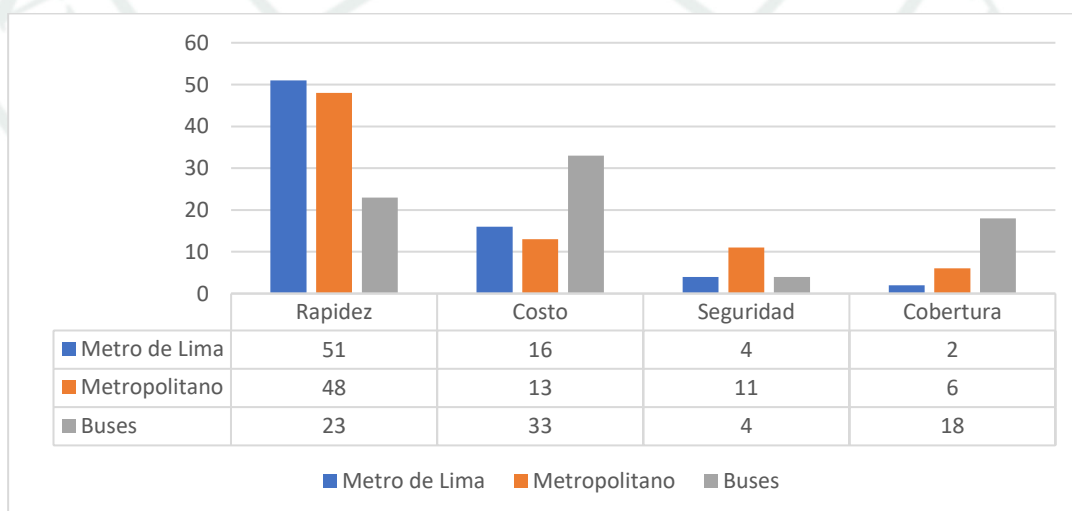


Nota. La figura presenta la distribución porcentual de las preferencias de los usuarios respecto al tipo de pago utilizado en el transporte público, diferenciando entre pagos en efectivo y pagos sin contacto Fuente: Diario el Comercio (2022).

En la figura 34 según la encuesta realizada por Wakefield Research en Perú el año 2022 la población que aun usa efectivo es el 55% y la población que usa pago sin contacto es del 45%.

Figura 35

Principales aspectos por modo de viaje



Nota. La figura presenta una comparación de los principales aspectos percibidos por los usuarios según el modo de viaje utilizado en Lima, considerando criterios como rapidez, costo, seguridad y cobertura. Fuente: Instituto Peruano de Economía (2024).

Según la Figura 35 los principales modos de viaje realizados en Lima por los usuarios nos indica que el metro de lima es más rápido según el 51% y el metropolitano 48% tiene una rapidez media y buses, cousters y combis es el más lento según el 23%. En costo nos dice que el más económico es los buses, cousters y combis con un 33%, el uno de los menos económico es el metro de lima con el 16% y el más costoso es el metropolitano con el 13%. La seguridad en el servicio de transporte es muy escasa y eso se refleja en el cuadro donde el metropolitano es el más seguro según el 11% mientras que el metro de lima tiene el mismo porcentaje al igual que los buses, cousters con un 4%. En la cobertura se puede apreciar que los buses, combis y cousters indica el 18% cubre todo el distrito de lima, mientras el 6% que toma el metropolitano cubriendo una parte de lima mientras el 2% indica que el metro de lima cubre una parte.

Figura 36

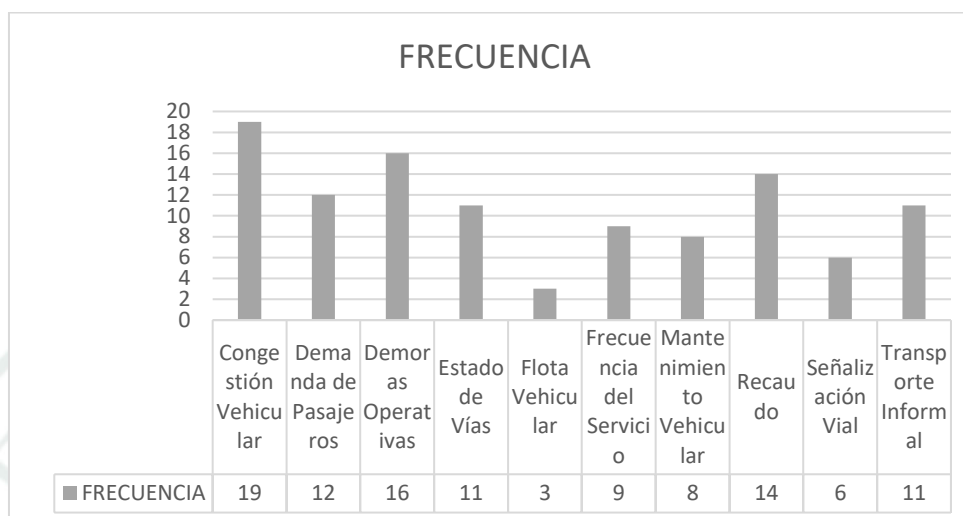
Nube de palabras de las respuestas de los usuarios



Nota. La figura presenta una nube de palabras elaborada a partir de las respuestas de los usuarios entrevistados; el tamaño de cada palabra es proporcional a su frecuencia de aparición en las respuestas.

Figura 37

Frecuencia de factores que afectan al servicio de transporte



Nota. La figura presenta la frecuencia con la que fueron mencionados los principales factores que afectan al servicio de transporte durante la recopilación de datos. La frecuencia representa el número de veces que cada factor fue referido por los encuestados.

La figura 41 nos muestra los diversos factores relacionados con la operación y calidad del servicio de transporte. Los principales elementos percibidos son la congestión vehicular, demoras operativas y el recaudo. Se identificaron factores como la demanda de pasajeros, estado de las vías, el transporte informal, frecuencia del servicio y señalización vial; los cuales también influyen en la eficiencia y experiencia del sistema de transporte.

4.2. Resultados para el objetivo específico 02

Evaluar el estado de la infraestructura vial en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.

La evaluación de deterioros del pavimento se desarrolla considerando las definiciones, parámetros y criterios establecidos en el Manual de Carreteras: Conservación Vial – MTC (2016) de acuerdo al tipo de deterioros o fallas de los pavimentos asfaltados.

Cada deterioro se describe según su definición técnica, sus características físicas y su clasificación de acuerdo con variables dimensionales como ancho, largo, profundidad y extensión.

Asimismo, la evaluación del estado de las señales verticales y horizontales se realiza bajo los criterios técnicos establecidos en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras – MTC (2018), el cual establece condiciones mínimas de visibilidad, reflectancia, legibilidad, contraste, limpieza, ubicación y mantenimiento.

Fallas del Pavimento:

1. Baches:

En el manual de carreteras del MTC los baches se describen como consecuencia del desgaste de la capa de rodadura. Aparecen en tamaños pequeños, pero a falta de mantenimiento su tamaño aumenta, las causas son el desprendimiento y la fisuración por fatiga (MTC, 2016, p.98)

Figura 38

Parámetros de severidad para bache

Baches (Huecos)	1: Diámetro < 0.2 m 2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m 3: Diámetro > 0.5 m
--------------------	---

Nota. La figura presenta los parámetros de severidad utilizados para la clasificación de baches en función de sus características geométricas. Fuente: Adaptado del *Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial. Manual MCV – 2014/2016 (MTC, 2016)*.

En la figura 42 se observa la clasificación baches según su severidad en función del diámetro de la falla. Se considera como leve a aquellos baches con un diámetro menor a 0.20 m; como moderado a los baches con un diámetro entre 0.20 m y 0.50 m; y como grave a aquellos que presentan un diámetro mayor a 0.5 m.

2. Fisuras Longitudinales:

En el manual de carreteras del MTC las fisuras longitudinales se describen como discontinuas y únicas al inicio, evolucionan generando una fisuración continua y ramificada, hasta convertirse en muy cerradas. (MTC, 2016, p.88)

Figura 39

Parámetros de severidad para fisuras longitudinales

Fisuras longitudinales	1: Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho $\leq$ 1 mm) 2: Fisuras medias corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho $>$ 1 mm y $\leq$ 3 mm) 3: Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho $>$ 3 mm). También se denominan grietas.
------------------------	---

Nota. La figura presenta los parámetros de severidad utilizados para la clasificación de las fisuras longitudinales en función de sus características y ancho de apertura. Fuente: Adaptado del *Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial. Manual MCV – 2014/2016* (MTC, 2016).

En la figura 43 se observa la clasificación de fisuras longitudinales según su severidad en función del ancho de apertura. Se considera como leve a las fisuras, con un ancho menor o igual a 1 mm; como moderada a las fisuras medias, abiertas y/o ramificadas, con un ancho mayor a 1 mm y menor o igual a 3 mm; y como grave a las fisuras gruesas, abiertas o ramificadas, con un ancho mayor a 3 mm.

3. Fisuras Transversales:

En el manual de carreteras del MTC las fisuras transversales se describen como fracturas del pavimento, transversales al eje de la vía. (MTC, 2016, p.99)

Figura 40

Parámetros de severidad para fisuras transversales

8	Fisuras transversales	1: Fisuras Finas (ancho ≤ 1 mm) 2: Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm) 3: Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.
---	-----------------------	--

Nota. La figura presenta los parámetros de severidad utilizados para la clasificación de las fisuras transversales en función de sus características y ancho de apertura. Fuente: Adaptado del *Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial. Manual MCV – 2014/2016 (MTC, 2016)*.

En la figura 44 se observa la clasificación de fisuras transversales en función del ancho de apertura observado en las huellas de tránsito. Se considera de severidad leve cuando se presentan fisuras finas con un ancho menor o igual a 1 mm; severidad moderada cuando se observan fisuras medias, abiertas y/o ramificadas, con un ancho mayor a 1 mm y menor o igual a 3 mm; y severidad grave cuando se presentan fisuras graves, abiertas y/o ramificadas, con un ancho superior a 3 mm, las cuales también pueden ser denominadas grietas.

4. Parcheos:

En el manual de carreteras del MTC los parcheos están destinados a mitigar los defectos del pavimento, pueden ser temporales o definitivos y su cantidad, extensión y recurrencia constituyen indicadores relevantes para el diagnóstico del estado de la vía. Cuando la reparación corrige únicamente fallas superficiales, no debe considerarse para determinar su condición estructural; en cambio, si interviene sobre fisuras de tipo estructural, se interpreta como un factor que incrementa el deterioro. Estos principios permiten establecer los niveles de severidad de las reparaciones. (MTC, 2016, p.94)

Figura 41

Parámetros de severidad para parcheos

5	Reparaciones o parchados	1: Reparación o parchado para deterioros superficiales. 2: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado. 3: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado.
---	--------------------------	--

Nota. La figura presenta los parámetros de severidad utilizados para la clasificación de los parchados en función del tipo de deterioro y del estado de la intervención. Fuente: Adaptado del *Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial. Manual MCV – 2014/2016* (MTC, 2016).

En la figura 45 se observa la clasificación de parcheos en tres niveles de severidad según el tipo de deterioro y el estado de intervención. Se considero severidad leve cuando la reparación correspondió a deterioros o fallas superficiales; la severidad moderada se asignó a reparaciones aplicadas sobre piel de cocodrilo o fisuras longitudinales que se encontraban en buen estado; finalmente, se consideró severidad grave cuando la reparación se aplicó sobre la piel de cocodrilo o fisuras longitudinales en mal estado.

5. *Piel de cocodrilo:*

En el manual de carreteras del MTC la piel de cocodrilo se describe como la formación de polígonos irregulares de ángulos agudos, En un principio poco grave, mostrando polígonos incompletos en la superficie por fisuras cerradas, también las fisuras se abren y en los bordes cuenta con pérdida de material. (MTC, 2016, p.87)

Figura 42

Parámetros de severidad para piel de cocodrilo

1	Piel de cocodrilo	1: Malla grande (> 0.5 m) sin material suelto 2: Malla mediana (entre 0.3 y 0.5 m) sin o con material suelto 3: Malla pequeña (< 0.3 m) sin o con material suelto
---	-------------------	---

Nota. La figura presenta los parámetros de severidad utilizados para la clasificación de la piel de cocodrilo en función de las características y dimensiones del deterioro observado. Fuente: Adaptado del *Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial. Manual MCV – 2014/2016* (MTC, 2016).

En la figura 46 se observa la clasificación de piel de cocodrilo se definieron tres niveles de severidad en función del tamaño de las áreas afectadas y la presencia de material suelto. Se considera severidad grave cuando se identificó malla de gran extensión, con diámetros superiores a 0.5 m; la severidad moderada corresponde a malla de tamaño intermedio, entre 0.3 y 0.5 m, con o sin material suelto. Se califico con severidad leve la presencia de malla de pequeña extensión, menor a 0.3 m con o sin material suelto.

6. Desprendimiento:

En el manual de carreteras del MTC el desprendimiento se describe como la desintegración superficial de la carpeta asfáltica y la pérdida total o parcial de la capa de rodadura, las causas son el defecto de adherencia o de dosificación del asfalto, agregados defectuosos, defectos constructivos o efecto de agentes agresivos. (MTC, 2016, p.96)

Figura 43

Parámetros de severidad para desprendimiento

6	Peladura y Desprendimiento	1: Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial). 2: Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular. 3: Continuo con aparición de la base granular.
---	----------------------------	--

Nota. La figura presenta los parámetros de severidad utilizados para la clasificación del desprendimiento en función de las características del deterioro y la exposición de la base granular. Fuente: Adaptado del *Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial. Manual MCV – 2014/2016* (MTC, 2016).

En la figura 47 se observa la clasificación de desprendimiento se definieron tres niveles de severidad; severidad leve se caracteriza por manifestaciones puntuales sin exposición de la base granular presentándose únicamente como peladura superficial. La severidad moderada corresponde a deterioros continuos sin aparición de la base granular o bien a manifestaciones puntuales que exponen dicha base. Finalmente, la severidad grave se define por deterioros continuos con exposición de la base granular.

Señales Verticales y Horizontales

La evaluación de la señalización vertical y horizontal se realizó mediante un inventario visual sistemático, con el propósito de determinar su estado funcional y su capacidad para brindar información segura y efectiva a los usuarios de la vía. Dado que las normativas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones establecen parámetros técnicos relacionados con la ubicación, visibilidad, legibilidad y conservación de las señales, pero no proponen escalas cuantitativas específicas para su clasificación, en este estudio se adoptó una metodología de evaluación por niveles que permite traducir dichos requisitos en categorías operativas comparables. En este sentido, tanto para señales verticales como para marcas horizontales, se definieron tres niveles de condición bueno, regular y malo que reflejan el grado de desgaste, continuidad de la pintura, deterioro físico del soporte,

visibilidad durante el día y la noche, así como la presencia de elementos faltantes o ilegibles. Esta clasificación facilita la representación del estado real de la señalización respecto a su funcionalidad y favorece la identificación de prioridades de intervención, tal como se ha aplicado en estudios técnicos e inventarios viales en distintos contextos latinoamericanos. Asimismo, el empleo de tres niveles facilita el análisis comparativo entre tramos y la elaboración de indicadores sintéticos, manteniendo coherencia con prácticas de conservación vial que utilizan escalas ordinales para caracterizar la condición de activos, tal como se observa en manuales institucionales de mantenimiento vial del país.

7. *Cruce Peatonal:*

En el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito del MTC el cruce peatonal se define como el conjunto de líneas paralelas que ocupan el ancho de la calzada y su función es indicar el lugar de paso peatonal, las líneas son de color blanco, tendrán como mínimo 2 m de largo, el ancho será de 0.3 m a 0.5 m cada una. (MTC, 2016, p.404)

La clasificación para cruce peatonal se realizó mediante observación directa en campo, utilizando como guía criterios de visibilidad y legibilidad empleados en estudios de diagnóstico de señalización horizontal, que consideran la integridad de las marcas y su capacidad de guiar correctamente a los usuarios de la vía. Estos criterios sirvieron para establecer los niveles de severidad Bueno, Regular y Malo, ya que la norma del MTC no especifica cómo calificar el estado de la señalización horizontal (Pérez, 2018, p.14.)

Se definieron tres niveles de severidad según la visibilidad de la pintura y la integridad de las líneas; se consideró Bueno cuando la pintura se encuentra completa y las líneas son continuas; Regular cuando la pintura está parcialmente desgastada y algunas líneas son borrosas; y Malo cuando la pintura está muy desgastada o casi borrada, y las líneas están discontinuas.

8. *Líneas de Carril:*

En el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito del MTC las líneas de carril tiene como función separar los carriles de circulación en vías con dos o más carriles en el mismo sentido. Es de color blanco, generalmente discontinua o segmentada, aunque puede combinar tramos continuos y discontinuos según las características geométricas y la operación de la vía, como en las aproximaciones a intersecciones. (MTC, 2016, p.391)

La clasificación de las líneas de carril se realizó mediante observación directa en campo, utilizando como guía criterios de visibilidad y legibilidad empleados en estudios de diagnóstico de señalización horizontal, que consideran la integridad de las marcas y su capacidad de guiar correctamente a los usuarios de la vía. Estos criterios sirvieron para establecer los niveles de severidad Bueno, Regular y Malo, ya que la norma del MTC no especifica cómo calificar el estado de la señalización horizontal (Pérez, 2018, p. 14).

Se definieron tres niveles de severidad según la visibilidad de la pintura y la continuidad de las líneas: Bueno cuando la pintura se encuentra completa y las líneas son continuas; Regular cuando la pintura está parcialmente desgastada o algunas líneas son borrosas; y Malo cuando la pintura está muy desgastada o casi borrada, y las líneas están discontinuas.

9. Flechas direccionales:

En el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito del MTC las flechas direccionales se describen como símbolos que son señales de reglamentación con la función de indicar el o los sentidos de circulación vehicular del carril o calzada donde estén ubicados. (MTC, 2016, p.434)

La clasificación de las flechas direccionales se realizó mediante observación directa en campo, utilizando como guía criterios de visibilidad y legibilidad empleados en estudios de diagnóstico de señalización horizontal, que consideran la integridad de las marcas y su capacidad de guiar correctamente a los usuarios de la vía. Estos criterios sirvieron para establecer los niveles de severidad Bueno, Regular y Malo, ya que la norma del MTC no especifica cómo calificar el estado de la señalización horizontal (Pérez, 2018, p.14).

Se definieron tres niveles de severidad según la visibilidad de la pintura y la integridad de la figura: Bueno cuando la flecha se encuentra completa y claramente visible; Regular cuando la flecha está parcialmente desgastada o borrosa; y Malo cuando la flecha está muy desgastada, casi borrada o deformada.

10. Señal Informativa:

En el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito del MTC la señal informativa su función es informar a los usuarios sobre puntos notables, zonas urbanas, distancias y señalización bilingüe. (MTC, 2016, p.52)

La evaluación de su estado se realizó mediante observación directa en campo, usando como guía criterios de conservación y visibilidad empleados en inventarios de señalización existentes, como los usados en Cajamarca, donde se revisa el estado de la placa, del poste y del cimentado, clasificándolos con categorías de conservación Bueno, Regular y Malo según su visibilidad, integridad del soporte y cumplimiento normativo (Ficha de Inventario de Señalización Existente en Cajamarca).

Se considera Bueno cuando la señal está completa, claramente visible, con colores nítidos; Regular si hay desgaste parcial, símbolos o letras poco claros, o soporte con daños menores; Malo cuando la señal está muy deteriorada, ilegible, ausente o con el soporte dañado, lo que compromete su eficacia.

11. Señal Reglamentaria:

En el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito del MTC la señal reglamentaria su función es notificar a los usuarios, las limitaciones, prohibiciones, restricciones y/o autorizaciones. Cuentan con complemento con mensajes adicionales en la placa de la señal. (MTC, 2016, p.52)

Para su evaluación se utilizó observación directa en campo, aplicando los criterios de la ficha de inventario en Cajamarca: se analiza el estado de conservación de la placa, del poste y del cimiento, y se clasifica su estado como Bueno, Regular y Malo según su visibilidad, integridad y mantenimiento (Ficha de Inventario de Señalización Existente en Cajamarca).

Se considera Bueno cuando la señal está completa, claramente visible, con colores nítidos; Regular si hay desgaste parcial, símbolos o letras poco claros, o soporte con daños menores; Malo cuando la señal está muy deteriorada, ilegible, ausente o con el soporte dañado, lo que compromete su eficacia.

12. Señal Preventiva:

En el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito del MTC la señal preventiva tiene la función de advertir a los usuarios la existencia de riesgos o situaciones imprevistas presentes en la vía o zonas cercanas, ya sea permanente o temporal. (MTC, 2016, p.42)

Para su evaluación se utilizó observación directa en campo, aplicando los criterios de la ficha de inventario en Cajamarca: se analiza el estado de conservación de la placa, del poste y del cimiento, y se clasifica su estado como Bueno, Regular y Malo según su

visibilidad, integridad y mantenimiento (Ficha de Inventario de Señalización Existente en Cajamarca).

Se considera Bueno cuando la señal está completa, claramente visible, con colores nítidos; Regular si hay desgaste parcial, símbolos o letras poco claros, o soporte con daños menores; Malo cuando la señal está muy deteriorada, ilegible, ausente o con el soporte dañado, lo que compromete su eficacia.

13. Reductor de Velocidad:

En el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito del MTC los rompemuelleres son dispositivos de control del tránsito diseñados para disminuir la velocidad de los vehículos en zonas específicas, incrementando la seguridad vial. Se instalan generalmente en áreas con alta circulación peatonal, frente a paraderos, escuelas, hospitales o intersecciones críticas, con el objetivo de prevenir accidentes y garantizar el respeto de los límites de velocidad. Estos dispositivos pueden ser físicos, como los resaltos de pavimento, o mediante señalización vertical y horizontal que advierta a los conductores sobre la reducción de velocidad. (MTC, 2016)

14. Semáforos:

En el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito del MTC los semáforos son dispositivos de control del tránsito diseñados para regular y coordinar el movimiento de vehículos motorizados, no motorizados y peatones mediante luces de colores rojo, verde y amarillo (ámbar). La luz roja indica detención obligatoria, la verde permite el paso y la amarilla (ámbar) advierte a los conductores que deben ceder el paso y detenerse antes de ingresar a la intersección. La operación de los semáforos se gestiona mediante unidades de control, que en sistemas coordinados están interconectadas para sincronizar el flujo vehicular entre intersecciones sucesivas. (MTC, 2016, p.501)

15. Paraderos:

El paradero es un espacio destinado a la detención y abordaje de pasajeros en el transporte público, regulando la operación segura de los usuarios y la correcta circulación de vehículos en la vía. Su función es proporcionar un punto claramente identificado, seguro y accesible para el ascenso y descenso de pasajeros

Para su evaluación se utilizó observación directa en campo, aplicando criterios de infraestructura, señalización, accesibilidad y seguridad basados en estudios de evaluación de

paraderos urbanos y guías locales de diseño de paraderos en Perú: se analiza la señalización (vertical y horizontal), el estado del área de espera (acera, superficie, refugio), accesibilidad peatonal y seguridad, y se clasifica su estado como Bueno / Regular / Malo según su visibilidad, integridad y mantenimiento (Guía de Estandarización de Paraderos – ATU, Perú).

Se considera Bueno cuando el paradero cuenta con señalización completa y visible, área de espera estable y adecuada, accesibilidad segura y refugio en buen estado; Regular si presenta deterioro parcial en señalización, superficie con desgaste moderado, refugio con daños menores o accesibilidad con falencias leves; Malo cuando la señalización es inexistente o ilegible, el área de espera está muy deteriorada o ausente, la infraestructura en malas condiciones, o el entorno representa un riesgo evidente para los usuarios.

Para iniciar la evaluación de la infraestructura vial, no solo nos referimos a como están las vías por las que circulan las unidades, sino también se analizaran las señalizaciones horizontales y vertical, la correcta semaforización en vías. Todos estos componentes son los principales para la circulación segura y ordenada en el sistema de transporte. Por lo cual se realizó una evaluación de campo para ver como es el estado de la infraestructura vial:

Figura 44

Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica



Fecha: 30/06/2025

Hora: 9:30:16

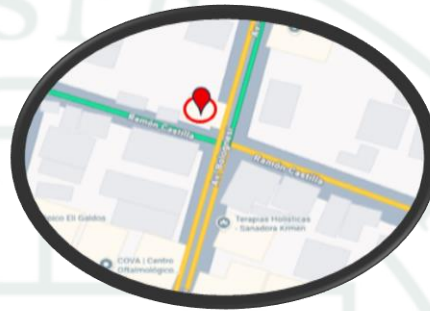
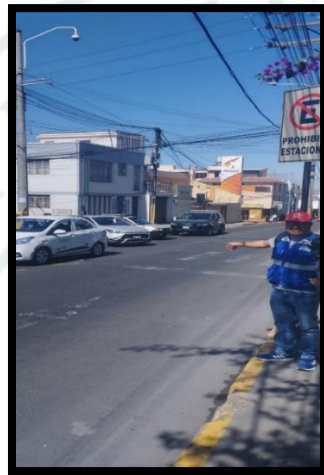
Nota. La figura muestra el estado del cruce de la Av. Bolognesi con la Av. Ramón Castilla mediante una fotografía de campo y una captura de su ubicación geográfica en Google Maps.

Fuente: Adaptado de Google Maps (2025).

En la figura 44 se aprecia el cruce de la Av. Bolognesi con la Av. Ramon Castilla, se observa la ausencia de señalización, así como la inexistencia de semáforos debido a que la Av. Ramon Castilla es una salida de la rotonda del Puente Chilina debido a esto tiene gran afluencia vehicular en dicha avenida.

Figura 45

Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica



Fecha: 30/06/2025

Hora: 9:33:45

Nota: La figura muestra el estado de la infraestructura vial en la Av. Bolognesi mediante una fotografía de campo y una captura de su ubicación geográfica en Google Maps. Fuente: Adaptado de Google Maps (2025).

En la figura 45 se aprecia que en la Av. Bolognesi la señalización vial se encuentra bastante deteriorada, reduciendo su visibilidad para los conductores. Asimismo, las señales verticales carecen de información para determinar la prioridad de paso.

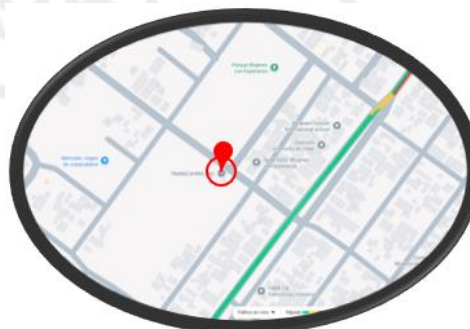
Figura 46

Paradero final Transcayma



Fecha: 30/06/2025

Hora: 9:40:20



Nota. La figura muestra el estado del paradero final Transcayma mediante una fotografía de campo y una captura de su ubicación geográfica en Google Maps. Fuente: Adaptado de Google Maps (2025).

En la figura 46 apreciamos que las unidades que brindan el servicio de transporte tienen un ´paradero final el cual debe estar debidamente implementado según lo está estipulado en el plan regulador de rutas, se aprecia que en los paraderos finales algunos de estos cuentan con todo lo acordado.

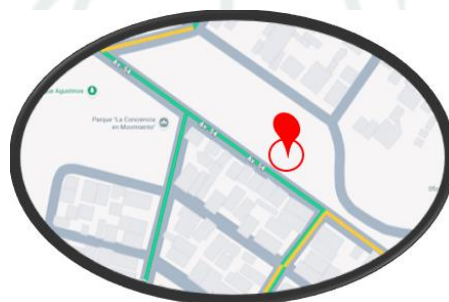
Figura 47

Paradero Final Ruta 241



Fecha: 30/06/2025

Hora: 9:44:38

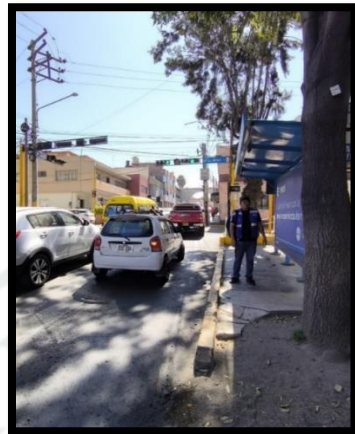


Nota. La figura muestra el estado del paradero final 241 mediante una fotografía de campo y una captura de su ubicación geográfica en Google Maps. Fuente: Adaptado de Google Maps (2025).

En la figura 47 se aprecia que las unidades pertenecientes a la empresa de Transcayma cuentan con servicio de mecanica para cualquier inconveniente que se les pueda presentar antes de cada salida para hacer su recorrido.

Figura 48

Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica



Fecha: 30/06/2025

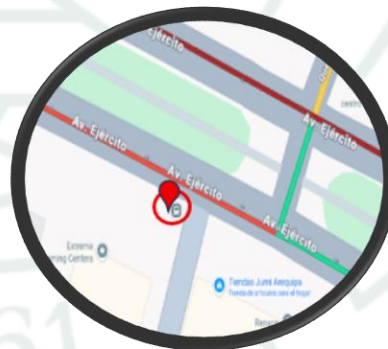
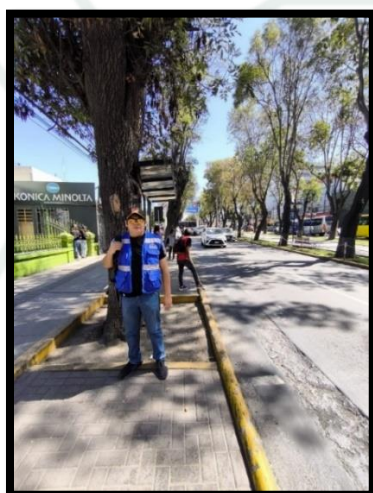
Hora: 9:58:28

Nota. La figura muestra el estado de la infraestructura vial en la Av. Cayma y la Av. Melgar mediante una fotografía de campo y una captura de su ubicación geográfica en Google Maps. Fuente: Adaptado de Google Maps (2025).

En la figura 48 se aprecia el cruce de la Av. Cayma y la Av. Melgar, se encuentra con buena senalización vehicular y semaforización. En este lugar se encuentra un paradero simple debido a esto se genera congestionamiento en esta avenida es por la reducción de vías de dos carriles a un carril.

Figura 49

Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica



Fecha: 30/06/2025

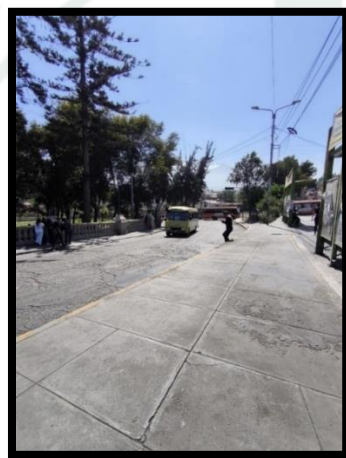
Hora: 10:34:28

Nota. La figura muestra el estado de la infraestructura vial en la Av. Ejército mediante una fotografía de campo y una captura de su ubicación geográfica en Google Maps. Fuente: Adaptado de Google Maps (2025).

En la figura 49 la av. ejército se aprecia que las vías evaluadas presentan un estado deficiente, evidenciando zonas parchadas que no mantienen uniformidad con la superficie de calzada. Se observa falta de nivelación en varios tramos, generando deformaciones leves y un aspecto irregular del pavimento.

Figura 50

Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica



Fecha: 01/07/2025

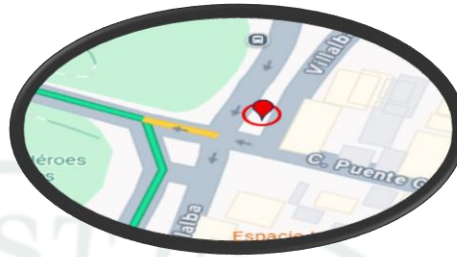
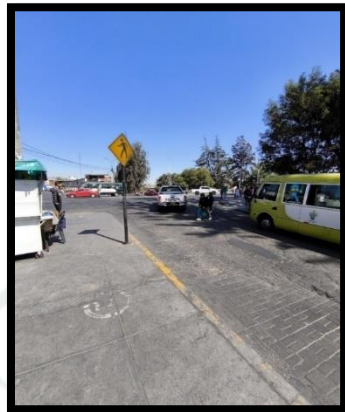
Hora: 11:25:05

Nota. La figura muestra el estado de la infraestructura vial en el Puente Grau mediante una fotografía de campo y una captura de su ubicación geográfica en Google Maps. Fuente: Adaptado de Google Maps (2025).

En la figura 50 se aprecia que en el Puente Grau las vías presentan deficiencias en el pavimento, evidenciándose mediante deformaciones, parches irregulares y zonas con desgaste superficial. Estas condiciones afectan la calzada y generan incomodidad en la circulación vehicular.

Figura 51

Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica



Fecha: 01/07/2025

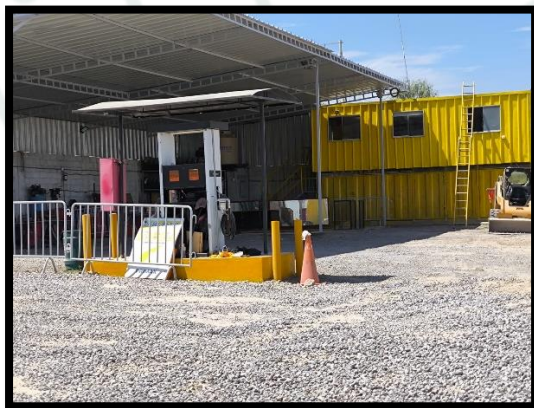
Hora: 11:14:52

Nota. La figura muestra el estado de la infraestructura vial horizontal mediante una fotografía de campo y una captura de su ubicación geográfica en Google Maps. Fuente: Adaptado de Google Maps (2025).

En la figura 51 se aprecia la ausencia de señalización vial horizontal, así como la falta de semaforización que dificulta el cruce seguro de los transeúntes que descienden en Puente Grau y aumenta el riesgo de accidentes, especialmente durante las horas de mayor congestión vehicular.

Figura 52

Evaluación de la Infraestructura del paradero final



Fecha: 02/06/2025

Hora: 10:22:15



Nota. La figura muestra el estado de una estación de servicio mediante una fotografía de campo y una captura de su ubicación geográfica en Google Maps. Fuente: Adaptado de Google Maps (2025).

En la figura 52 se aprecia que durante la evaluación del estado de infraestructura en paraderos nos encontramos que en el paradero final se aprecia una estación de servicio (grifo), cuenta con centro de recreación para los transportistas y su taller mecánico.

Figura 53

Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica



Fecha: 02/06/2025

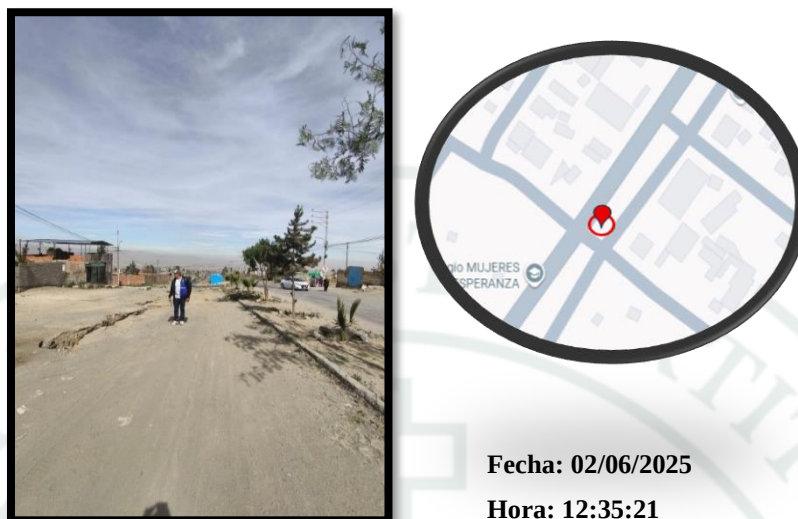
Hora: 12:32:45

Nota. La figura presenta una vista de la zona evaluada mediante registro fotográfico de campo y su referencia geográfica en Google Maps, permitiendo contextualizar la ubicación del área analizada dentro del sistema vial estudiado. Fuente: Adaptado de Google Maps (2025).

En la figura 53 se aprecia que las zonas de la llegada a terminales carecen de vías asfaltadas, presentan en su lugar vías de tierra o trocha, lo cual refleja la deficiente infraestructura vial que afectan tanto la operatividad del servicio como la comodidad y seguridad de los usuarios.

Figura 54

Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica



Fecha: 02/06/2025

Hora: 12:35:21

Nota. La figura presenta una vista del área de estudio mediante registro fotográfico de campo y su ubicación georreferenciada en Google Maps, lo que permite ubicar espacialmente el tramo evaluado dentro del sistema vial analizado. Fuente: Adaptado de Google Maps (2025).

En la figura 54 se aprecia que las vías cerca de los paraderos se encuentran sin pavimentar, la cual se encuentra con una grieta longitudinal considerable que afecta uno de los carriles. Debido a esta condición los vehículos solo pueden transitar por una sola vía. Además de la falta de mantenimiento incrementa el deterioro progresivo del terreno.

Figura 55

Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica



Fecha: 02/06/2025

Hora: 12:38:54

Nota. La figura presenta una vista del tramo vial evaluado mediante registro fotográfico de campo y su ubicación georreferenciada en Google Maps, permitiendo identificar la

transición entre la vía asfaltada y la vía no pavimentada dentro del área de estudio. Fuente: Adaptado de Google Maps (2025).

En la figura 55 se puede apreciar que las vías asfaltadas están compuestas por dos calzadas de dos carriles cada uno y solo llegan a cierta parte. A partir de esa intersección la calzada es de tierra, además se observa que una de las vías presenta una grieta lo que impide su tránsito y obliga a los vehículos circular en la vía opuesta. La calzada continua en superficie de tierra hasta el paradero final de la empresa transcayma.

Figura 56

Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica



Fecha: 03/06/2025

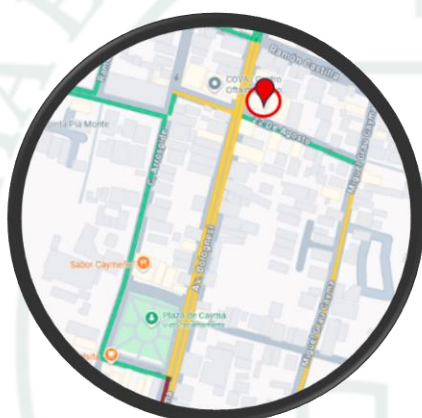
Hora: 9:15:21

Nota. La figura presenta una vista del punto de ascenso y descenso de pasajeros mediante registro fotográfico de campo y su ubicación georreferenciada en Google Maps, permitiendo contextualizar la dinámica de uso del espacio vial dentro del área evaluada. Fuente: Adaptado de Google Maps (2025).

En la figura 56 se aprecia que los pasajeros realizan el ascenso y descenso en zonas no autorizadas como paraderos por lo cual generan interrupciones en la circulación vehicular y contribuye a la congestión del tránsito. Esta situación genera retrasos en los horarios programados de los conductores y afecta la regularidad operativa del servicio de transporte urbano.

Figura 57

Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica



Fecha: 03/06/2025

Hora: 8:33:54



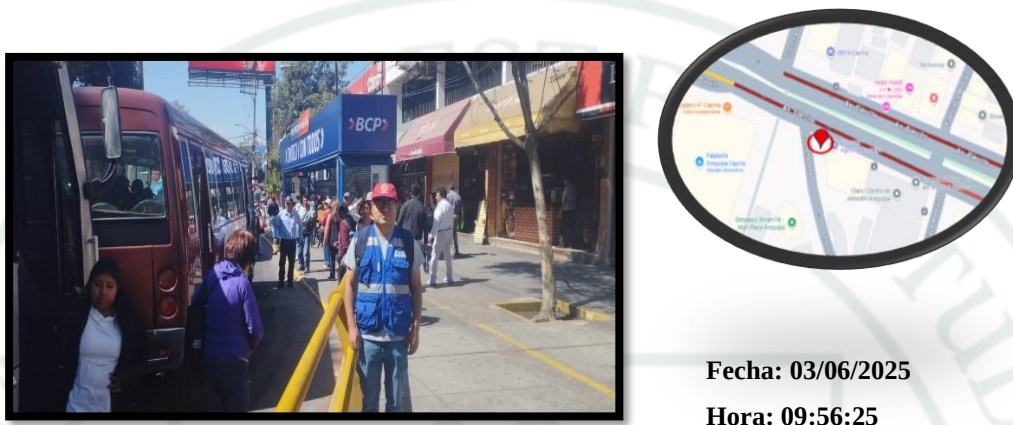
Nota. La figura presenta una vista del entorno vial evaluado mediante registro fotográfico de campo y su ubicación georreferenciada en Google Maps, permitiendo su localización dentro del sector analizado en el distrito de Cayma. Fuente: Adaptado de Google Maps (2025).

En la figura 57 se aprecia mediante la evaluación que en una cuadra más arriba de la plaza de Cayma, se ve una señal de tránsito donde indica cómo deben de circular los carros, por lo cual no se hace y generan congestión vehicular debido a que esa calle ayuda a los vehículos a llegar al puente Chilina para descongestionar y las calles en el lugar de Cayma son muy angostas.

Se puede apreciar en la tabla que los vehículos infractores en el día 1 es de 1412 y las motos es de 141, en el día 2 los vehículos infractores son de 1412 y las motos es de 144 y en el día 3 los vehículos infractores son de 1034 y las motos es de 141.

Figura 58

Evaluación de la Infraestructura Vial y su ubicación geográfica



Fecha: 03/06/2025

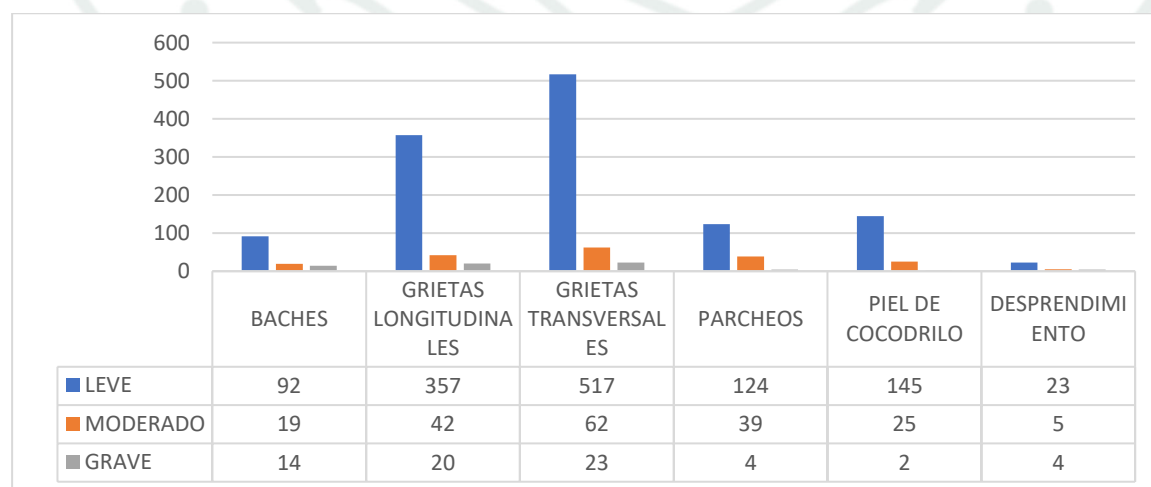
Hora: 09:56:25

Nota. La figura presenta una vista del paradero evaluado en la Avenida Ejército mediante registro fotográfico de campo y su ubicación georreferenciada en Google Maps, permitiendo su localización dentro del tramo vial analizado. Fuente: Adaptado de Google Maps (2025).

En la figura 58 se aprecia que el paradero que está ubicado en la Avenida Ejército, es una de las avenidas más congestionadas y debido a este paradero ayuda un poco a descongestionar, pero debido a la alta afluencia de transporte público de diferentes rutas se llega a aglomerar muchos vehículos en el paradero.

Figura 59

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 100 B-A (ida)

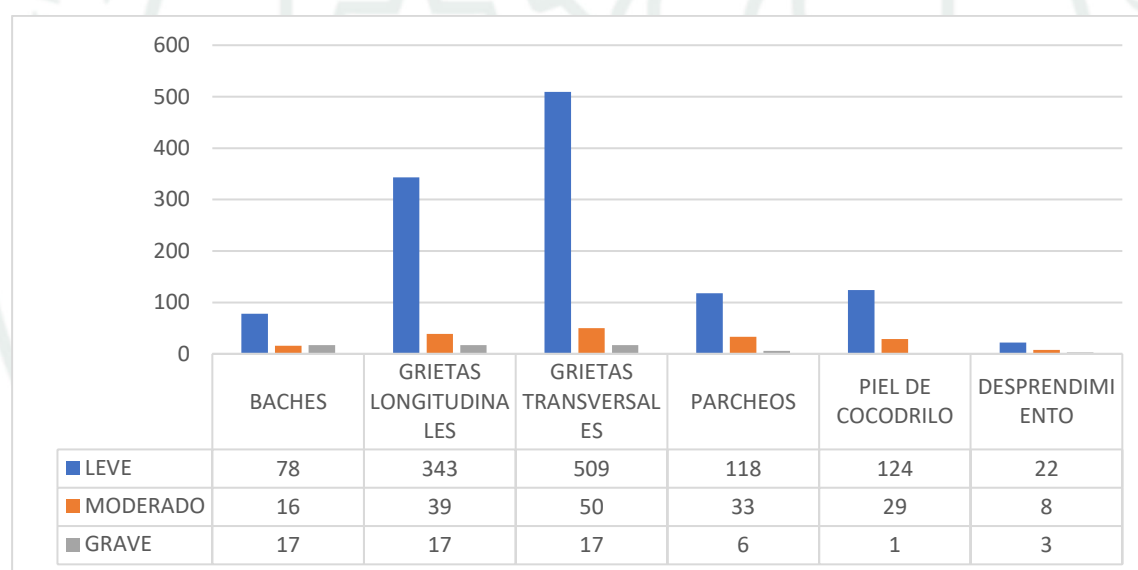


Nota. La figura presenta la distribución de los defectos del pavimento identificados en la ruta 100, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de fallas según tipo y nivel de severidad.

En la figura 59 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 100 sentido B–A (ida) se identificó los defectos en el pavimento en 6 categorías, clasificados según su nivel de severidad: leve, moderado y grave. En la categoría de baches se registraron 92 casos leves, 19 casos moderados y 14 casos graves. En las grietas longitudinales se encontraron 357 casos leves, 42 casos moderados y 20 casos graves. En las grietas transversales se contabilizaron 517 casos leves, 62 casos moderados y 23 casos graves. En los parcheos se identificaron 124 casos leves, 39 casos moderados y 4 casos graves. En piel de cocodrilo se registraron 145 casos leves, 25 casos moderados y 2 casos graves. Finalmente, en desprendimiento se observaron 23 casos leves, 5 casos moderados y 4 casos graves.

Figura 60

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 100 A-B (vuelta)



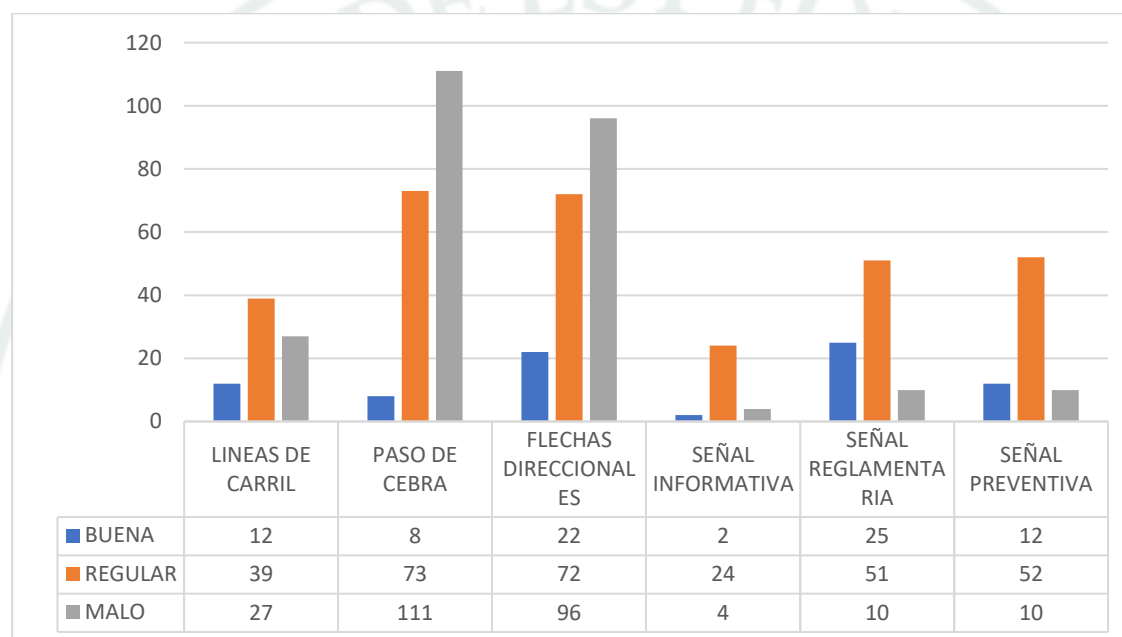
Nota. La figura presenta la distribución de los defectos del pavimento identificados en la ruta 100, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de fallas según tipo y nivel de severidad.

En la figura 60 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 100 sentido A–B (vuelta) se identificó los defectos en el pavimento en 6 categorías, clasificados según su nivel de severidad: leve, moderado y grave. En la categoría de baches se registraron 78 casos leves, 16 casos moderados y 17 casos graves. En las grietas longitudinales se encontraron

343 casos leves, 39 casos moderados y 17 casos graves. En las grietas transversales se contabilizaron 509 casos leves, 50 casos moderados y 17 casos graves. En los parcheos se identificaron 118 casos leves, 33 casos moderados y 6 casos graves. En piel de cocodrilo se registraron 124 casos leves, 29 casos moderados y 1 casos graves. Finalmente, en desprendimiento se observaron 22 casos leves, 8 casos moderados y 3 casos graves.

Figura 61

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 100 B-A (ida)



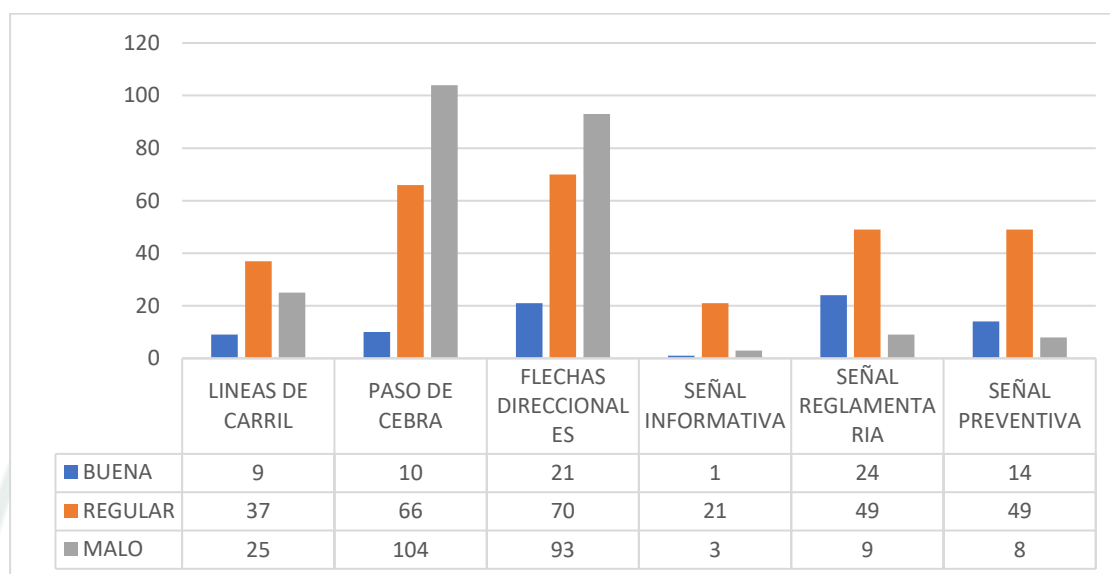
Nota. La figura presenta la distribución del estado de los elementos de señalización vial evaluados en la ruta 100, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y condición (buena, regular y mala).

En la figura 61 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 100 sentido B–A (ida) se identificó la cantidad de elementos de señalización vial evaluados en 6 categorías, clasificados según su condición: buena, regular y mala. En líneas de carril se registraron 12 elementos en condición buena, 39 en condición regular y 27 en condición mala. En paso de cebra se observaron 8 elementos en condición buena, 73 en condición regular y 111 en condición mala. En flechas direccionales se contabilizaron 22 elementos en condición buena, 72 en condición regular y 96 en condición mala. En señal informativa se registraron 2 elementos en condición buena, 24 en condición regular y 4 en condición mala. En señal reglamentaria se identificaron 25 elementos en condición buena, 51 en condición regular y

10 en condición mala. Finalmente, en señal preventiva se encontraron 12 elementos en condición buena, 52 en condición regular y 10 en condición mala.

Figura 62

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 100 A-B (vuelta)

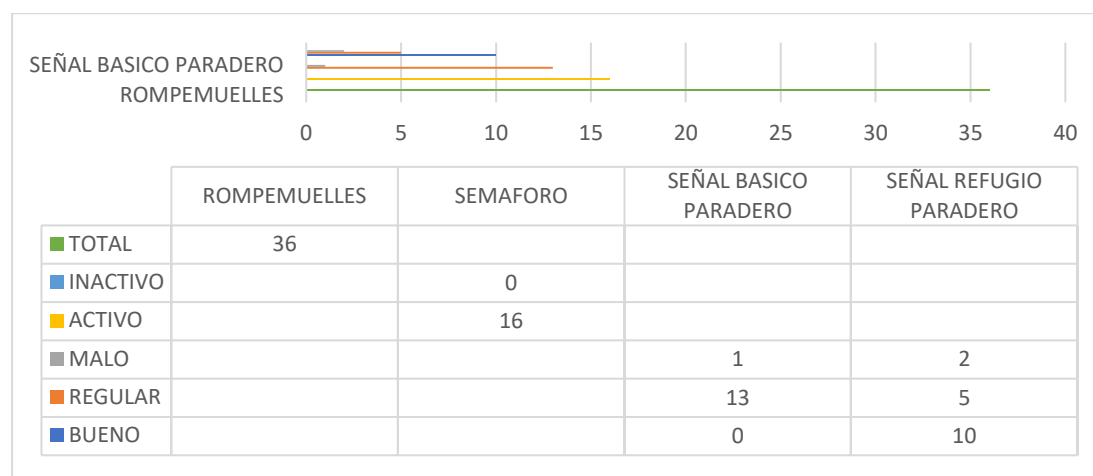


Nota. La figura presenta la distribución del estado de los elementos de señalización vial evaluados en la ruta 100, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y condición (buena, regular y mala).

En la figura 62 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 100 sentido A–B (vuelta) se identificó la cantidad de elementos de señalización vial evaluados en 6 categorías, clasificados según su condición: buena, regular y mala. En líneas de carril se registraron 9 elementos en condición buena, 37 en condición regular y 25 en condición mala. En paso de cebra se observaron 10 elementos en condición buena, 66 en condición regular y 104 en condición mala. En flechas direccionales se contabilizaron 21 elementos en condición buena, 70 en condición regular y 93 en condición mala. En señal informativa se registraron 1 elementos en condición buena, 21 en condición regular y 3 en condición mala. En señal reglamentaria se identificaron 24 elementos en condición buena, 49 en condición regular y 9 en condición mala. Finalmente, en señal preventiva se encontraron 14 elementos en condición buena, 49 en condición regular y 9 en condición mala.

Figura 63

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 100 B-A (ida)

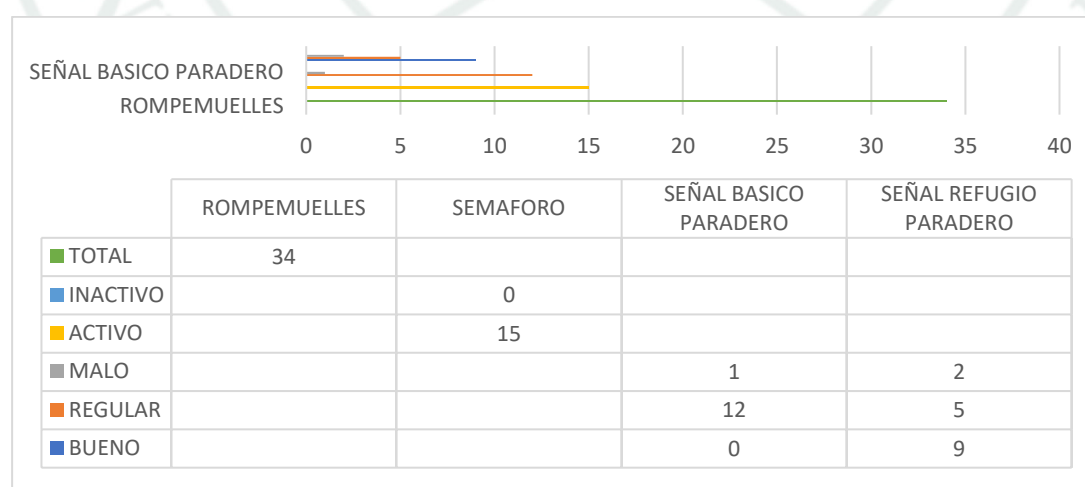


Nota. La figura presenta la distribución de los elementos de infraestructura vial evaluados en la ruta 100, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y estado de conservación.

En la figura 63 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 100 sentido B–A (ida) se identificó la cantidad de 36 rompemuelles. En semáforos se observaron 16 elementos activos y 0 inactivos. En señal básico paradero se contabilizó 1 elemento en estado malo, 13 en estado regular y 0 en buen estado. En señal refugio paradero se registraron 2 elementos en estado malo, 5 en estado regular y 10 en buen estado.

Figura 64

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 100 A-B (vuelta)

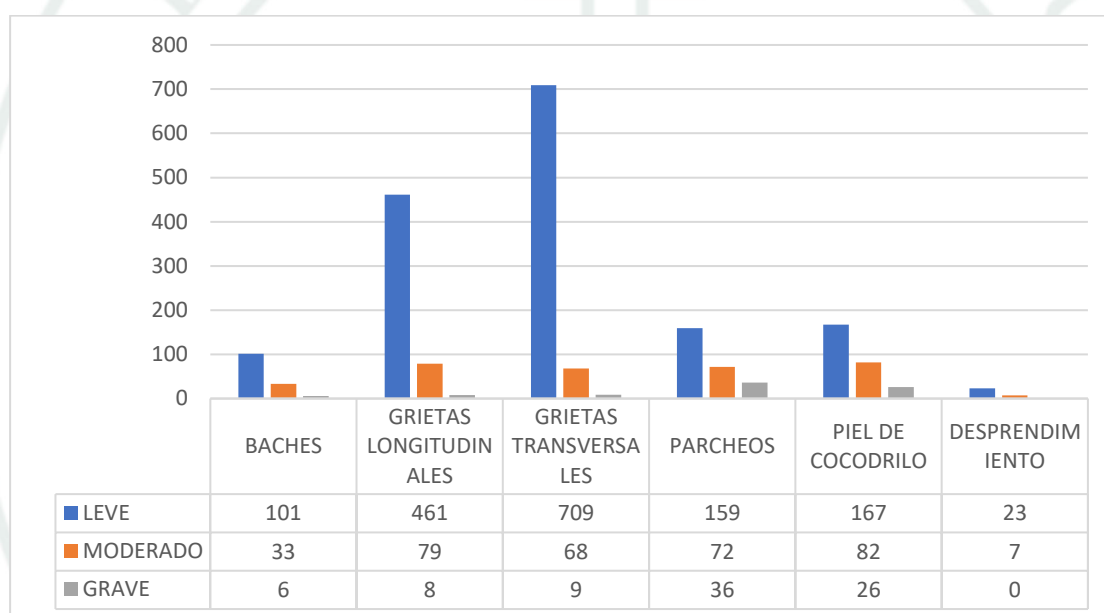


Nota. La figura presenta la distribución de los elementos de infraestructura vial evaluados en la ruta 100, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y estado de conservación.

En la figura 64 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 100 sentido A–B (vuelta) se identificó la cantidad de 34 rompe muelles. En semáforos se observaron 15 elementos activos y 0 inactivos. En señal básico paradero se contabilizó 1 elemento en estado malo, 12 en estado regular y 0 en buen estado. En señal refugio paradero se registraron 2 elementos en estado malo, 5 en estado regular y 9 en buen estado.

Figura 65

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 241 B-A (ida)



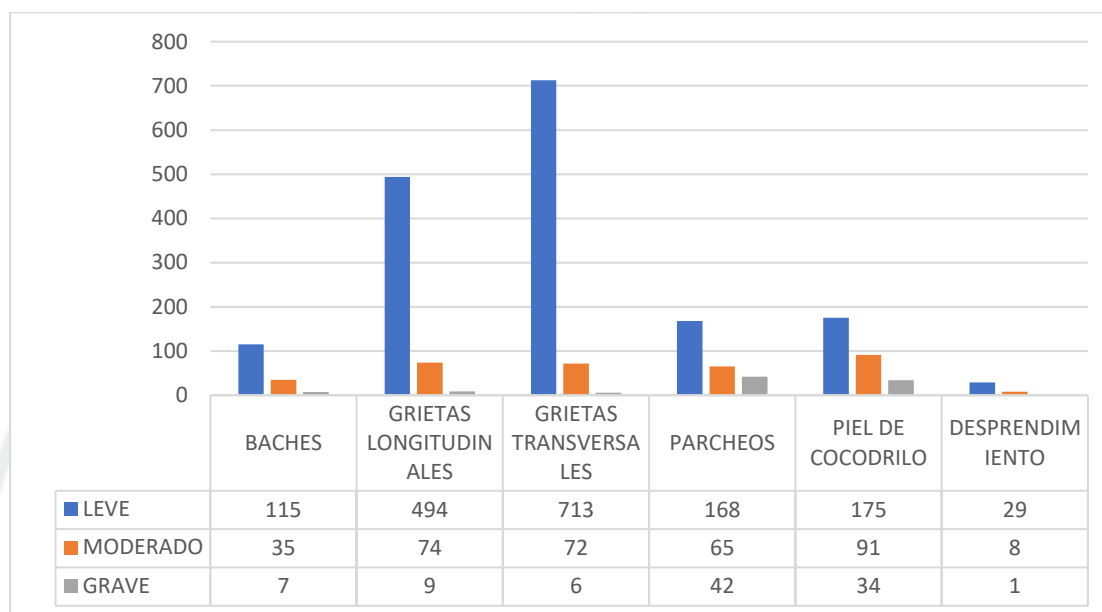
Nota. La figura presenta la distribución de los defectos del pavimento identificados en la ruta 241, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de fallas según tipo y nivel de severidad.

En la figura 65 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 241 sentido B–A (ida) se identificó los defectos en el pavimento en 6 categorías, clasificados según su nivel de severidad: leve, moderado y grave. En la categoría de baches se registraron 101 casos leves, 33 casos moderados y 6 casos graves. En las grietas longitudinales se encontraron 461 casos leves, 79 casos moderados y 8 casos graves. En las grietas transversales se contabilizaron 709 casos leves, 68 casos moderados y 9 casos graves. En los parcheos se identificaron 159 casos leves, 72 casos moderados y 36 casos graves. En piel de cocodrilo

se registraron 167 casos leves, 82 casos moderados y 26 casos graves. Finalmente, en desprendimiento se observaron 23 casos leves, 7 casos moderados y 0 casos graves.

Figura 66

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 241 A-B (vuelta)

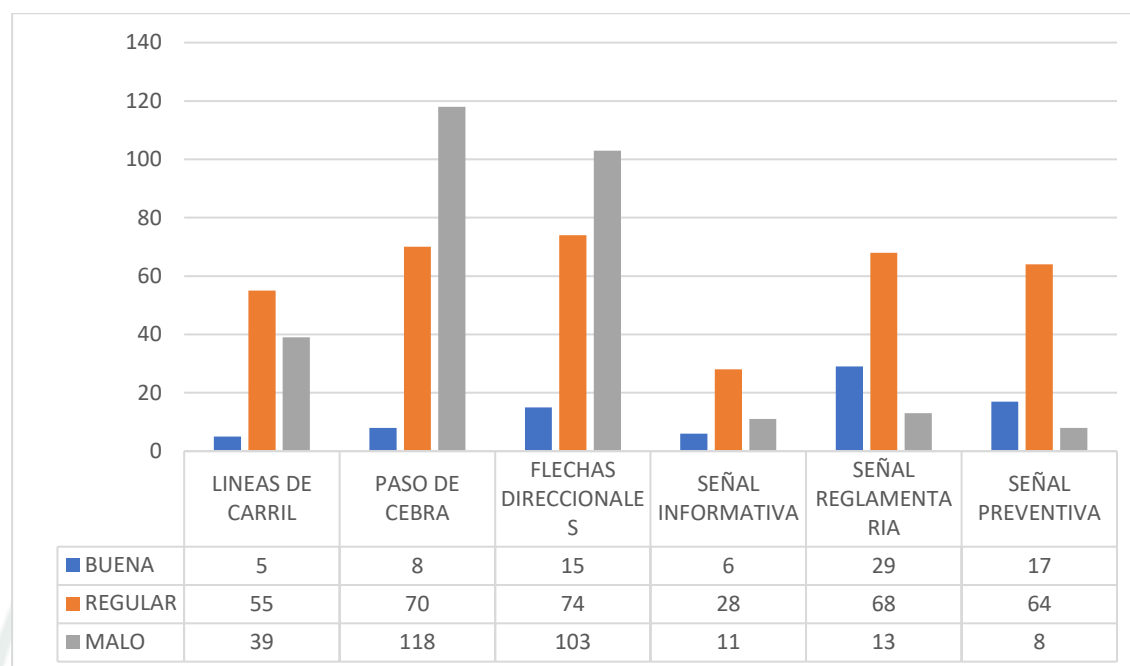


Nota. La figura presenta la distribución de los defectos del pavimento identificados en la ruta 241, sentido A-B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de fallas según tipo y nivel de severidad.

En la figura 66 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 241 sentido A-B (vuelta) se identificó los defectos en el pavimento en 6 categorías, clasificados según su nivel de severidad: leve, moderado y grave. En la categoría de baches se registraron 115 casos leves, 35 casos moderados y 7 casos graves. En las grietas longitudinales se encontraron 494 casos leves, 74 casos moderados y 9 casos graves. En las grietas transversales se contabilizaron 713 casos leves, 72 casos moderados y 6 casos graves. En los parcheos se identificaron 168 casos leves, 65 casos moderados y 42 casos graves. En piel de cocodrilo se registraron 175 casos leves, 91 casos moderados y 34 casos graves. Finalmente, en desprendimiento se observaron 29 casos leves, 8 casos moderados y 1 casos graves.

Figura 67

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 241 B-A (ida)

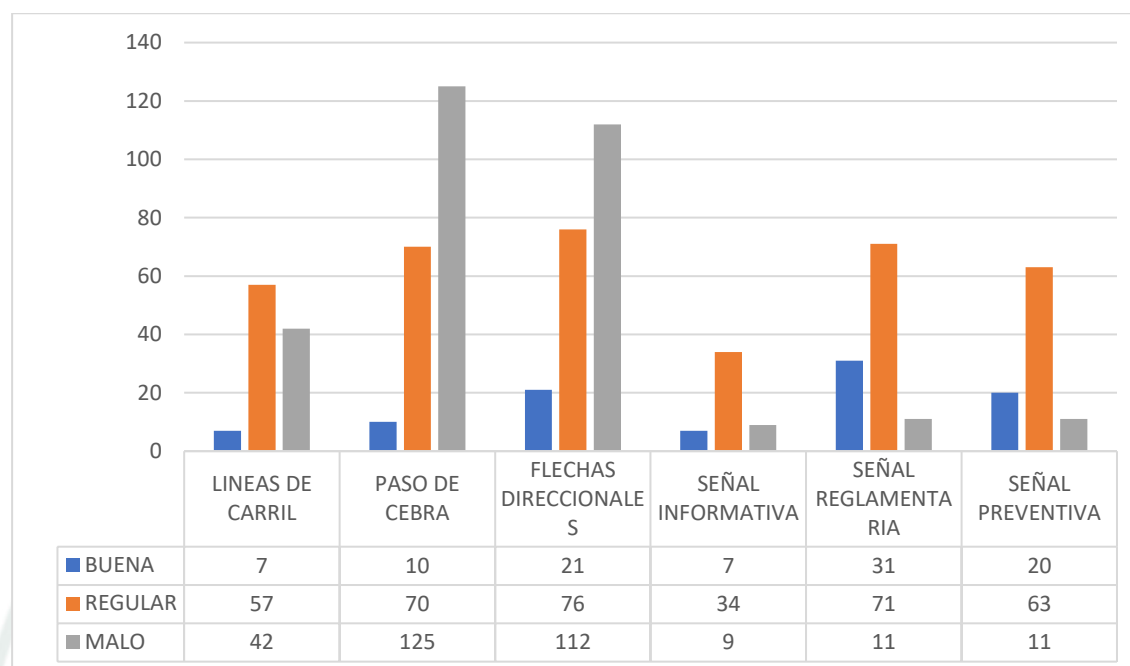


Nota. La figura presenta la distribución del estado de los elementos de señalización vial evaluados en la ruta 241, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y condición (buena, regular y mala).

En la figura 67 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 241 sentido B–A (ida) se identificó la cantidad de elementos de señalización vial evaluados en 6 categorías, clasificados según su condición: buena, regular y mala. En líneas de carril se registraron 5 elementos en condición buena, 55 en condición regular y 39 en condición mala. En paso de cebra se observaron 8 elementos en condición buena, 70 en condición regular y 118 en condición mala. En flechas direccionales se contabilizaron 15 elementos en condición buena, 74 en condición regular y 103 en condición mala. En señal informativa se registraron 6 elementos en condición buena, 28 en condición regular y 11 en condición mala. En señal reglamentaria se identificaron 29 elementos en condición buena, 68 en condición regular y 13 en condición mala. Finalmente, en señal preventiva se encontraron 17 elementos en condición buena, 64 en condición regular y 8 en condición mala.

Figura 68

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 241 A-B (vuelta)

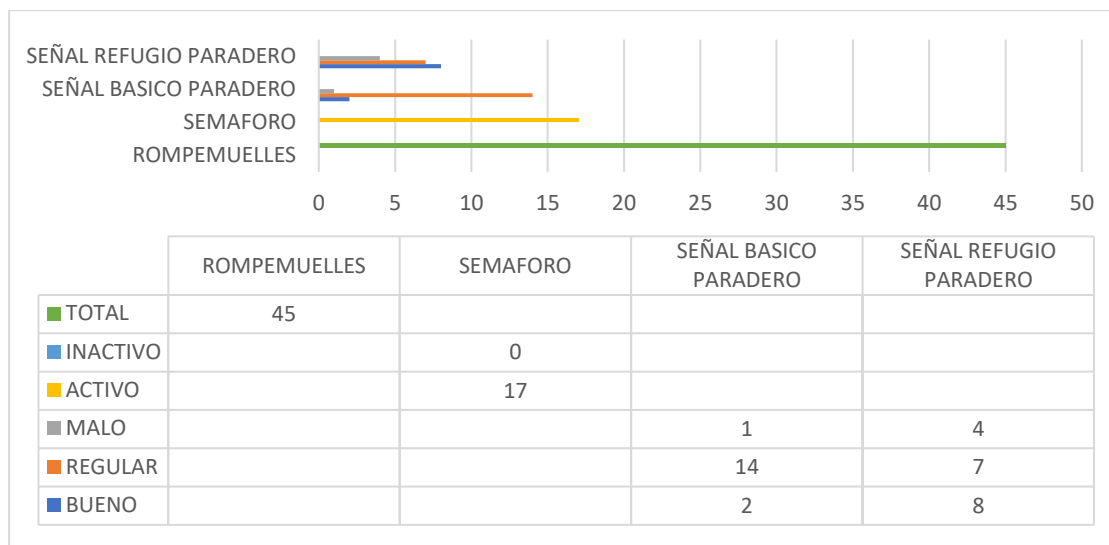


Nota. La figura presenta la distribución del estado de los elementos de señalización vial evaluados en la ruta 241, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y condición (buena, regular y mala).

En la figura 68 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 241 sentido A–B (vuelta) se identificó la cantidad de elementos de señalización vial evaluados en 6 categorías, clasificados según su condición: buena, regular y mala. En líneas de carril se registraron 7 elementos en condición buena, 57 en condición regular y 42 en condición mala. En paso de cebra se observaron 10 elementos en condición buena, 70 en condición regular y 125 en condición mala. En flechas direccionales se contabilizaron 21 elementos en condición buena, 76 en condición regular y 112 en condición mala. En señal informativa se registraron 7 elementos en condición buena, 34 en condición regular y 9 en condición mala. En señal reglamentaria se identificaron 31 elementos en condición buena, 71 en condición regular y 11 en condición mala. Finalmente, en señal preventiva se encontraron 20 elementos en condición buena, 63 en condición regular y 11 en condición mala.

Figura 69

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 241 B-A (ida)

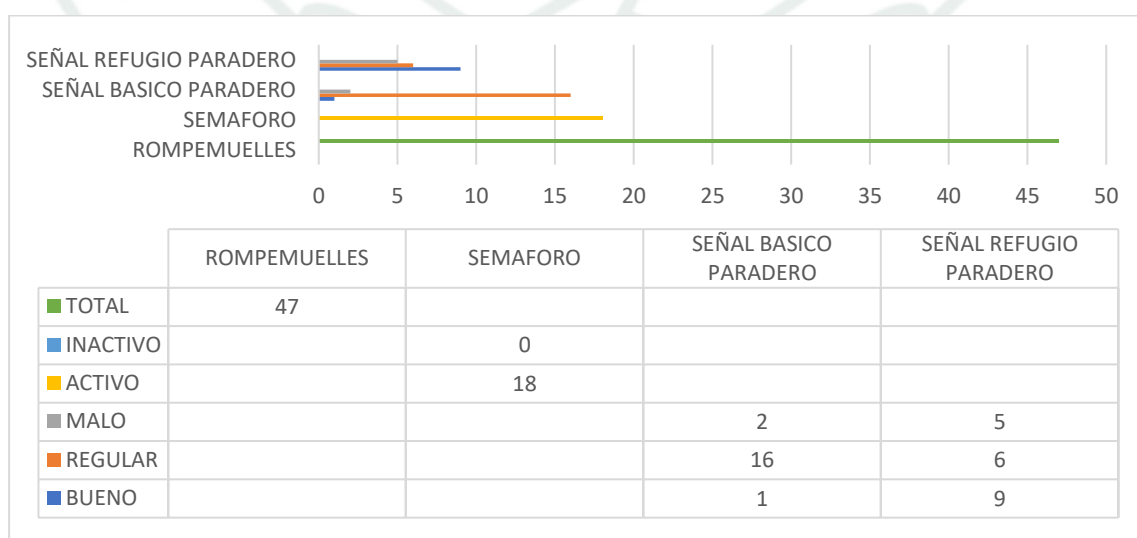


Nota. La figura presenta la distribución de los elementos de infraestructura vial evaluados en la ruta 241, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y estado de conservación.

En la figura 69 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 241 sentido B-A (ida) se identificó la cantidad de 45 rompemuelles. En semáforos se observaron 17 elementos activos y 0 inactivos. En señal básico paradero se contabilizó 1 elemento en estado malo, 14 en estado regular y 2 en buen estado. En señal refugio paradero se registraron 4 elementos en estado malo, 7 en estado regular y 8 en buen estado.

Figura 70

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 241 A-B (vuelta)

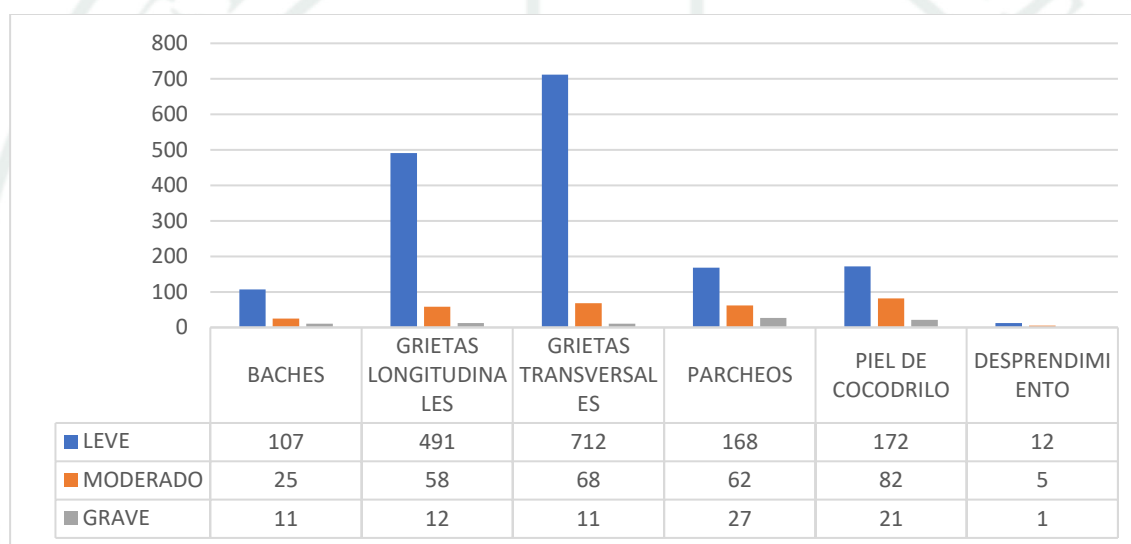


Nota. La figura presenta la distribución de los elementos de infraestructura vial evaluados en la ruta 241, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y estado de conservación.

En la figura 70 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 241 sentido A–B (vuelta) se identificó la cantidad de 47 rompemuelleres. En semáforos se observaron 18 elementos activos y 0 inactivos. En señal básico paradero se contabilizo 2 elemento en estado malo, 16 en estado regular y 1 en buen estado. En señal refugio paradero se registraron 5 elementos en estado malo, 6 en estado regular y 9 en buen estado.

Figura 71

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 300 B-A (ida)

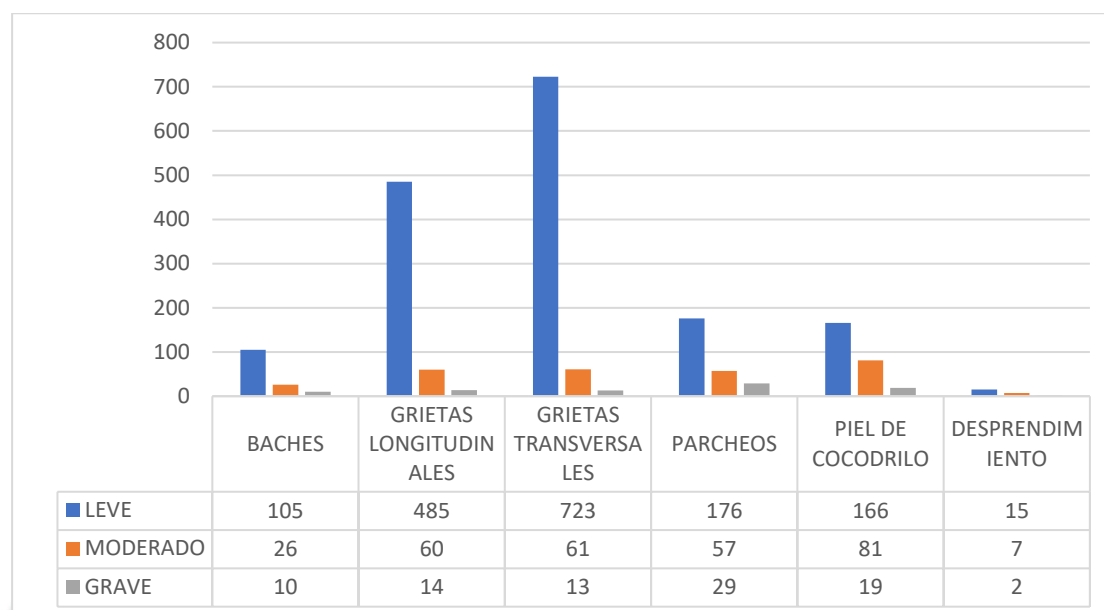


Nota. La figura presenta la distribución de los defectos del pavimento identificados en la ruta 300, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de fallas según tipo y nivel de severidad.

En la figura 71 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 300 sentido B–A (ida) se identificó los defectos en el pavimento en 6 categorías, clasificados según su nivel de severidad: leve, moderado y grave. En la categoría de baches se registraron 107 casos leves, 25 casos moderados y 11 casos graves. En las grietas longitudinales se encontraron 491 casos leves, 58 casos moderados y 12 casos graves. En las grietas transversales se contabilizaron 712 casos leves, 68 casos moderados y 11 casos graves. En los parcheos se identificaron 168 casos leves, 62 casos moderados y 27 casos graves. En piel de cocodrilo se registraron 172 casos leves, 82 casos moderados y 21 casos graves. Finalmente, en desprendimiento se observaron 12 casos leves, 5 casos moderados y 1 casos graves.

Figura 72

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 300 A-B (vuelta)

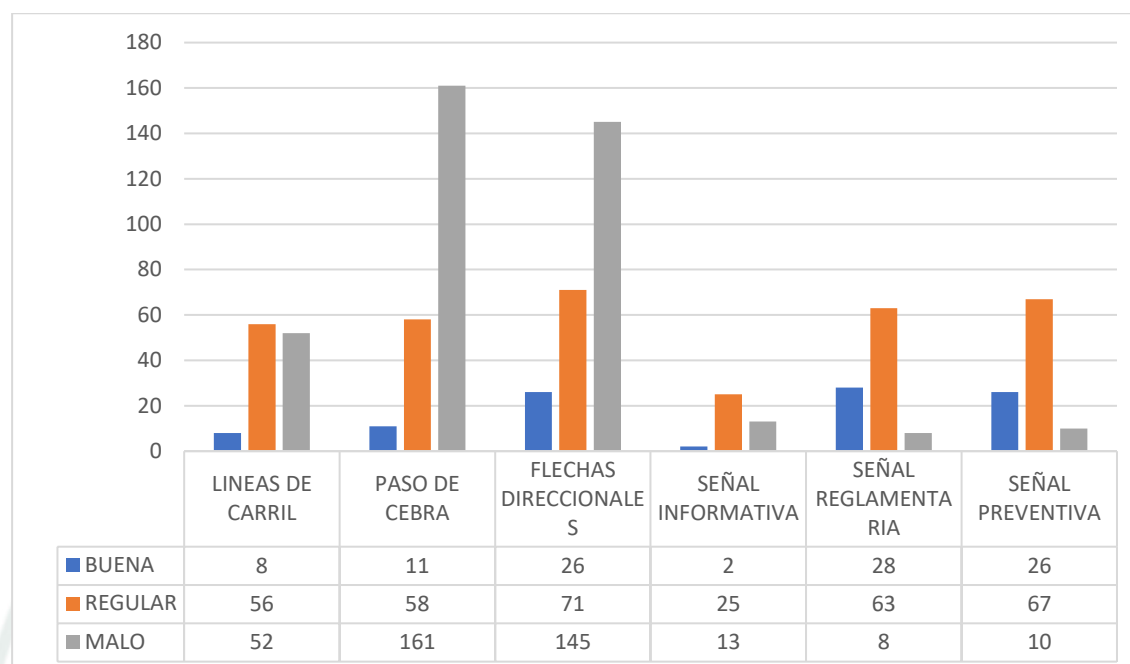


Nota. La figura presenta la distribución de los defectos del pavimento identificados en la ruta 300, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de fallas según tipo y nivel de severidad.

En la figura 72 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 300 sentido A–B (vuelta) se identificó los defectos en el pavimento en 6 categorías, clasificados según su nivel de severidad: leve, moderado y grave. En la categoría de baches se registraron 105 casos leves, 26 casos moderados y 10 casos graves. En las grietas longitudinales se encontraron 485 casos leves, 60 casos moderados y 14 casos graves. En las grietas transversales se contabilizaron 723 casos leves, 61 casos moderados y 13 casos graves. En los parcheos se identificaron 176 casos leves, 57 casos moderados y 29 casos graves. En piel de cocodrilo se registraron 166 casos leves, 81 casos moderados y 19 casos graves. Finalmente, en desprendimiento se observaron 15 casos leves, 7 casos moderados y 2 casos graves.

Figura 73

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 300 B-A (ida)

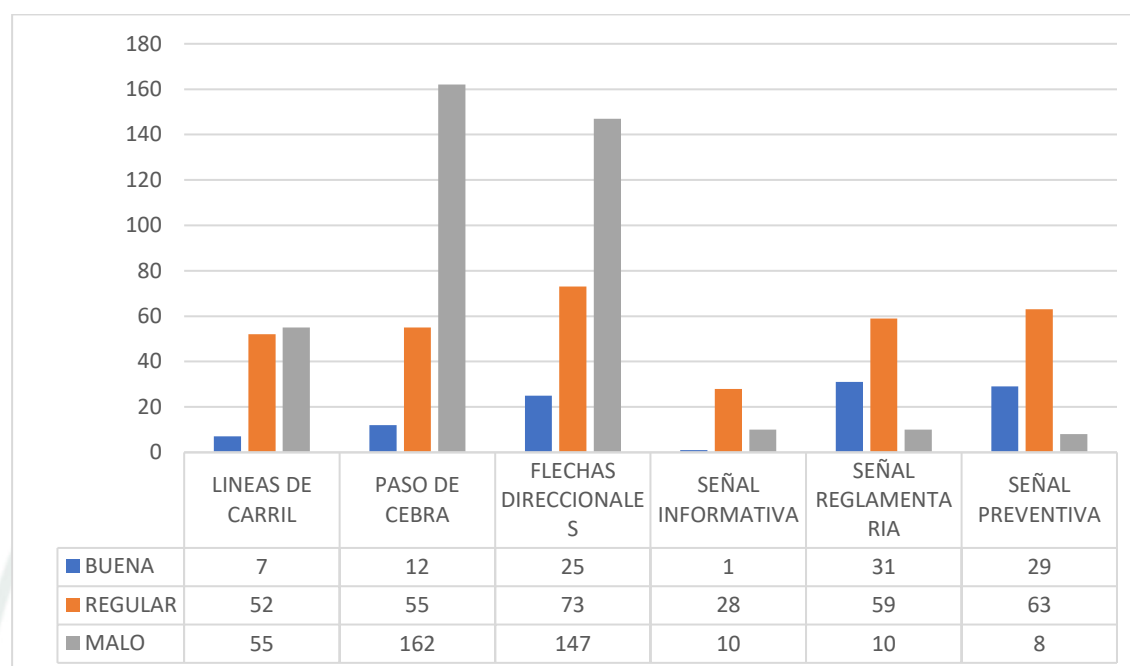


Nota. La figura presenta la distribución del estado de los elementos de señalización vial evaluados en la ruta 300, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y condición (buena, regular y mala).

En la figura 73 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 300 sentido B–A (ida) se identificó la cantidad de elementos de señalización vial evaluados en 6 categorías, clasificados según su condición: buena, regular y mala. En líneas de carril se registraron 8 elementos en condición buena, 56 en condición regular y 52 en condición mala. En paso de cebra se observaron 11 elementos en condición buena, 58 en condición regular y 161 en condición mala. En flechas direccionales se contabilizaron 26 elementos en condición buena, 71 en condición regular y 145 en condición mala. En señal informativa se registraron 2 elementos en condición buena, 25 en condición regular y 13 en condición mala. En señal reglamentaria se identificaron 28 elementos en condición buena, 63 en condición regular y 8 en condición mala. Finalmente, en señal preventiva se encontraron 26 elementos en condición buena, 67 en condición regular y 10 en condición mala.

Figura 74

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 300 A-B (vuelta)

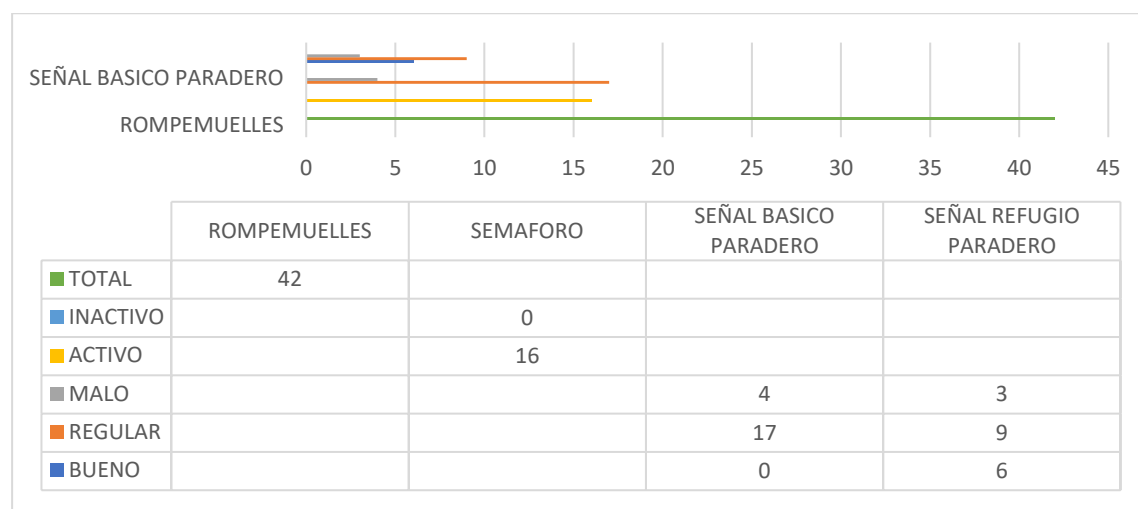


Nota. La figura presenta la distribución del estado de los elementos de señalización vial evaluados en la ruta 300, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y condición (buena, regular y mala).

En la figura 74 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 300 sentido A–B (vuelta) se identificó la cantidad de elementos de señalización vial evaluados en 6 categorías, clasificados según su condición: buena, regular y mala. En líneas de carril se registraron 7 elementos en condición buena, 52 en condición regular y 55 en condición mala. En paso de cebra se observaron 12 elementos en condición buena, 55 en condición regular y 162 en condición mala. En flechas direccionales se contabilizaron 25 elementos en condición buena, 73 en condición regular y 147 en condición mala. En señal informativa se registraron 1 elementos en condición buena, 28 en condición regular y 10 en condición mala. En señal reglamentaria se identificaron 31 elementos en condición buena, 59 en condición regular y 10 en condición mala. Finalmente, en señal preventiva se encontraron 29 elementos en condición buena, 63 en condición regular y 8 en condición mala.

Figura 75

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 300 B-A (ida)

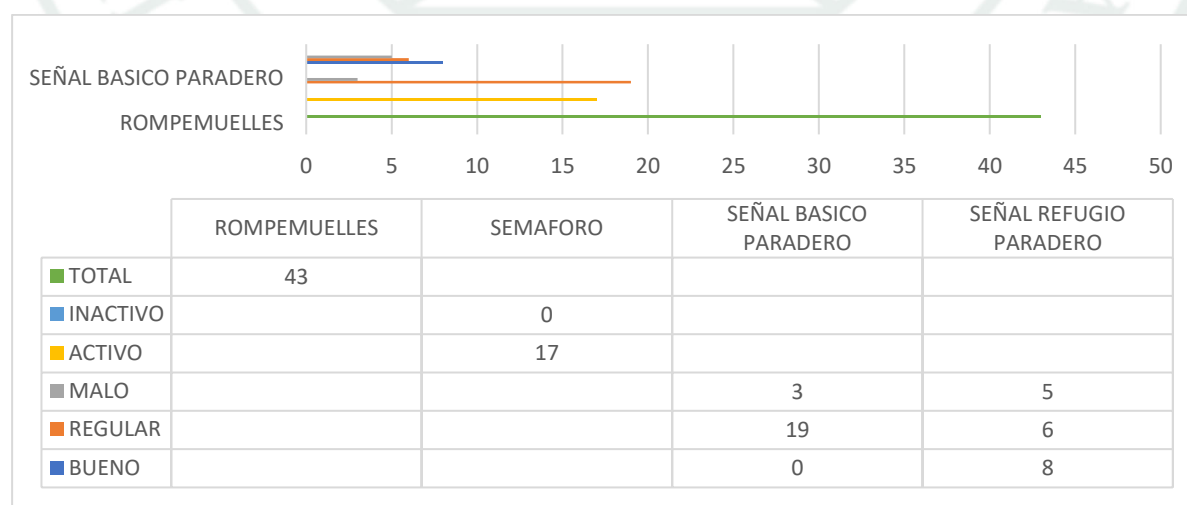


Nota. La figura presenta la distribución de los elementos de infraestructura vial evaluados en la ruta 300, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y estado de conservación.

En la figura 75 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 300 sentido B–A (ida) se identificó la cantidad de 42 rompemuelles. En semáforos se observaron 16 elementos activos y 0 inactivos. En señal básico paradero se contabilizó 4 elementos en estado malo, 17 en estado regular y 0 en buen estado. En señal refugio paradero se registraron 3 elementos en estado malo, 9 en estado regular y 6 en buen estado.

Figura 76

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 300 A-B (vuelta)

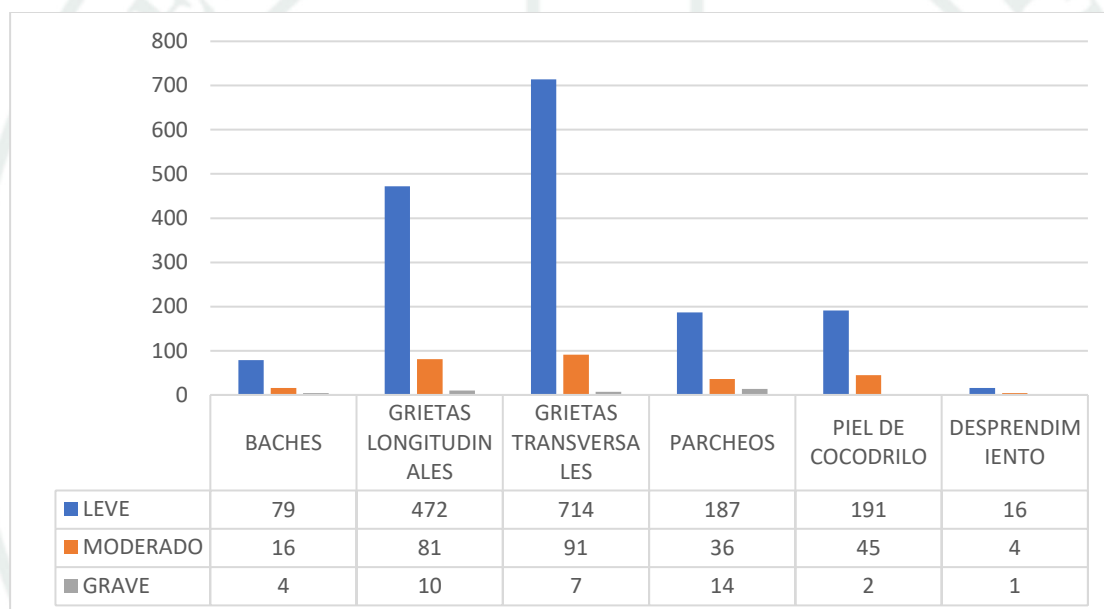


Nota. La figura presenta la distribución de los elementos de infraestructura vial evaluados en la ruta 300, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y estado de conservación.

En la figura 76 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 300 sentido A–B (vuelta) se identificó la cantidad de 43 rompemuelleres. En semáforos se observaron 17 elementos activos y 0 inactivos. En señal básico paradero se contabilizo 3 elemento en estado malo, 19 en estado regular y 0 en buen estado. En señal refugio paradero se registraron 5 elementos en estado malo, 6 en estado regular y 8 en buen estado.

Figura 77

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 400 B-A (ida)



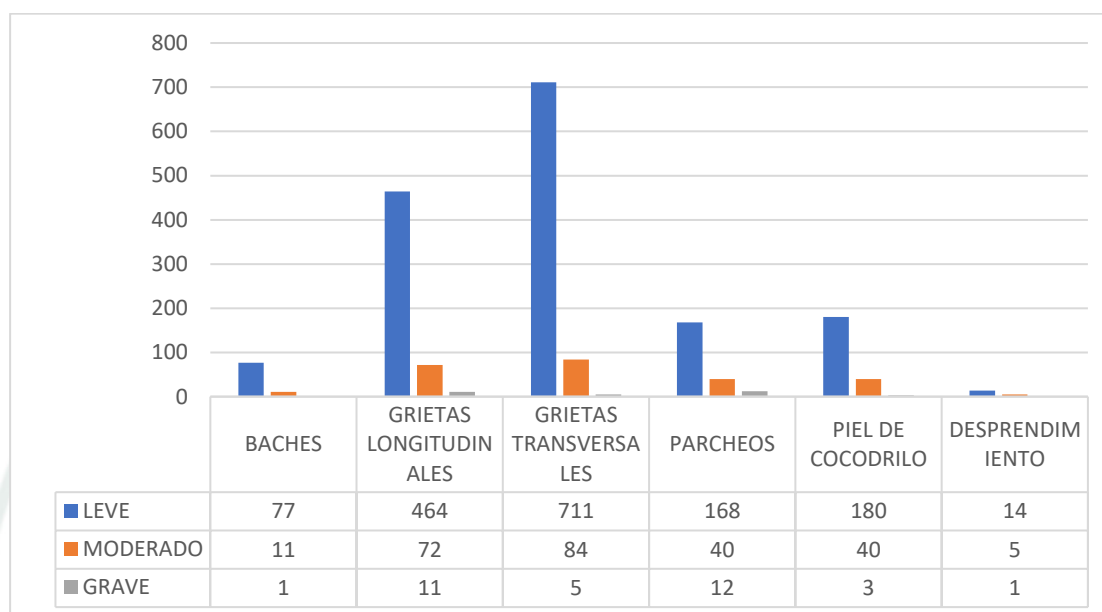
Nota. La figura presenta la distribución de los defectos del pavimento identificados en la ruta 400, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de fallas según tipo y nivel de severidad.

En la figura 77 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 400 sentido B–A (ida) se identificó los defectos en el pavimento en 6 categorías, clasificados según su nivel de severidad: leve, moderado y grave. En la categoría de baches se registraron 79 casos leves, 16 casos moderados y 4 casos graves. En las grietas longitudinales se encontraron 472 casos leves, 81 casos moderados y 10 casos graves. En las grietas transversales se contabilizaron 714 casos leves, 91 casos moderados y 7 casos graves. En los parcheos se identificaron 187 casos leves, 36 casos moderados y 14 casos graves. En piel de cocodrilo se registraron 191

casos leves, 45 casos moderados y 2 casos graves. Finalmente, en desprendimiento se observaron 16 casos leves, 4 casos moderados y 1 casos graves.

Figura 78

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 400 A-B (vuelta)

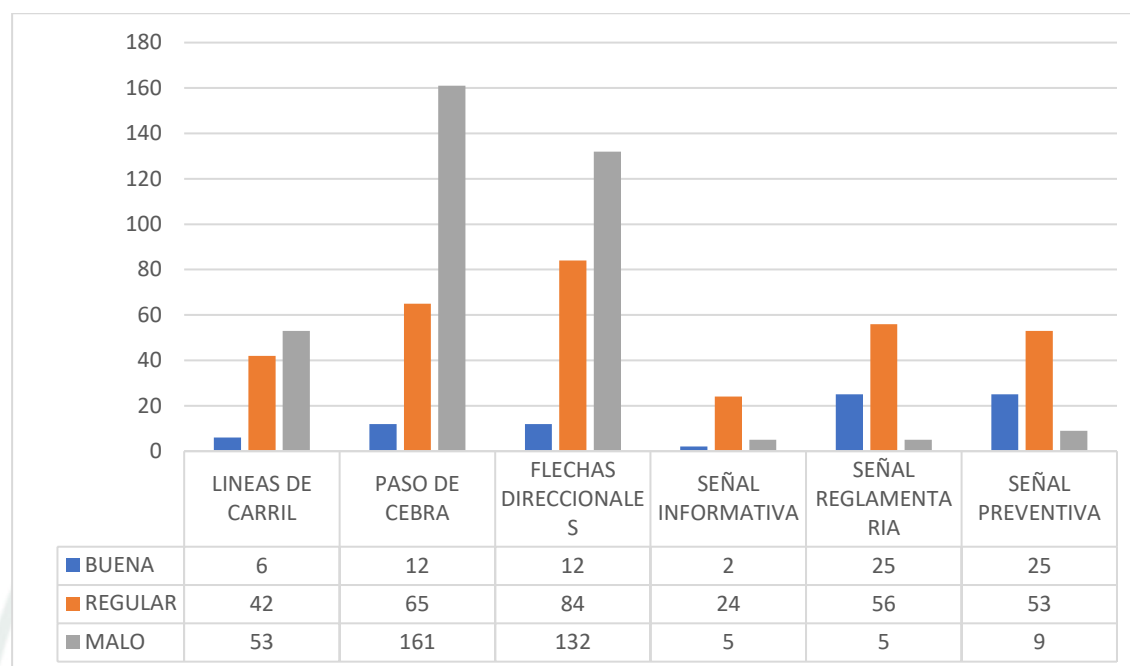


Nota. La figura presenta la distribución de los defectos del pavimento identificados en la ruta 400, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de fallas según tipo y nivel de severidad.

En la figura 78 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 400 sentido A–B (vuelta) se identificó los defectos en el pavimento en 6 categorías, clasificados según su nivel de severidad: leve, moderado y grave. En la categoría de baches se registraron 77 casos leves, 11 casos moderados y 1 casos graves. En las grietas longitudinales se encontraron 464 casos leves, 72 casos moderados y 11 casos graves. En las grietas transversales se contabilizaron 711 casos leves, 84 casos moderados y 5 casos graves. En los parcheos se identificaron 168 casos leves, 40 casos moderados y 12 casos graves. En piel de cocodrilo se registraron 180 casos leves, 40 casos moderados y 3 casos graves. Finalmente, en desprendimiento se observaron 14 casos leves, 5 casos moderados y 1 casos graves.

Figura 79

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 400 B-A (ida)

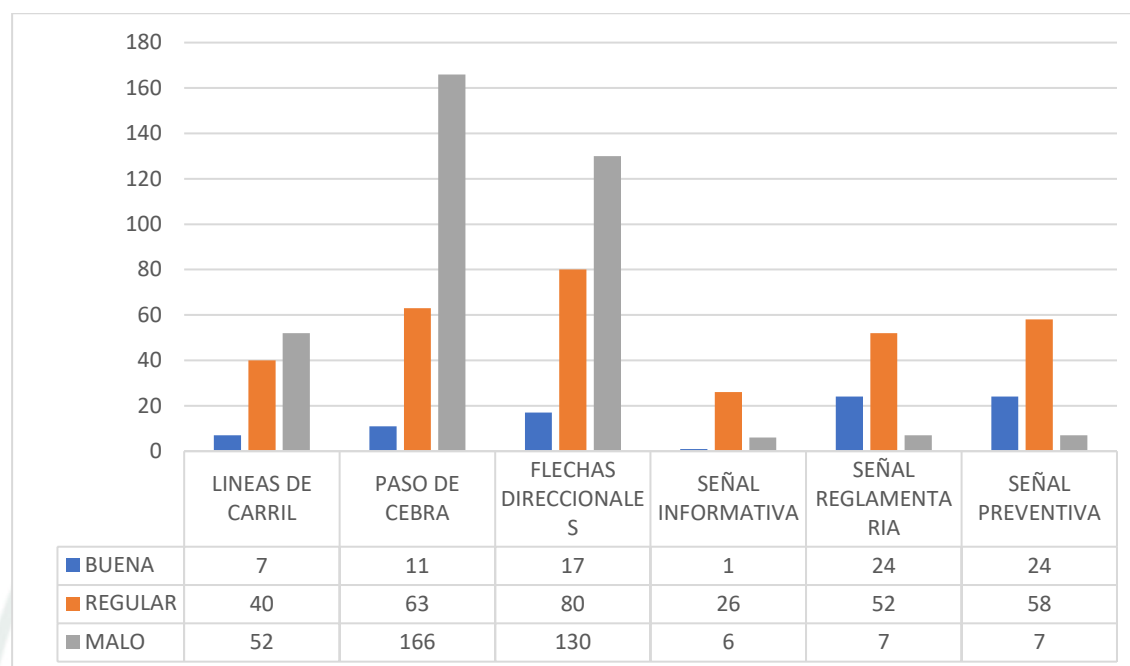


Nota. La figura presenta la distribución del estado de los elementos de señalización vial evaluados en la ruta 400, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y condición (buena, regular y mala).

En la figura 79 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 400 sentido B–A (ida) se identificó la cantidad de elementos de señalización vial evaluados en 6 categorías, clasificados según su condición: buena, regular y mala. En líneas de carril se registraron 6 elementos en condición buena, 42 en condición regular y 53 en condición mala. En paso de cebra se observaron 12 elementos en condición buena, 65 en condición regular y 161 en condición mala. En flechas direccionales se contabilizaron 12 elementos en condición buena, 84 en condición regular y 132 en condición mala. En señal informativa se registraron 2 elementos en condición buena, 24 en condición regular y 5 en condición mala. En señal reglamentaria se identificaron 25 elementos en condición buena, 56 en condición regular y 5 en condición mala. Finalmente, en señal preventiva se encontraron 25 elementos en condición buena, 53 en condición regular y 9 en condición mala.

Figura 80

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 400 A-B (vuelta)

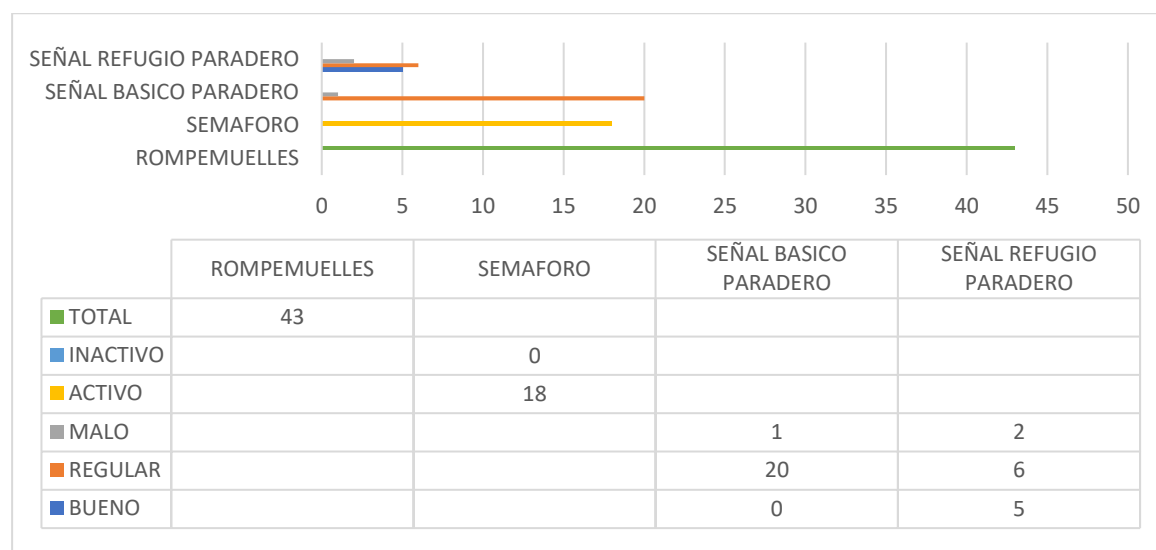


Nota. La figura presenta la distribución del estado de los elementos de señalización vial evaluados en la ruta 400, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y condición (buena, regular y mala).

En la figura 80 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 400 sentido A–B (vuelta) se identificó la cantidad de elementos de señalización vial evaluados en 6 categorías, clasificados según su condición: buena, regular y mala. En líneas de carril se registraron 7 elementos en condición buena, 40 en condición regular y 52 en condición mala. En paso de cebra se observaron 11 elementos en condición buena, 63 en condición regular y 166 en condición mala. En flechas direccionales se contabilizaron 17 elementos en condición buena, 80 en condición regular y 130 en condición mala. En señal informativa se registraron 1 elementos en condición buena, 26 en condición regular y 6 en condición mala. En señal reglamentaria se identificaron 24 elementos en condición buena, 52 en condición regular y 7 en condición mala. Finalmente, en señal preventiva se encontraron 24 elementos en condición buena, 58 en condición regular y 7 en condición mala.

Figura 81

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 400 B-A (ida)

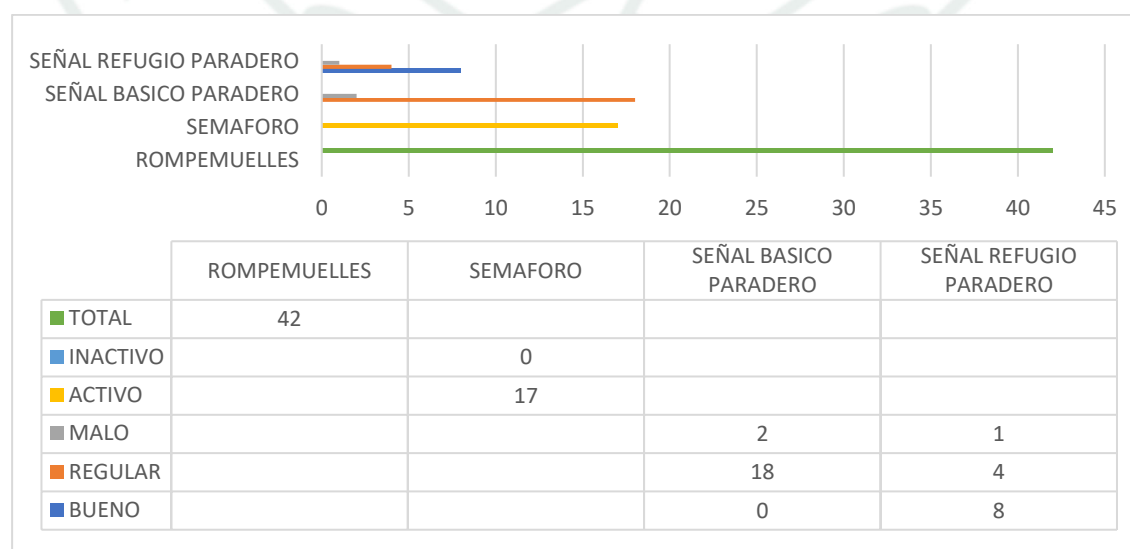


Nota. La figura presenta la distribución de los elementos de infraestructura vial evaluados en la ruta 400, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y estado de conservación.

En la figura 81 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 400 sentido B-A (ida) se identificó la cantidad de 43 rompemuelles. En semáforos se observaron 18 elementos activos y 0 inactivos. En señal básico paradero se contabilizó 1 elemento en estado malo, 20 en estado regular y 0 en buen estado. En señal refugio paradero se registraron 2 elementos en estado malo, 6 en estado regular y 5 en buen estado.

Figura 82

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 400 A-B (vuelta)

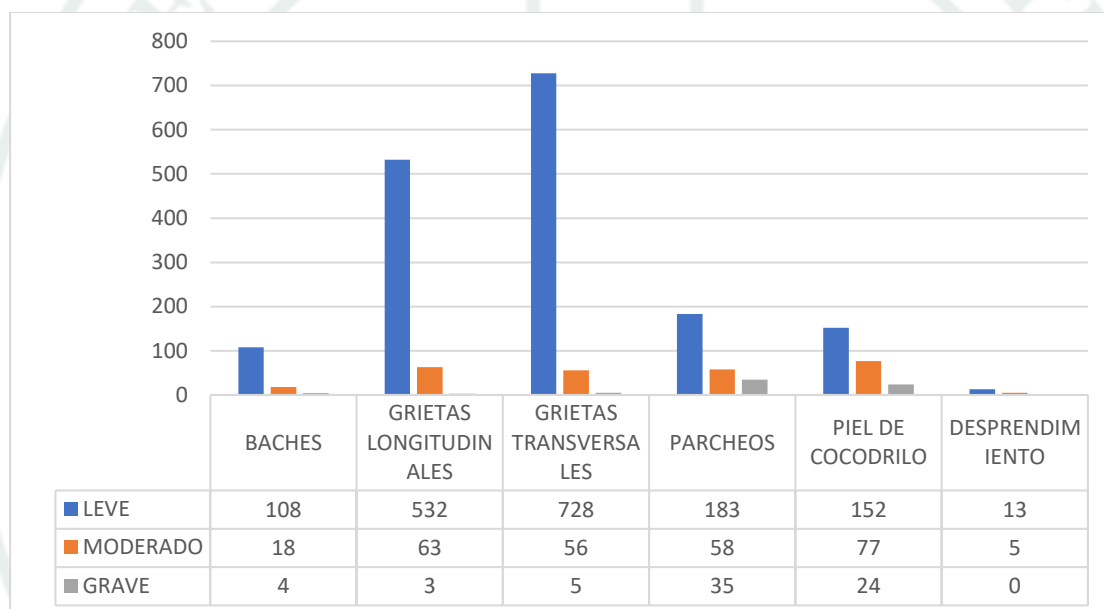


Nota. La figura presenta la distribución de los elementos de infraestructura vial evaluados en la ruta 400, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y estado de conservación.

En la figura 82 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 400 sentido A–B (vuelta) se identificó la cantidad de 42 rompemuelleres. En semáforos se observaron 17 elementos activos y 0 inactivos. En señal básico paradero se contabilizo 2 elemento en estado malo, 18 en estado regular y 0 en buen estado. En señal refugio paradero se registraron 1 elementos en estado malo, 4 en estado regular y 8 en buen estado.

Figura 83

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 500 B-A (ida)



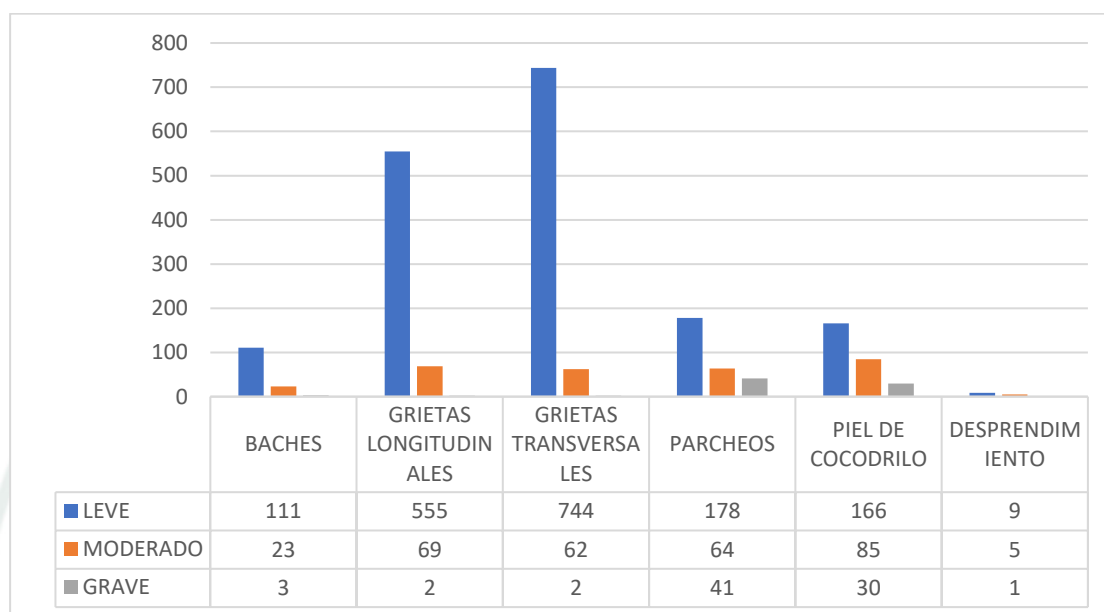
Nota. La figura presenta la distribución de los defectos del pavimento identificados en la ruta 500, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de fallas según tipo y nivel de severidad.

En la figura 83 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 500 sentido B–A (ida) se identificó los defectos en el pavimento en 6 categorías, clasificados según su nivel de severidad: leve, moderado y grave. En la categoría de baches se registraron 108 casos leves, 18 casos moderados y 4 casos graves. En las grietas longitudinales se encontraron 532 casos leves, 63 casos moderados y 3 casos graves. En las grietas transversales se contabilizaron 728 casos leves, 56 casos moderados y 5 caso grave. En los parcheos se identificaron 183 casos leves, 58 casos moderados y 35 casos graves. En piel de cocodrilo

se registraron 152 casos leves, 77 casos moderados y 24 casos graves. Finalmente, en desprendimiento se observaron 13 casos leves, 5 casos moderados y 0 casos graves.

Figura 84

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 500 A-B (vuelta)

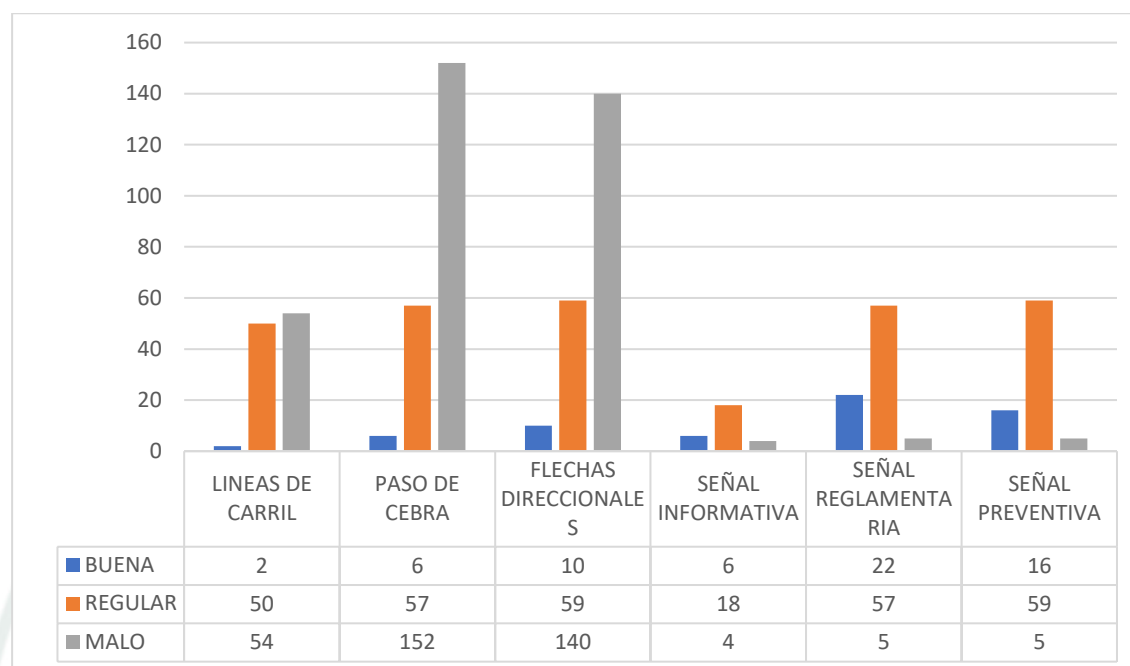


Nota. La figura presenta la distribución de los defectos del pavimento identificados en la ruta 500, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de fallas según tipo y nivel de severidad.

En la figura 84 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 500 sentido A–B (vuelta) se identificó los defectos en el pavimento en 6 categorías, clasificados según su nivel de severidad: leve, moderado y grave. En la categoría de baches se registraron 111 casos leves, 23 casos moderados y 3 casos graves. En las grietas longitudinales se encontraron 555 casos leves, 69 casos moderados y 2 casos graves. En las grietas transversales se contabilizaron 744 casos leves, 62 casos moderados y 2 casos graves. En los parcheos se identificaron 178 casos leves, 64 casos moderados y 41 casos graves. En piel de cocodrilo se registraron 166 casos leves, 85 casos moderados y 30 casos graves. Finalmente, en desprendimiento se observaron 9 casos leves, 5 casos moderados y 1 casos graves.

Figura 85

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 500 A-B (vuelta)

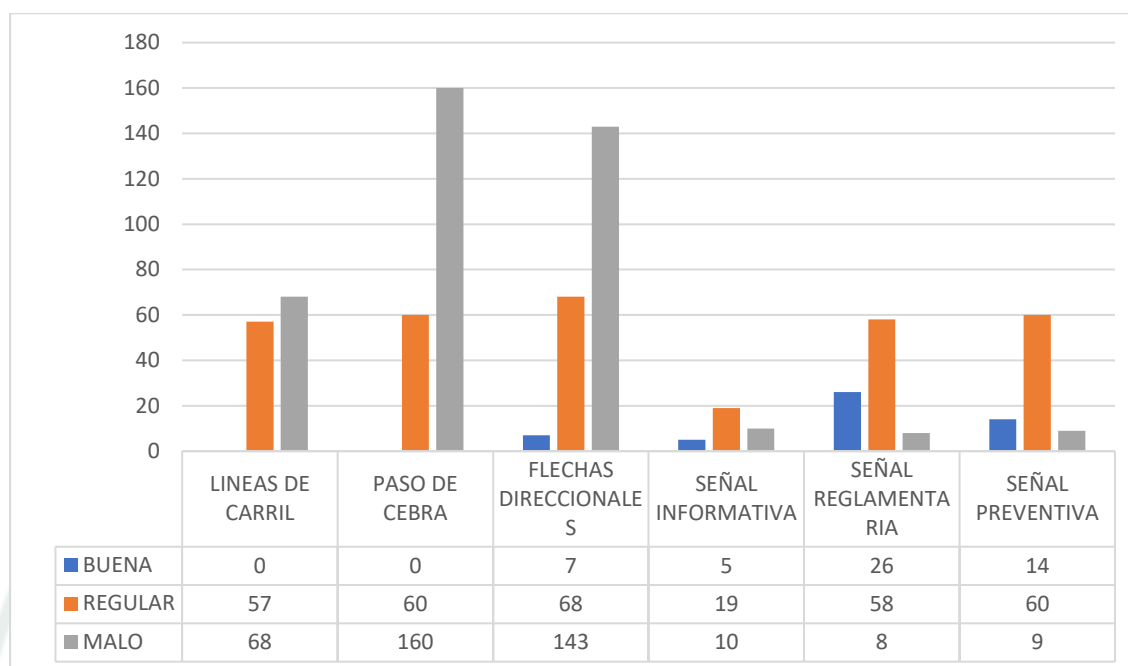


Nota. La figura presenta la distribución del estado de los elementos de señalización vial evaluados en la ruta 500, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y condición (buena, regular y mala).

En la figura 85 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 500 sentido B–A (ida) se identificó la cantidad de elementos de señalización vial evaluados en 6 categorías, clasificados según su condición: buena, regular y mala. En líneas de carril se registraron 2 elementos en condición buena, 50 en condición regular y 54 en condición mala. En paso de cebra se observaron 6 elementos en condición buena, 57 en condición regular y 152 en condición mala. En flechas direccionales se contabilizaron 10 elementos en condición buena, 59 en condición regular y 140 en condición mala. En señal informativa se registraron 6 elementos en condición buena, 18 en condición regular y 4 en condición mala. En señal reglamentaria se identificaron 22 elementos en condición buena, 57 en condición regular y 5 en condición mala. Finalmente, en señal preventiva se encontraron 16 elementos en condición buena, 59 en condición regular y 5 en condición mala.

Figura 86

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 500 A-B (vuelta)

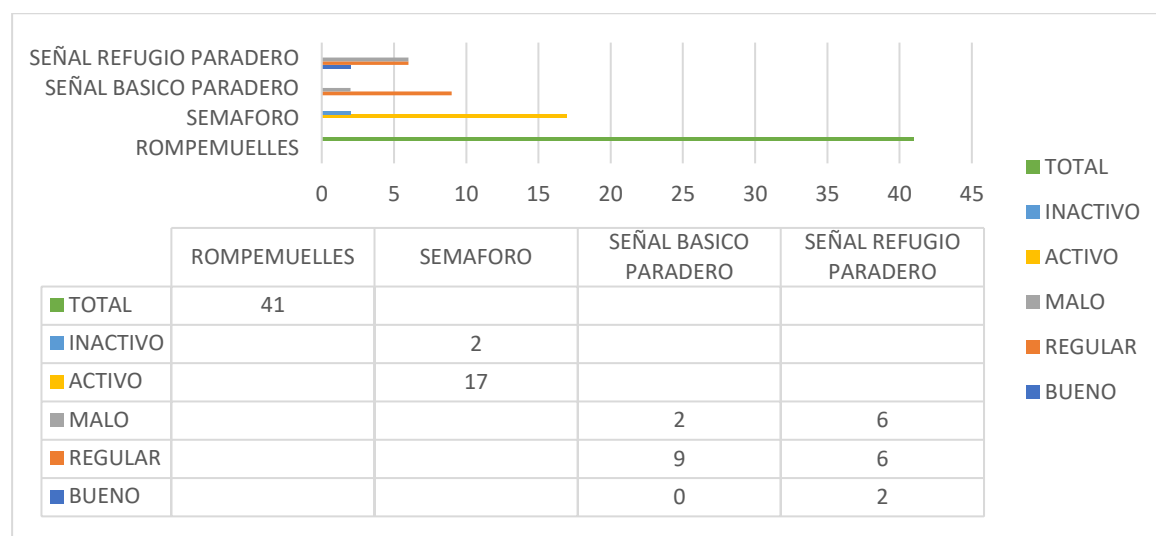


Nota. La figura presenta la distribución del estado de los elementos de señalización vial evaluados en la ruta 500, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y condición (buena, regular y mala).

En la figura 86 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 500 sentido A–B (vuelta) se identificó la cantidad de elementos de señalización vial evaluados en 6 categorías, clasificados según su condición: buena, regular y mala. En líneas de carril se registraron 0 elementos en condición buena, 57 en condición regular y 68 en condición mala. En paso de cebra se observaron 0 elementos en condición buena, 60 en condición regular y 160 en condición mala. En flechas direccionales se contabilizaron 7 elementos en condición buena, 68 en condición regular y 143 en condición mala. En señal informativa se registraron 5 elementos en condición buena, 19 en condición regular y 10 en condición mala. En señal reglamentaria se identificaron 26 elementos en condición buena, 58 en condición regular y 8 en condición mala. Finalmente, en señal preventiva se encontraron 14 elementos en condición buena, 60 en condición regular y 9 en condición mala.

Figura 87

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 500 A-B (vuelta)

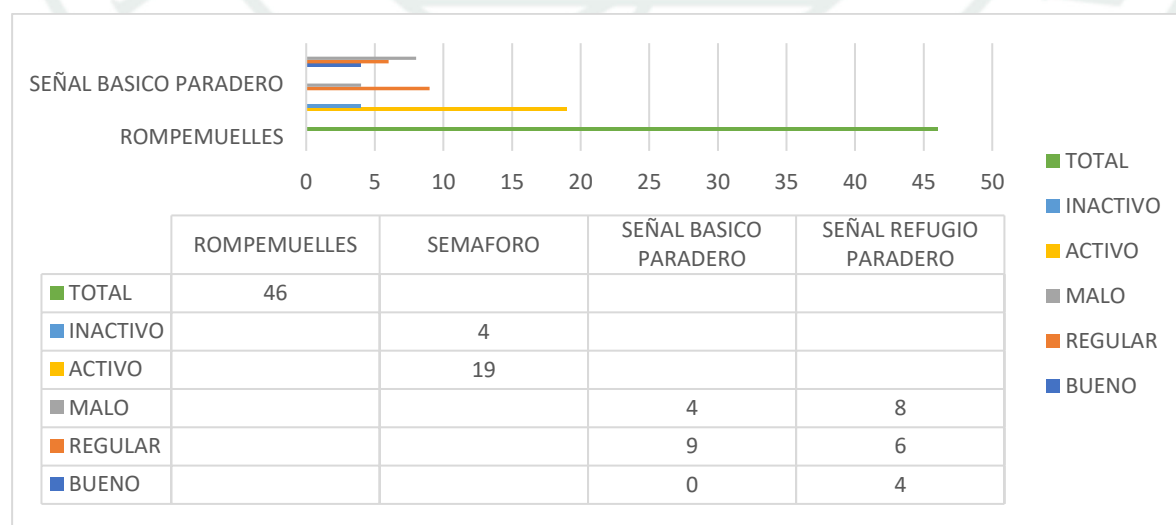


Nota. La figura presenta la distribución de los elementos de infraestructura vial evaluados en la ruta 500, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y estado de conservación.

En la figura 87 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 500 sentido B–A (ida) se identificó la cantidad de 41 rompemuelles. En semáforos se observaron 17 elementos activos y 2 inactivos. En señal básico paradero se contabilizó 2 elementos en estado malo, 9 en estado regular y 0 en buen estado. En señal refugio paradero se registraron 6 elementos en estado malo, 6 en estado regular y 2 en buen estado.

Figura 88

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 500 A-B (vuelta)

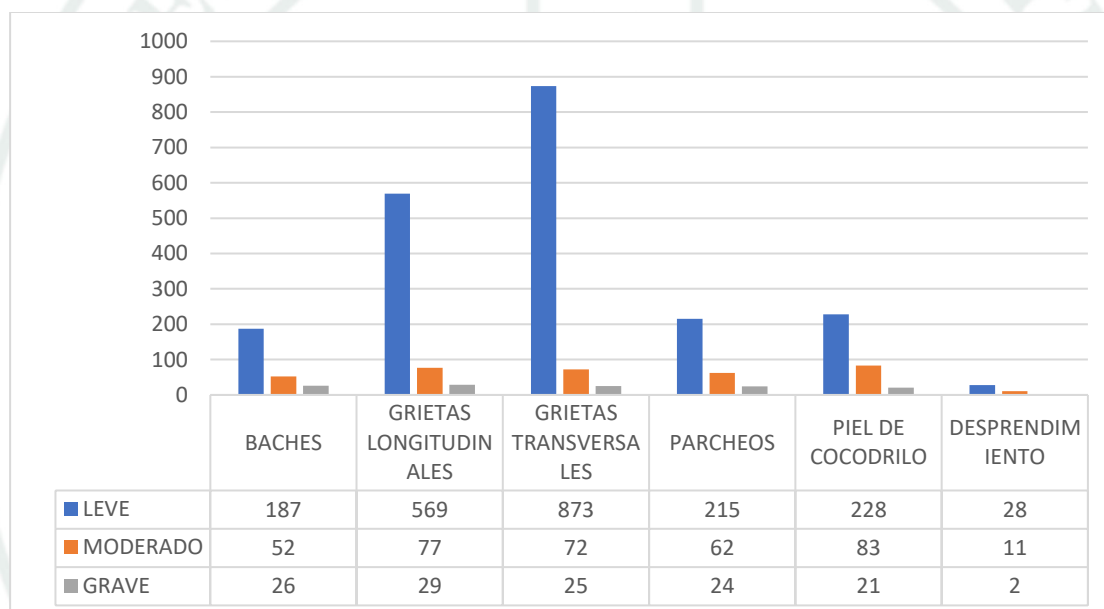


Nota. La figura presenta la distribución de los elementos de infraestructura vial evaluados en la ruta 500, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y estado de conservación.

En la figura 88 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 500 sentido A–B (vuelta) se identificó la cantidad de 46 rompemuelleres. En semáforos se observaron 19 elementos activos y 4 inactivos. En señal básico paradero se contabilizo 4 elemento en estado malo, 9 en estado regular y 0 en buen estado. En señal refugio paradero se registraron 8 elementos en estado malo, 6 en estado regular y 4 en buen estado.

Figura 89

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 700 B-A(ida)



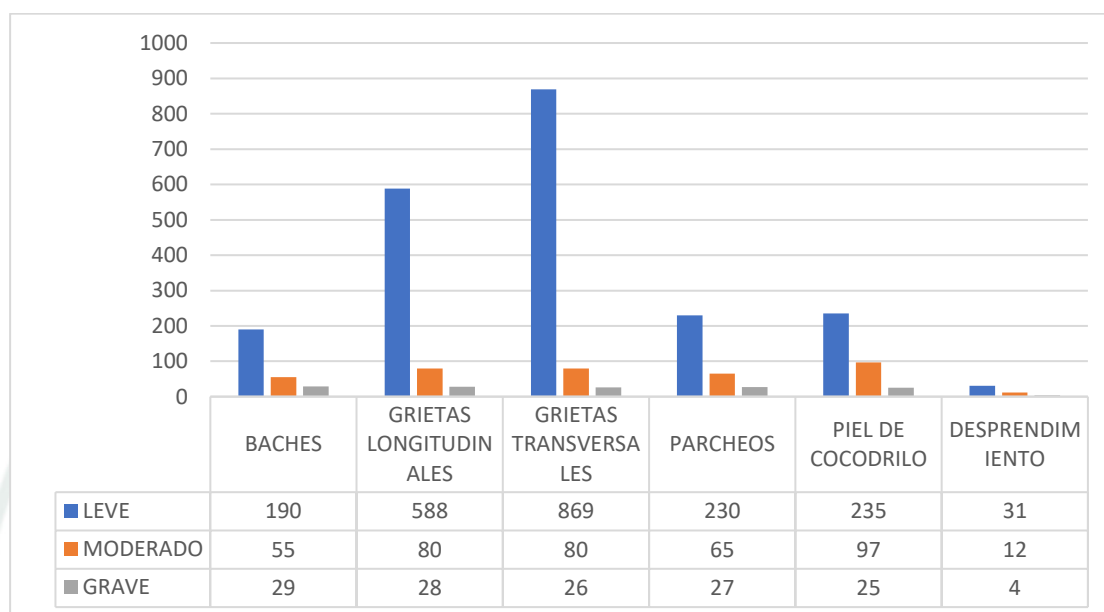
Nota. La figura presenta la distribución de los defectos del pavimento identificados en la ruta 700, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de fallas según tipo y nivel de severidad.

En la figura 89 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 700 sentido B–A (ida) se identificó los defectos en el pavimento en 6 categorías, clasificados según su nivel de severidad: leve, moderado y grave. En la categoría de baches se registraron 187 casos leves, 52 casos moderados y 26 casos graves. En las grietas longitudinales se encontraron 569 casos leves, 77 casos moderados y 29 casos graves. En las grietas transversales se contabilizaron 873 casos leves, 72 casos moderados y 25 caso grave. En los parcheos se identificaron 215 casos leves, 62 casos moderados y 24 casos graves. En piel de cocodrilo

se registraron 228 casos leves, 83 casos moderados y 21 casos graves. Finalmente, en desprendimiento se observaron 28 casos leves, 11 casos moderados y 2 casos graves.

Figura 90

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 700 A-B (vuelta)

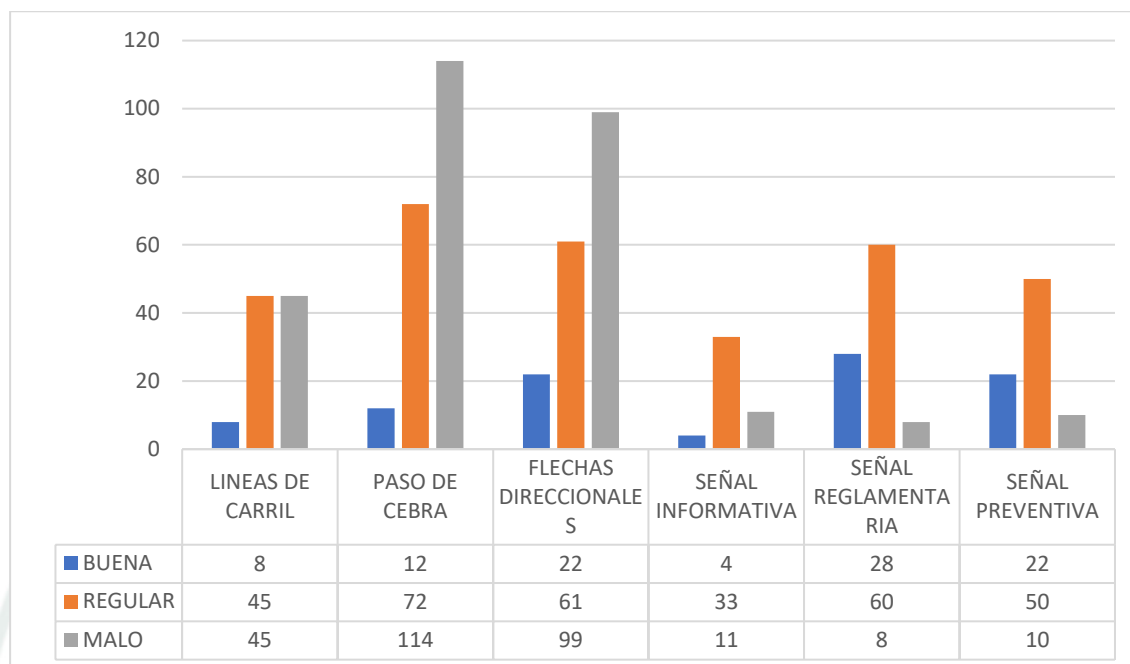


Nota. La figura presenta la distribución de los defectos del pavimento identificados en la ruta 700, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de fallas según tipo y nivel de severidad.

En la figura 90 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 700 sentido A–B (vuelta) se identificó los defectos en el pavimento en 6 categorías, clasificados según su nivel de severidad: leve, moderado y grave. En la categoría de baches se registraron 190 casos leves, 55 casos moderados y 29 casos graves. En las grietas longitudinales se encontraron 588 casos leves, 80 casos moderados y 28 casos graves. En las grietas transversales se contabilizaron 869 casos leves, 80 casos moderados y 26 casos graves. En los parcheos se identificaron 230 casos leves, 65 casos moderados y 27 casos graves. En piel de cocodrilo se registraron 235 casos leves, 97 casos moderados y 25 casos graves. Finalmente, en desprendimiento se observaron 31 casos leves, 12 casos moderados y 4 casos graves.

Figura 91

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 700 B-A(ida)

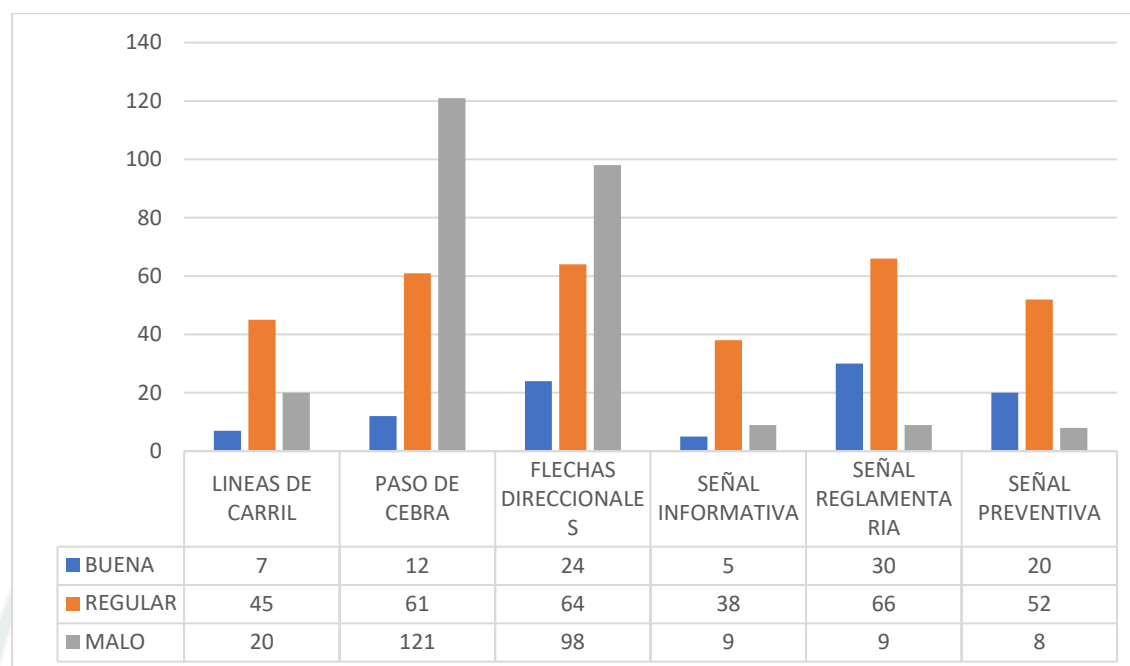


Nota. La figura presenta la distribución del estado de los elementos de señalización vial evaluados en la ruta 700, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y condición (buena, regular y mala).

En la figura 91 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 700 sentido B–A (ida) se identificó la cantidad de elementos de señalización vial evaluados en 6 categorías, clasificados según su condición: buena, regular y mala. En líneas de carril se registraron 8 elementos en condición buena, 45 en condición regular y 45 en condición mala. En paso de cebra se observaron 12 elementos en condición buena, 72 en condición regular y 117 en condición mala. En flechas direccionales se contabilizaron 22 elementos en condición buena, 61 en condición regular y 99 en condición mala. En señal informativa se registraron 4 elementos en condición buena, 33 en condición regular y 11 en condición mala. En señal reglamentaria se identificaron 28 elementos en condición buena, 60 en condición regular y 8 en condición mala. Finalmente, en señal preventiva se encontraron 22 elementos en condición buena, 50 en condición regular y 10 en condición mala.

Figura 92

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 700 A-B (vuelta)

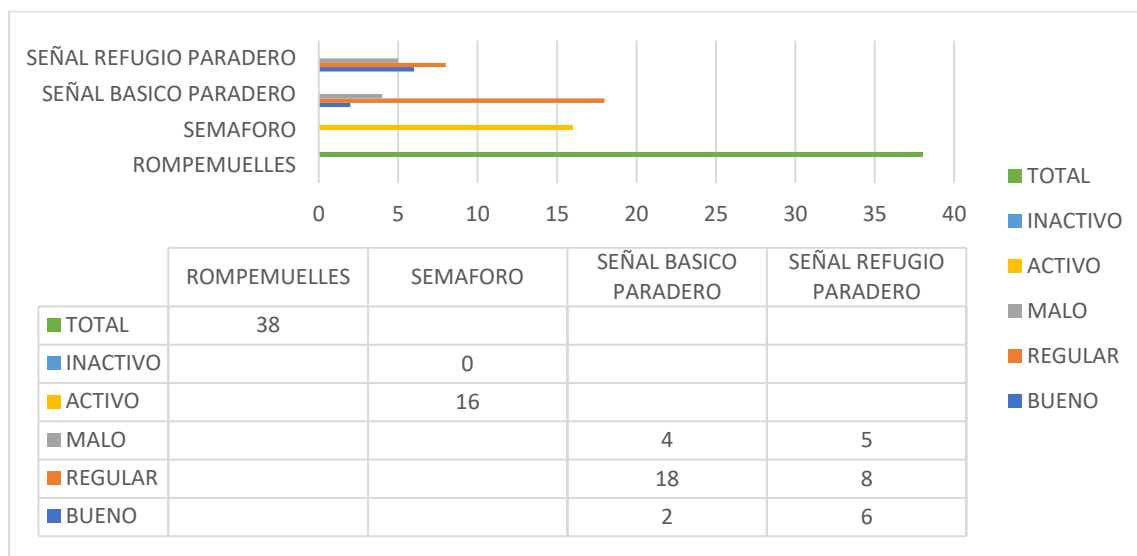


Nota. La figura presenta la distribución del estado de los elementos de señalización vial evaluados en la ruta 700, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y condición (buena, regular y mala).

En la figura 92 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 700 sentido A–B (vuelta) se identificó la cantidad de elementos de señalización vial evaluados en 6 categorías, clasificados según su condición: buena, regular y mala. En líneas de carril se registraron 7 elementos en condición buena, 45 en condición regular y 20 en condición mala. En paso de cebra se observaron 12 elementos en condición buena, 61 en condición regular y 121 en condición mala. En flechas direccionales se contabilizaron 24 elementos en condición buena, 64 en condición regular y 98 en condición mala. En señal informativa se registraron 5 elementos en condición buena, 38 en condición regular y 9 en condición mala. En señal reglamentaria se identificaron 30 elementos en condición buena, 66 en condición regular y 9 en condición mala. Finalmente, en señal preventiva se encontraron 20 elementos en condición buena, 52 en condición regular y 8 en condición mala.

Figura 93

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 700 B-A(ida)

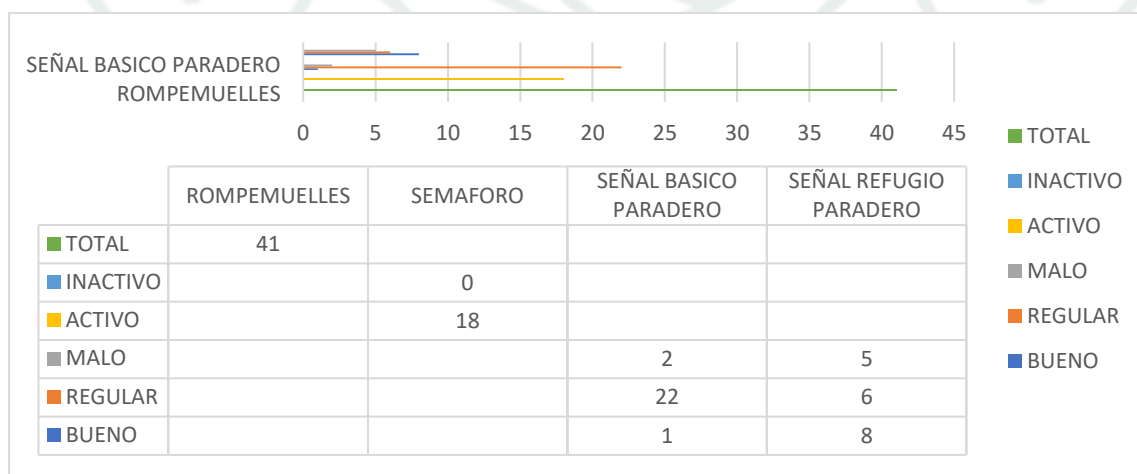


Nota. La figura presenta la distribución de los elementos de infraestructura vial evaluados en la ruta 700, sentido B–A (ida), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y estado de conservación.

En la figura 93 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 700 sentido B–A (ida) se identificó la cantidad de 38 rompemuelles. En semáforos se observaron 16 elementos activos y 0 inactivos. En señal básico paradero se contabilizó 4 elementos en estado malo, 18 en estado regular y 2 en buen estado. En señal refugio paradero se registraron 5 elementos en estado malo, 8 en estado regular y 6 en buen estado.

Figura 94

Evaluación de la Infraestructura Vial ruta 700 A-B (vuelta)

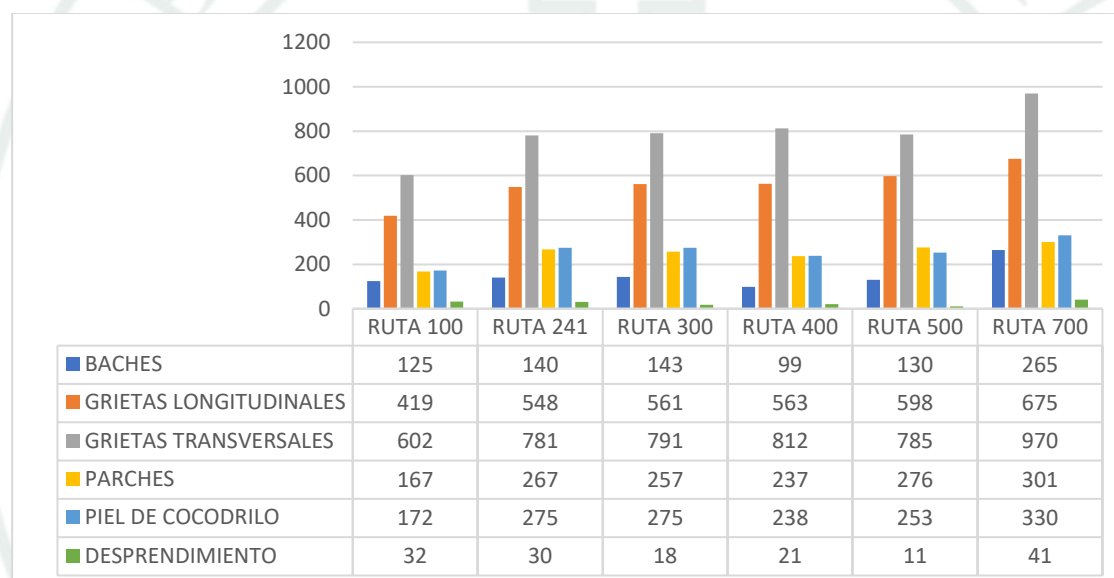


Nota. La figura presenta la distribución de los elementos de infraestructura vial evaluados en la ruta 700, sentido A–B (vuelta), mediante un gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos según tipo y estado de conservación.

En la figura 94 en la evaluación de la infraestructura vial de la ruta 700 sentido A–B (vuelta) se identificó la cantidad de 41 rompemuelleres. En semáforos se observaron 18 elementos activos y 0 inactivos. En señal básico paradero se contabilizo 2 elemento en estado malo, 22 en estado regular y 1 en buen estado. En señal refugio paradero se registraron 5 elementos en estado malo, 6 en estado regular y 8 en buen estado.

Figura 95

Evaluación de la Infraestructura Vial B-A (ida)



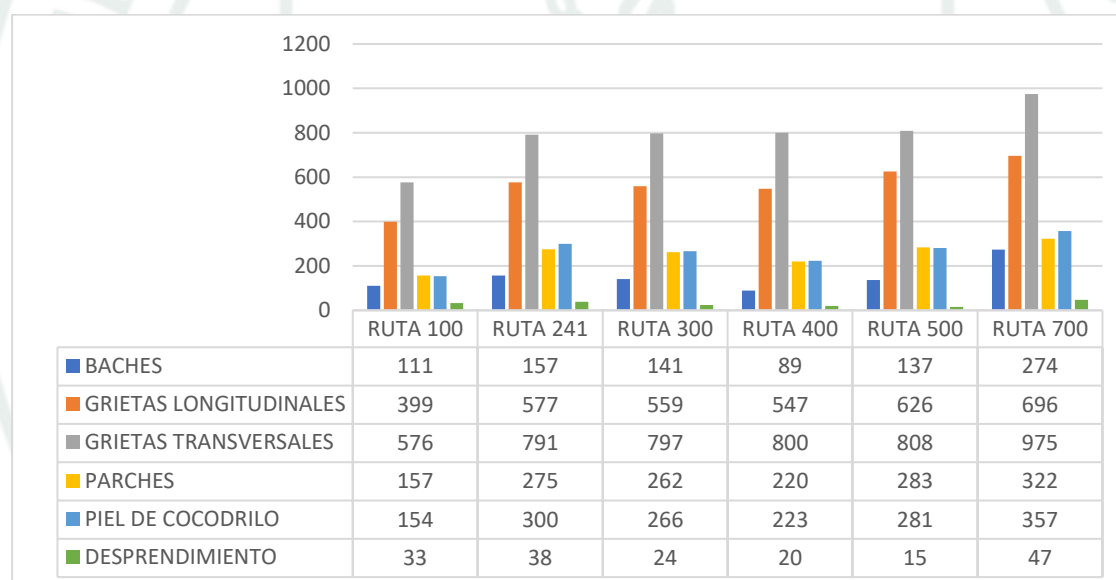
Nota. La figura presenta una comparación del estado de los defectos del pavimento en las rutas evaluadas en el área de estudio, permitiendo identificar la variación de las fallas según tipo de deterioro.

En la figura 95 presenta una comparación detallada del estado de la infraestructura vial de las 6 rutas en transcajma y determinar cuál es la que esta con más problemas, en el gráfico de barras se representa seis tipos de deterioro: baches, grietas longitudinales, grietas transversales, parches, piel de cocodrilo y desprendimiento. La ruta 100 cuenta con 125 fallas de tipo bache, 419 fallas de tipo grietas longitudinales, 602 fallas de tipo grietas transversales, 167 fallas tipo parches, 172 fallas de tipo piel de cocodrilo y 32 fallas de tipo desintegración en la vía. La ruta 241 cuenta con 140 fallas de tipo bache, 548 fallas de tipo grietas longitudinales, 781 fallas de tipo grietas transversales, 267 fallas tipo parches, 275

fallas de tipo piel de cocodrilo y 30 fallas de tipo desintegración en la vía. La ruta 300 cuenta con 143 fallas de tipo bache, 561 fallas de tipo grietas longitudinales, 791 fallas de tipo grietas transversales, 257 fallas tipo parches, 275 fallas de tipo piel de cocodrilo, 18 fallas de tipo desintegración en la vía. La ruta 400 cuenta con 99 fallas de tipo bache, 563 fallas de tipo grietas longitudinales, 812 fallas de tipo grietas transversales, 237 fallas tipo parches, 238 fallas de tipo piel de cocodrilo y 21 fallas de tipo desintegración en la vía. La ruta 500 cuenta con 130 fallas de tipo bache, 598 fallas de tipo grietas longitudinales, 785 fallas de tipo grietas transversales, 276 fallas tipo parches, 253 fallas de tipo piel de cocodrilo y 11 fallas de tipo desintegración en la vía. La ruta 700 cuenta con 265 fallas de tipo bache, 675 fallas de tipo grietas longitudinales, 970 fallas de tipo grietas transversales, 301 fallas tipo parches, 330 fallas de tipo piel de cocodrilo y 41 fallas de tipo desintegración en la vía.

Figura 96

Evaluación de la Infraestructura Vial A-B (vuelta)



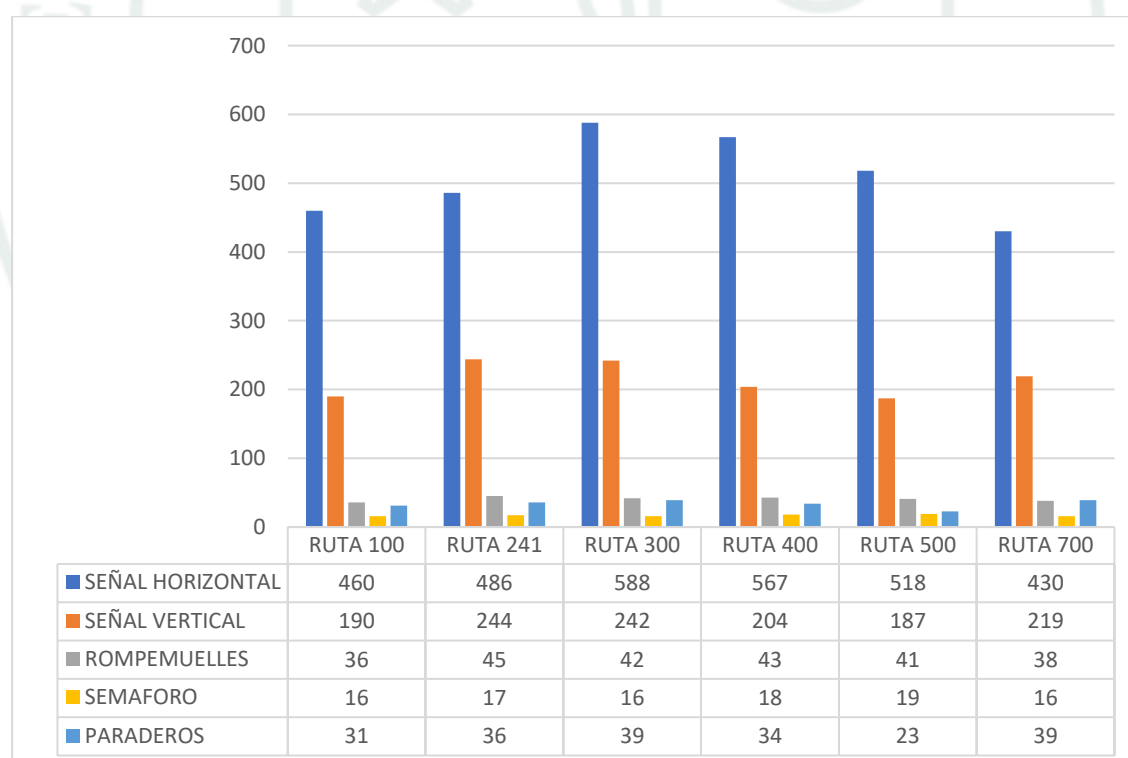
Nota. La figura presenta una comparación del estado de los defectos del pavimento en las rutas evaluadas en el área de estudio, permitiendo identificar la variación de las fallas según tipo de deterioro.

En la figura 96 presenta una comparación detallada del estado de la infraestructura vial de las 6 rutas en transcayma y determinar cuál es la que esta con más problemas, en el gráfico de barras se representa seis tipos de deterioro: baches, grietas longitudinales, grietas transversales, parches, piel de cocodrilo y desprendimiento. La ruta 100 cuenta con 111 fallas de tipo bache, 399 fallas de tipo grietas longitudinales, 576 fallas de tipo grietas

transversales, 157 fallas tipo parches, 154 fallas de tipo piel de cocodrilo y 33 fallas de tipo desintegración en la vía. la ruta 241 cuenta con 157 fallas de tipo bache, 577 fallas de tipo grietas longitudinales, 791 fallas de tipo grietas transversales, 275 fallas tipo parches, 300 fallas de tipo piel de cocodrilo y 38 fallas de tipo desintegración en la vía. la ruta 300 cuenta con 146 fallas de tipo bache, 573 fallas de tipo grietas longitudinales, 814 fallas de tipo grietas transversales, 280 fallas tipo parches, 292 fallas de tipo piel de cocodrilo, 24 fallas de tipo desintegración en la vía. la ruta 400 cuenta con 89 fallas de tipo bache, 547 fallas de tipo grietas longitudinales, 800 fallas de tipo grietas transversales, 220 fallas tipo parches, 223 fallas de tipo piel de cocodrilo y 20 fallas de tipo desintegración en la vía. la ruta 500 cuenta con 137 fallas de tipo bache, 626 fallas de tipo grietas longitudinales, 808 fallas de tipo grietas transversales, 283 fallas tipo parches, 281 fallas de tipo piel de cocodrilo y 15 fallas de tipo desintegración en la vía. La ruta 700 cuenta con 274 fallas de tipo bache, 696 fallas de tipo grietas longitudinales, 975 fallas de tipo grietas transversales, 322 fallas tipo parches, 357 fallas de tipo piel de cocodrilo y 47 fallas de tipo desintegración en la vía.

Figura 97

Evaluación de la Infraestructura Vial B-A (ida)

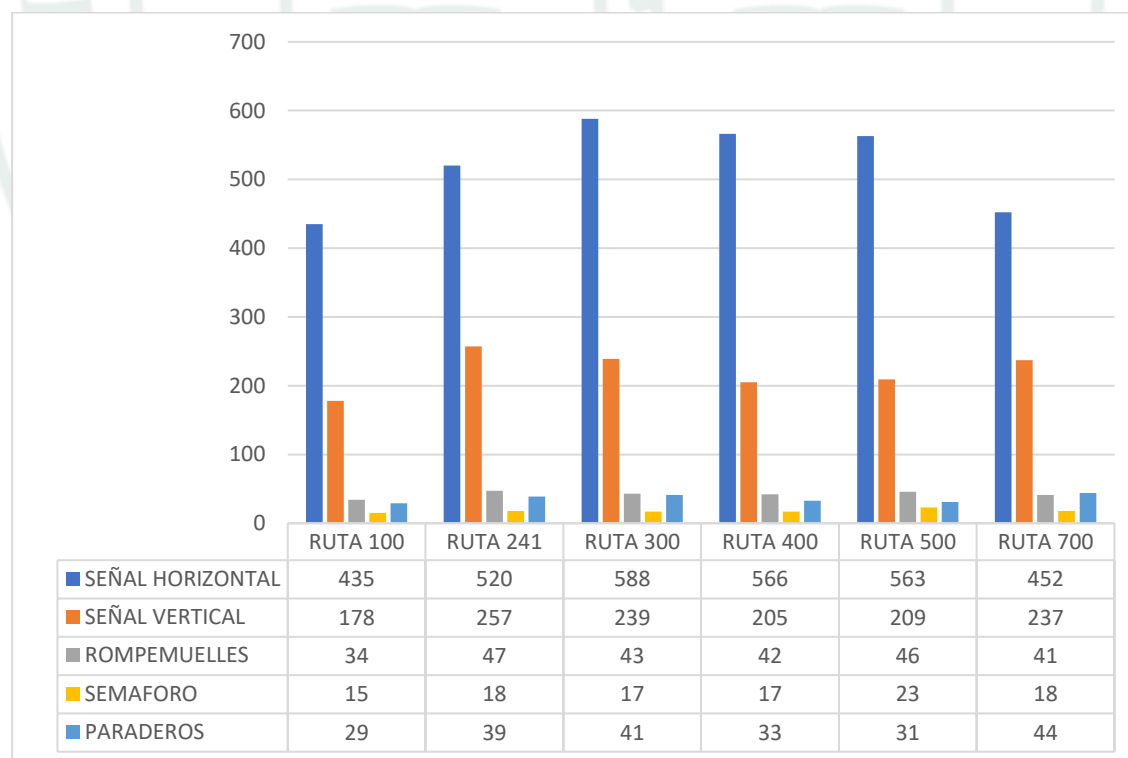


Nota. La figura presenta una comparación de la infraestructura vial y los elementos de control de tránsito en las rutas evaluadas, mostrando diferencias en su distribución y cantidad.

En la figura 97 presenta una comparación detallada del estado de la infraestructura vial y elementos de control de tránsito de las 6 rutas en transcayma y determinar cuál es la que esta con más problemas, se puede mostrar 5 componentes claves: señales horizontales, señales verticales, rompemuelleres, semáforos y paraderos. La ruta 100 cuenta con 450 señales horizontales, 190 señales verticales, 36 rompemuelleres, 16 semáforos y 31 paraderos. La ruta 241 cuenta con 486 señales horizontales, 244 señales verticales, 45 rompemuelleres, 17 semáforos y 36 paraderos. La ruta 300 cuenta con 588 señales horizontales, 242 señales verticales, 42 rompemuelleres, 16 semáforos y 39 paraderos. La ruta 400 cuenta con 567 señales horizontales, 204 señales verticales, 43 rompemuelleres, 18 semáforos y 34 paraderos. La ruta 500 cuenta con 518 señales horizontales, 187 señales verticales, 41 rompemuelleres, 19 semáforos y 23 paraderos. La ruta 700 cuenta con 430 señales horizontales, 219 señales verticales, 38 rompemuelleres, 16 semáforos y 39 paraderos.

Figura 98

Evaluación de la Infraestructura Vial A-B (vuelta)



Nota. La figura presenta una comparación de la infraestructura vial y los elementos de control de tránsito en las rutas evaluadas, mostrando diferencias en su distribución y cantidad.

En la figura 98 presenta una comparación detallada del estado de la infraestructura vial y elementos de control de tránsito de las 6 rutas en transcayma y determinar cuál es la que esta con más problemas, se puede mostrar 5 componentes claves: señales horizontales, señales verticales, rompemuelleres, semáforos y paraderos. La ruta 100 cuenta con 435 señales horizontales, 178 señales verticales, 34 rompemuelleres, 15 semáforos y 29 paraderos. La ruta 241 cuenta con 520 señales horizontales, 257 señales verticales, 47 rompemuelleres, 18 semáforos y 39 paraderos. La ruta 300 cuenta con 601 señales horizontales, 249 señales verticales, 43 rompemuelleres, 17 semáforos y 41 paraderos. La ruta 400 cuenta con 566 señales horizontales, 205 señales verticales, 42 rompemuelleres, 17 semáforos y 33 paraderos. La ruta 500 cuenta con 563 señales horizontales, 209 señales verticales, 46 rompemuelleres, 23 semáforos y 31 paraderos. La ruta 700 cuenta con 452 señales horizontales, 237 señales verticales, 41 rompemuelleres, 18 semáforos y 44 paraderos.

Mediante el “Decreto supremo que modifica el reglamento nacional de gestión de infraestructura vial, aprobado por decreto supremo N.º 034-2008-MTC” el artículo 15 nos indica que el mantenimiento vial tiene de dos fases; el mantenimiento rutinario que se da diario a las vías con carácter permanente y tenga un buen nivel de servicio y el mantenimiento periódico esto se da en cada cierto periodo y recuperar las condiciones para el servicio.

Este decreto salió en el año 2009 pero fue rectificado en el año 2011 donde se realizan las modificaciones de acuerdo a la naturaleza de las actividades. Para realizar el mantenimiento de vías se debe hacer el estudio de vías como se realizó a todas las rutas, ya que después de los meses de enero y febrero presentan mayores fenómenos naturales (lluvias, tormentas eléctricas) y a su vez esto genera que los drenajes se llenen y rebalsen generando daños a las vías. La señalización de vías que deberían ser más visibles debido a que en lugares por lo que circulan las rutas de transcayma.

Comparativa con reglamentos de tránsito Código de Tránsito (D.S. 016-2009-MTC):

Título III de las vías, Capítulo II, Sección II, artículo 42 al artículo 47

Mediante el segundo capítulo es que la Sección II nos habla sobre señales, marcas y dispositivos que esto se hace un debido mantenimiento para que se visualicen y a su vez cuando se hagan cambios debe estar específicamente señalizado para que no puedan incurrir en alguna falta, algunas vías se encuentran en mal estado, pero de otros distritos las de Cayma se encuentran en buen estado.

Título III de las vías, Capítulo II, Sección III, artículo 48 al artículo 51

Mediante el segundo capítulo es que la Sección III nos habla sobre la semaforización para poder establecer los puntos donde hay más afluencia y se generen lo que es nudos vehiculares, para colocarlos se realiza un estudio de campo para evaluar el tiempo de rojo, verde y ámbar; pero para esto necesitamos colocar más semáforos o evaluar los lugares más transitados.

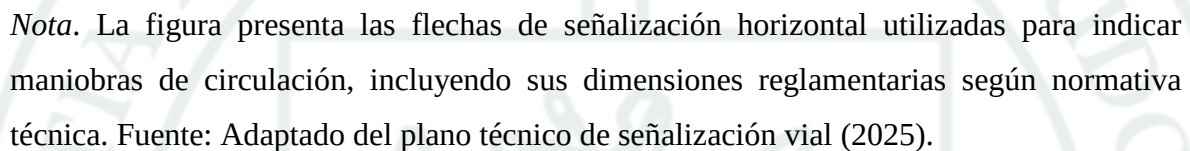
Título IV de las vías, capítulo II, Sección III, artículo 125 al artículo 130

Mediante el cuarto capítulo es que la Sección III, nos damos cuenta que la falta de paraderos es una de las más usuales y que generan congestión, ahora la mayoría de usuarios que están en el transporte público usan cada esquina como si fuera paradero, pero esto genera que haya discusiones y malos entendidos, la falta de educación a los usuarios genera muchas dificultades para poder trasladar.

Título IV de las vías, capítulo II, Sección IV, artículo 162 al artículo 168

Mediante el cuarto capítulo es que la Sección IV, nos indica que los conductores tienen un límite de velocidad para que puedan circular y completar su ruta, pero esto genera más retraso en completar sus rutas por lo cual los transportistas usan otra velocidad y generan accidentes y congestionamiento vehicular en vías que son pequeñas.

Señales horizontales direccionales



Estas señales son fundamentales para orientar el flujo vehicular en intersecciones y tramos de alta demanda garantizando el orden del movimiento de avance y giro.

Señales verticales direccionales



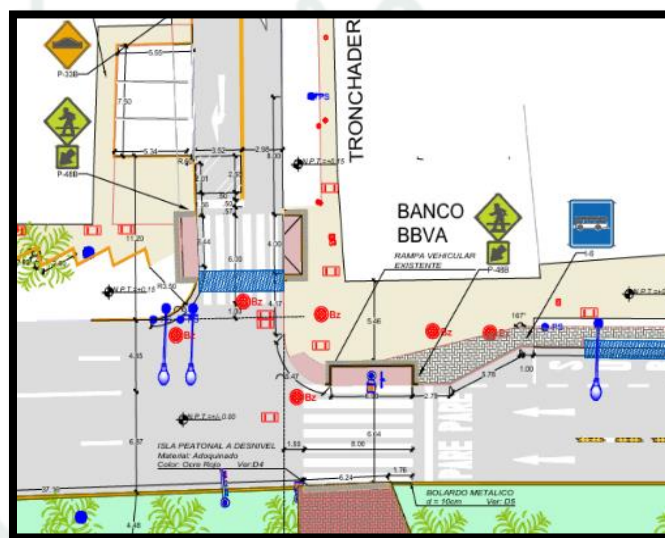
Nota. La figura muestra señales verticales de tránsito empleadas en la vía con sus características técnicas y dimensiones según normativa vigente. Fuente: Adaptado del plano técnico de señalización vial (2025).

En la figura 100 se muestran las señales verticales utilizadas en la vía, especificando sus dimensiones, materiales y características constructivas de acuerdo al Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC (2022).

Se toma como referencia la señal preventiva zona de presencia de peatones destinada a advertir al conductor sobre zonas de cruce peatonal, y la señal reglamentaria de Pare, que obliga la detención total del vehículo antes de continuar. Ambas cumplen funciones esenciales en la seguridad vial y regulación del tránsito.

Figura 101

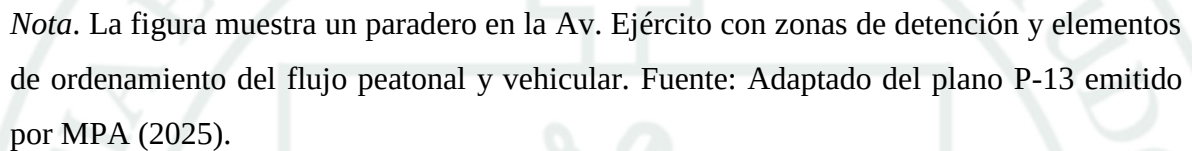
Captura Av. Ejército



Nota: La figura presenta el diseño propuesto de paradero y cruce peatonal en la Av. Ejército, con elementos de accesibilidad y señalización orientados a mejorar la seguridad del peatón. Fuente: Adaptado del plano P-13 emitido por MPA (2025).

En la figura 101 se aprecia el diseño del paradero y cruce peatonal propuesto en la Av. Ejército, el cual contempla rampas de accesibilidad, guías táctiles y señalización reglamentaria. Este tipo de infraestructura busca mejorar la seguridad peatonal y la accesibilidad universal; sin embargo, al compararlo con las condiciones actuales, se evidencia que varios de estos elementos no han sido implementados o presentan deterioro, afectando la operación del sistema y la seguridad vial.

Captura Av. Ejercito



En la figura 102 se aprecia un paradero destinado exclusivamente al transporte público, el cual cuenta con señalización horizontal que delimita las zonas de detención y un paso peatonal que facilita el cruce seguro de los usuarios. Se observa además la presencia de una franja de vegetación central que actúa como elemento separador entre los sentidos de circulación, contribuyendo tanto a la seguridad vial como al ordenamiento visual del entorno.

Captura Av. Ejercito



Nota. La figura muestra la configuración del paradero con elementos físicos de delimitación peatonal, asociados a condiciones variables de uso del espacio vial. Fuente: Adaptado del plano P-13 emitido por MPA (2025).

En la figura 103 se aprecia un paradero destinado exclusivamente al transporte público, el cual cuenta con elementos de segregación física como baldosas tipo barra, que cumplen la función de delimitar el espacio de circulación peatonal e impedir el paso de personas hacia la calzada durante el arribo o salida de los vehículos. Este tipo de infraestructura mejora la seguridad de los usuarios al reducir el riesgo de accidentes y ordenar el flujo peatonal dentro del área de embarque y desembarque.

Sin embargo, se observa que esta delimitación no es respetada por algunos transeúntes, quienes continúan caminando o esperando sobre la zona destinada a los vehículos, reduciendo la efectividad del elemento de seguridad. Asimismo, se evidencia que los conductores de transporte público no siempre utilizan correctamente el paradero asignado, deteniéndose tanto en el paradero exclusivo como en el paradero convencional ubicado a pocos metros, lo que genera desorden, congestión y posibles situaciones de riesgo para los usuarios.

Figura 104

Captura corte transversal Av. Ejército

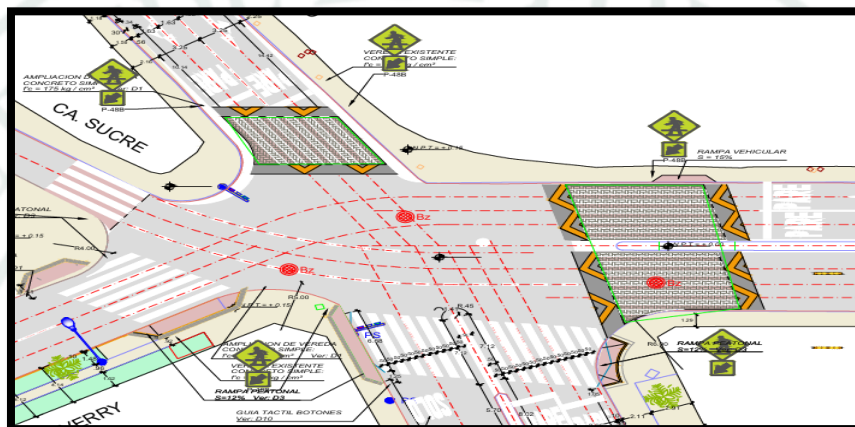


Nota. La figura representa la sección transversal de la Av. Ejército, conformada por tres carriles por sentido y paraderos laterales. Fuente: Adaptado del plano P-13 emitido por MPA (2025).

En la figura 104 se muestra el corte transversal correspondiente a la avenida Ejercito, donde se observa una calzada conformada por tres carriles de circulación en cada sentido, diseñada para permitir un flujo vehicular continuo y fluido. A ambos lados se ubican paraderos destinados al transporte público, los cuales facilitan el ascenso y descenso de pasajeros sin interferir de manera directa con la vía principal.

Figura 105

Captura Av. Salaverry



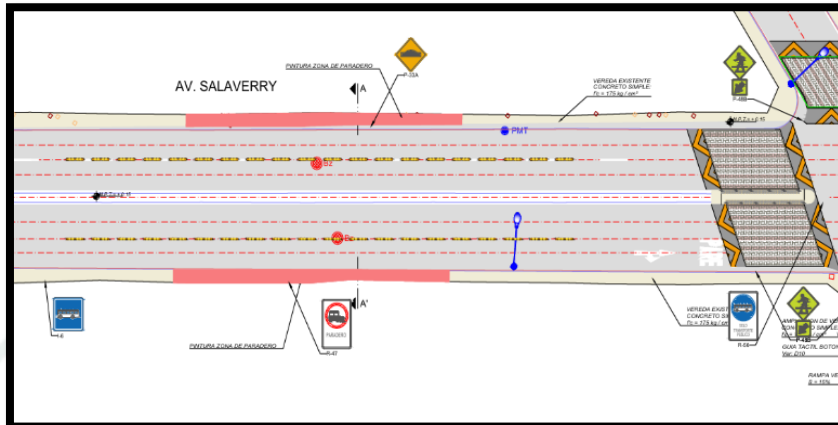
Nota. La figura muestra la intersección de la Av. Salaverry con Av. Parra y calles aledañas, incorporando infraestructura peatonal y paraderos. Fuente: Adaptado del plano P-23 emitido por MPA (2025).

En la figura 105 se observa la intersección conformada entre la avenida Salaverry, la avenida parra y las calles la Merced, calla Sucre y calle Salaverry, cuentan con rampas peatonales que facilitan el desplazamiento de personas con movilidad reducida, así como paradero destinado al transporte público.

La infraestructura presenta una disposición de elementos que contribuyen a la accesibilidad y organización del tránsito, en la práctica no se respetan completamente las disposiciones viales. Tanto pasajeros como transportistas suelen ocupar zonas no permitidas o utilizar inadecuadamente los espacios señalizados.

Figura 106

Captura Av. Salaverry



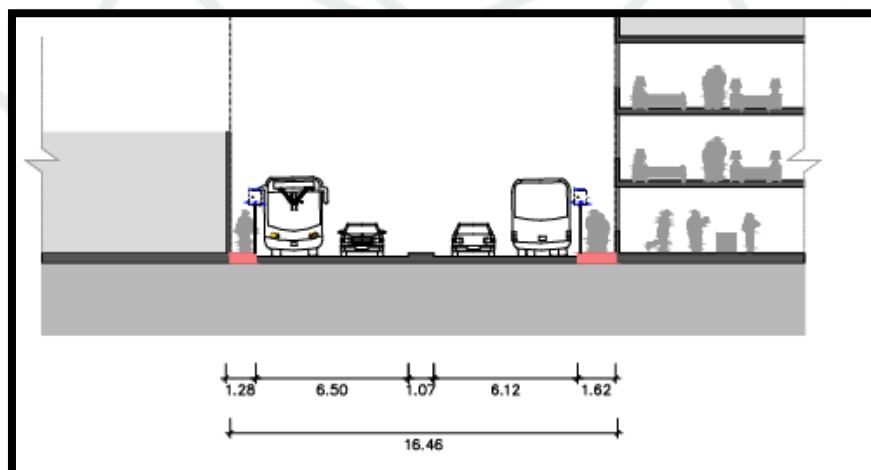
Nota. La figura presenta la Av. Salaverry con circulación en ambos sentidos y paraderos señalizados en la calzada. Fuente: Adaptado del plano P-23 emitido por MPA (2025).

En la figura 106 observa una sección vial con calzadas destinadas a ambos sentidos de circulación, las cuales presentan demarcación horizontal que delimita claramente las zonas de desplazamiento vehicular. Asimismo, se identifican paraderos de buses con señalización horizontal que indica el área de detención del transporte público.

El diseño permite la operación fluida del tránsito en ambos sentidos y facilita el ascenso y descenso seguro de pasajeros. Sin embargo, en algunos casos se evidencia la falta de respeto por parte de conductores que se detienen fuera del área señalizada o invaden los carriles contrarios, afectando la eficiencia y seguridad de la vía.

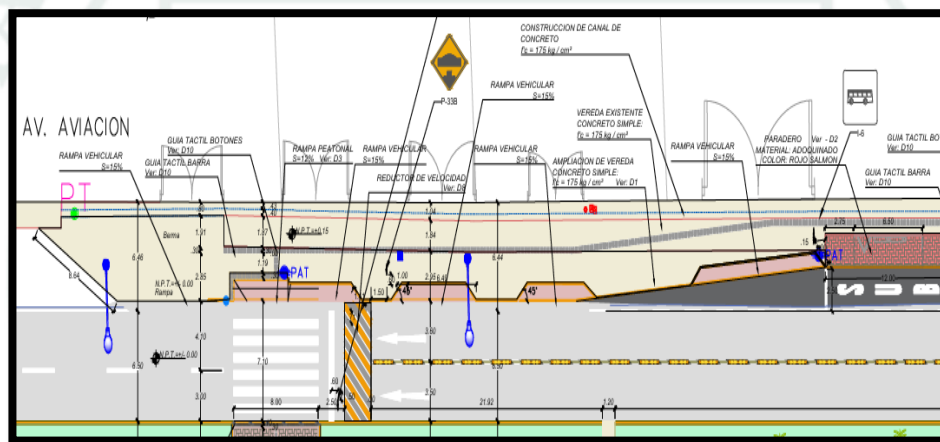
Figura 107

Captura corte transversal Av. Salaverry



En la figura 107 se presenta un corte transversal de una vía conformada por dos calzadas, cada una con capacidad para dos vehículos, permitiendo el tránsito en ambos sentidos. Se observa la existencia de señalización vertical u horizontal asociada a paraderos o zonas de detención, aunque no se cuenta con una infraestructura física de paradero debido a la limitación de espacio lateral.

Figura 108
Captura Av. Aviación

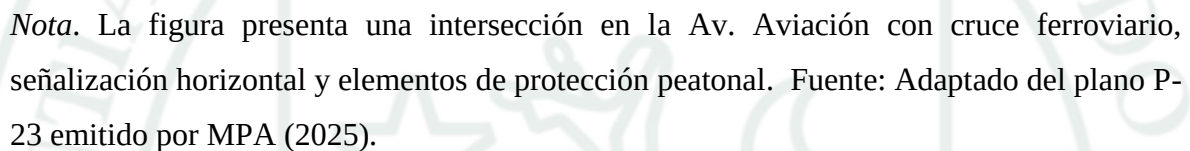


Nota. La figura muestra la Av. Aviación con paraderos formales, cruces peatonales y separador central con área verde. Fuente: Adaptado del plano P-23 emitido por MPA (2025).

En la figura 108 se aprecia la implementación de paraderos formales acompañado de cruces peatonales debidamente señalizados y rampas de accesibilidad. Además, el diseño prevé un separador central con área verde, lo cual contribuye a mejorar la seguridad y la estética urbana.

Sin embargo, con la situación actual observada en campo, se evidencia que los cruces peatonales encuentran deteriorados, y los pasajeros abordan y descienden de los vehículos en cualquier punto de la vía, generando desorden y riesgo de accidentes.

Captura Av. Aviación



Este conjunto de dispositivos tiene como finalidad mejorar la seguridad de los peatones y regular la circulación vehicular, especialmente en zonas donde existe el riesgo de interferencia entre distintos modos de transporte, como el ferrocarril y el tránsito urbano.

Captura corte transversal Av. Aviación



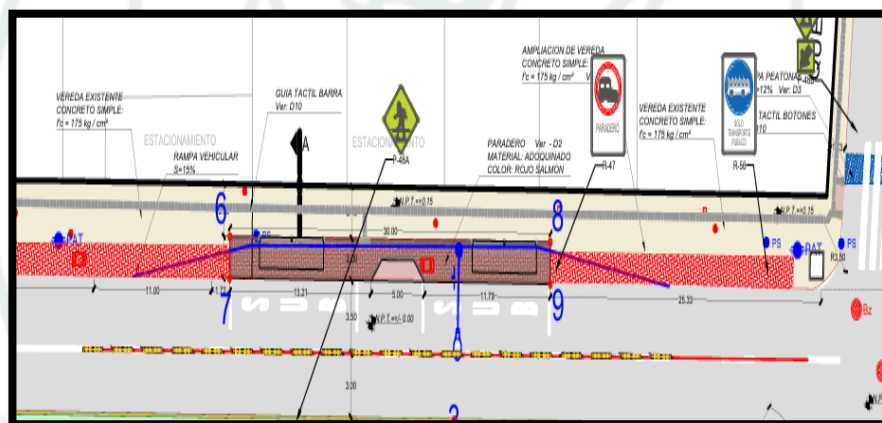
Nota. La figura representa la sección transversal de la Av. Aviación con calzadas separadas por área verde y paraderos en ambos lados. Fuente: Adaptado del plano P-23 emitido por MPA (2025).

En la figura 110 se observa el corte transversal de la avenida Aviación que cuenta con dos calzadas independientes, las cuales están separadas por una franja central de vegetación que cumple una doble función: actuar como barrera de seguridad y elemento de integración paisajística urbana.

La calzada derecha cuenta con tres carriles de circulación vehicular en cambio la calzada de la izquierda dispone de dos carriles. A ambos lados de la vía se ubican paraderos destinados al transporte público, diseñados para facilitar el embarque y desembarque de pasajeros.

Figura 111

Captura Av. Ejercito Comiseria

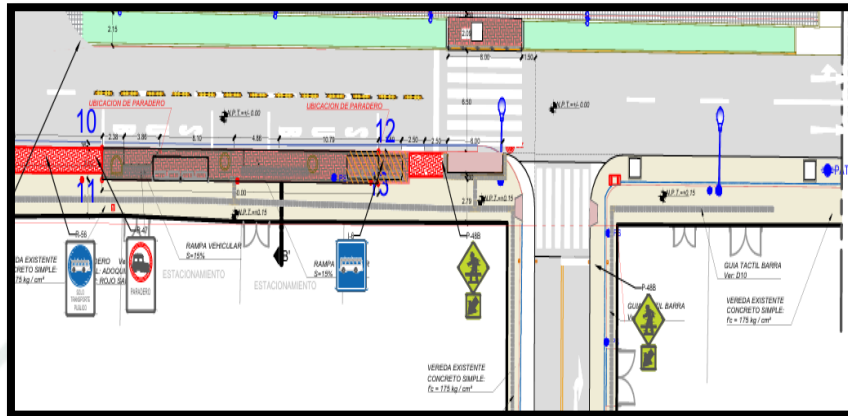


Nota. La figura muestra la Av. Ejército (Comisaría) con paraderos de transporte público, separadores viales y organización del flujo vehicular. Fuente: Adaptado del plano P-14 emitido por MPA (2025).

En la figura 111 se observa la presencia de un paradero de buses junto a un paradero de vehículos. La vía presenta separadores dentro del mismo carril, los cuales contribuyen a canalizar el tránsito, así como un separador central que divide ambos sentidos de circulación. La implementación adecuada de la señalización y el mobiliario propuesto en el plano técnico permitiría mejorar la organización del transporte y la seguridad de los usuarios.

Figura 112

Captura Av. Ejercito Comiseria



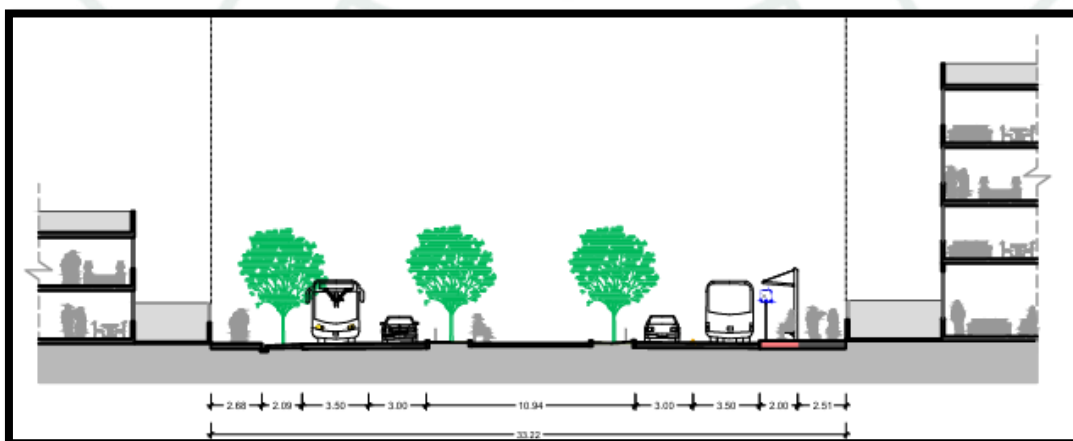
Nota. La figura presenta la Av. Ejército (Comiseria) con paradero formal, rampas peatonales y señalización de circulación vehicular. Fuente: Adaptado del plano P-14 emitido por MPA (2025).

En la figura 112 se observa el paradero destinado al transporte público, correctamente delimitado y ubicado de manera que facilita el ascenso y descenso de pasajeros. Se identifican también rampas peatonales y pasos de cebra que permiten un cruce seguro de los peatones hacia ambos lados de la vía.

También, se aprecia la presencia de flechas de dirección pintadas sobre la calzada que orientan el sentido de circulación vehicular. La vía cuenta con separadores centrales que dividen los sentidos de tránsito, además de separadores dentro de cada calzada que contribuyen a mantener el orden y la seguridad en el flujo vehicular.

Figura 113

Captura corte transversal Av. Ejercito Comiseria



Nota. La figura muestra la sección transversal de la Av. Ejército (Comisaría) con calzadas separadas por área verde central y paradero lateral. Fuente: Adaptado del plano P-04 emitido por MPA (2025).

En la figura 113 el corte transversal de una avenida conformada por dos vías, una para cada sentido de circulación. Ambas calzadas se encuentran separadas por un amplio separador central con vegetación ornamental, el cual cumple la función de dividir los flujos vehiculares y aportar un componente paisajístico al entorno urbano.

Se observa además la presencia de un paradero destinado al transporte público ubicado a uno de los lados de la vía, permitiendo el ascenso y descenso de pasajeros sin interferir directamente con el flujo vehicular. La configuración general de la sección transversal evidencia una adecuada jerarquización del espacio vial y peatonal, favoreciendo la seguridad y funcionalidad del corredor.

4.3. Resultados para el objetivo específico 03

Examinar la operación de la flota vehicular en el Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-Cayma.

La flota vehicular que presenta la cuenca C3-Cayma consta de 240 vehículos que se distribuye de la siguiente manera:

Tabla 16.

Características de las rutas y flotas vehiculares en el SIT

Código de Ruta	Ruta	Numero De Flota	Características De La Flota
100	Enase	60	M2
200	Seguro Social – San Miguel	40	M3
241	Bolívar – San Miguel	40	M3
300	11 de mayo	20	M3
400	Chapí	10	M2
500	Católica - San Miguel	10	M3
600	Seguro – 11 De mayo	40	M2
700	Embajada	20	M3
Total		240	

Nota: En la cuenca C-3 Cayma está conformada 8 rutas de transporte, con una flota total de 240 unidades vehiculares, clasificadas en categorías M2 y M3.

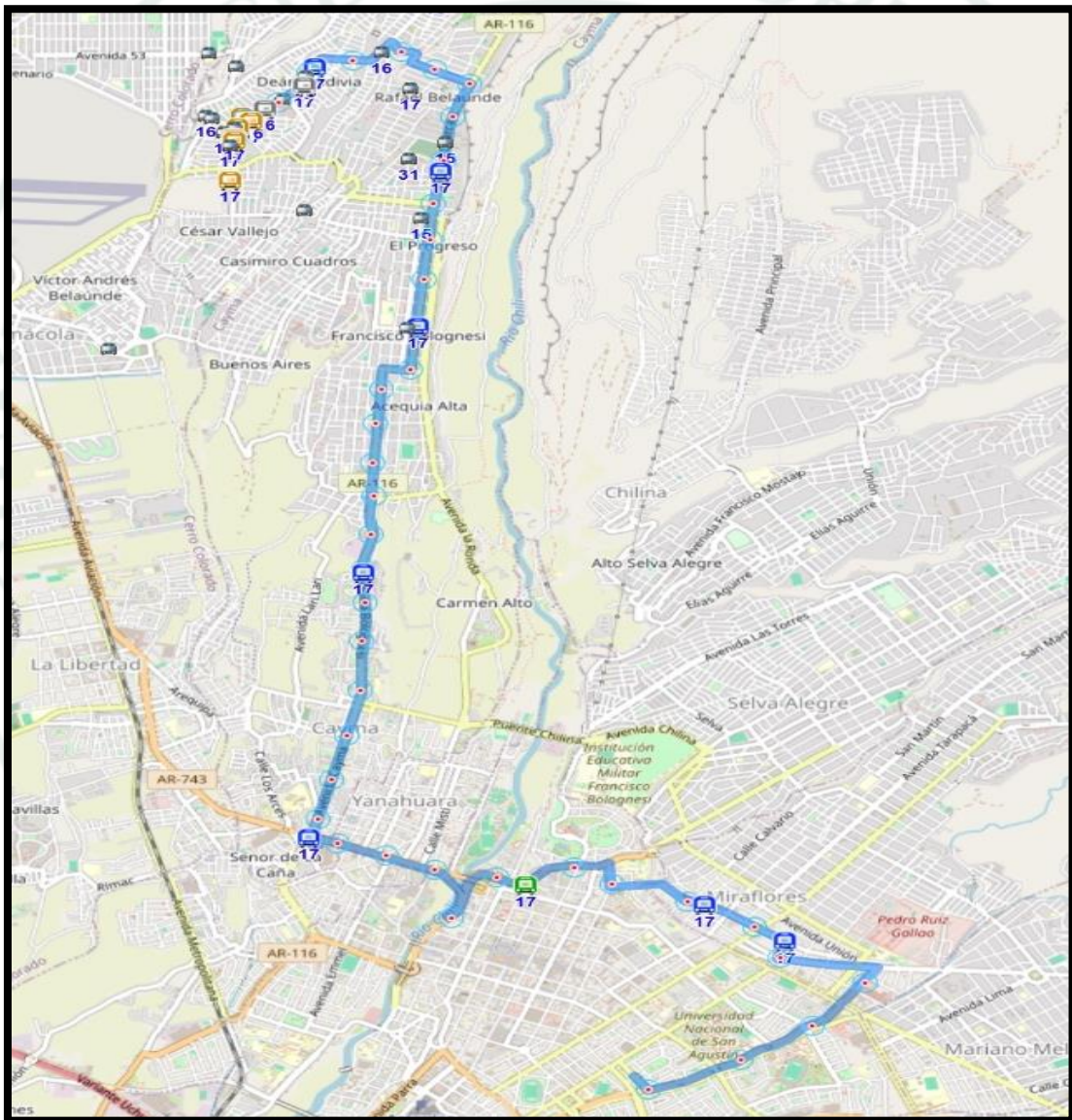
Una atingencia necesaria ocurrida durante la investigación es que no se tienen datos respecto del recorrido de las rutas 200, ruta 500 y la ruta 600. Estos datos fueron extraídos del sistema Abexa, y por complicaciones con dicho programa no se pudo obtener la data referida para poder realizar la descripción de los puntos de control de las rutas. El número de flotas de las rutas anteriormente indicadas nos brindaron el personal que trabaja en Transcayma.

1. RUTA 100

Cada vehículo conforma parte de una flota en este caso vamos a indicar que el recorrido de la Ruta 100 (ENASE) su recorrido de ida a la cual denominaremos “Ruta 100A”, el recorrido de regreso a la cual denominaremos “Ruta 100B” pasan por las siguientes avenidas:

Figura 114

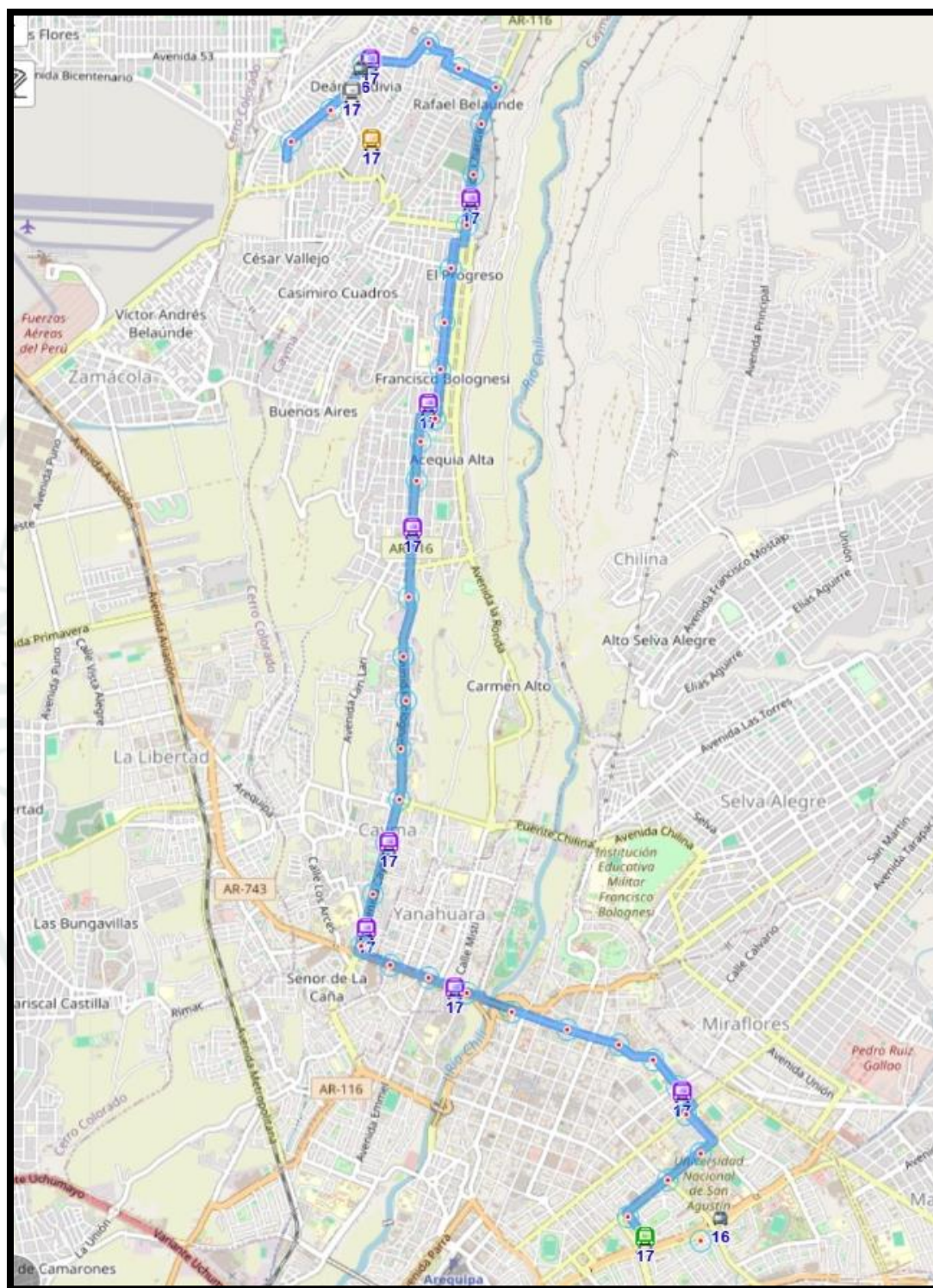
Captura de la ruta 100A (recorrido de ida)



Nota: Se observa el recorrido de ida de la ruta 100, permitiendo identificar el trazo operacional seguido por las unidades de transporte. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

Figura 115

Captura de la ruta 100B (recorrido de regreso)



Nota: Se visualiza el recorrido de vuelta de la ruta 100, permitiendo identificar el trazo operacional seguido por las unidades de transporte. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

De acuerdo a las anteriores imágenes se hará el cuadro de sus puntos de control por ruta.

Tabla 17.

Puntos de control por ruta

Ruta de A-B	Ruta de B-A
• Terminal A	○ Terminal B
• Inicio De Ruta A	○ Coliseo Arequipa B
• Colegio Teresita A	○ Paucarpata Independencia B
• Enace Sector 13 A	○ Calle La Salle B
• Colegio Mazzarello	○ Goyeneche
• Quiosco Dean Valdivia A	○ Calle La Paz B
• Rafael Belaunde A	○ San Pedro
• Grifo Radio Azul A	○ Seguro Social B
• Avenida Charcani A	○ Calle Ayacucho B
• Cementerio Bolognesi Ba	○ Puente Grau B
• Calle San Martin A	○ Calle Recoleta B
• Cruce Bolognesi A	○ Comisaria Ejercito B
• Calle Manco Cápac A	○ Ejercito Saga A
• Grifo Bolognesi A	○ Cruce Cayma B
• 20 De abril A	○ Pasaje Santa Cruz B
• Grifo Tomilla A	○ Calle Melgar B
• Parque Tomilla A	○ Avenida Cayma
• Ispa Tomilla A	○ Hospital Pnp B
• Esta Cayma A	○ Cayma Girasoles B
• Sedapar Tomilla A	○ Avenida Bolognesi A

• Girasoles Cayma A	○ Planta Tomilla B
• Bello Horizonte Cayma	○ Mercado Tomilla B
• Hospital Policía A	○ Plaza Tomilla B
• Mayta Cápac A	○ Grifo Tomilla B
• Melgar Cayma A	○ 20 De abril B
• Guindos Cayma A	○ Parque Bolognesi B
• Cruce Cayma A	○ Calle Tupac Amaru B
• Saga Ejercito A	○ Estadio Bolognesi B
• Comisaria Ejercito A	○ Calle San Martin B
• Ejercito Recoleta A	○ Cementerio Bolognesi B
• Av. La Marina A	○ Avenida Charcani B
• Puente Grau A	○ Grifo Radio Azul
• Juan De La Torre A	○ Calle Rafael Belaunde B
• Seguro Cercado A	○ Quioscos Enace B
• Parque San Antonio A	○ Sector 13 Enace B
• Avenida Goyeneche A	○ Grifo De Agua Enace B
• Avenida Sepúlveda	○ Sol De Oro Enace B
• Feria Altiplano A	
• La Negrita A	
• Unsa Cercado	
• Gepsa Cercado	

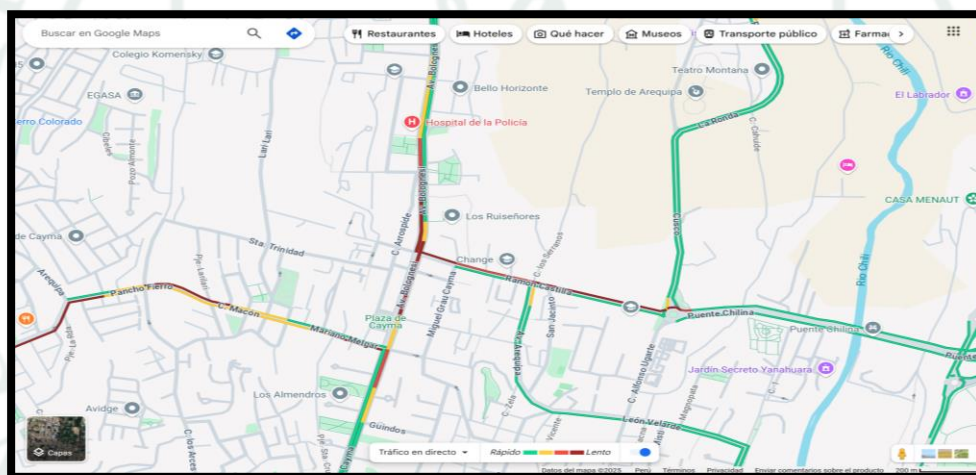
Nota: En la tabla muestra los puntos de control utilizados para el monitoreo y registro de los recorridos correspondientes a los sentidos A-B y B-A. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

Debido a su incremento vehicular y a otros factores lo cual generan retrasos, para poder determinar qué tipo de flota tendría que circular por dichas avenidas y a la demanda de sus pasajeros. Podemos determinar las vías congestionadas, las cuales son:

- | | |
|--------------------|---------------------|
| ✚ Hospital Policía | ✚ Puente Grau |
| ✚ Mayta Cápac | ✚ Avenida Goyeneche |
| ✚ Melgar Cayma | ✚ Avenida Sepúlveda |
| ✚ Cruce Cayma | ✚ Feria Altiplano |
| ✚ Saga Ejercito | ✚ Unsa Cercado |
| ✚ Av. La Marina | ✚ Gepsa Cercado |

Figura 116

Captura de la avenida Bolognesi

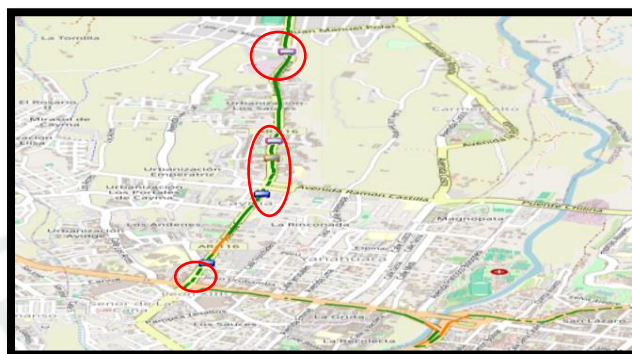


Nota: Se visualiza el estado de flujo vehicular en la avenida Bolognesi, permitiendo identificar los tramos con mayor congestión durante el periodo de observación. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

En la figura 116 de color rojo se encuentra resaltado el tráfico lento existente en la AV. Bolognesi que va desde la plaza de Cayma hasta el Hospital de la Policía, debido a la afluencia vehicular del puente Chilina, la calle Ramon Castilla lo toman como atajo para ir a otro distrito como Cerro colorado.

Figura 117

Captura de los recorridos de la ruta 100

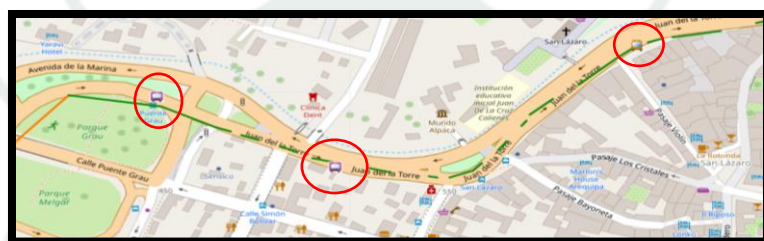


Nota: Se identifica concentración de unidades de la ruta 100 en la Avenida Bolognesi, evidenciando una reducción del intervalo operacional entre vehículos. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

En la figura 117 podemos observar la parte del recorrido que hacen los buses, en la Av. Bolognesi, sobre todo desde el Hospital de la Policía hasta la plaza de Cayma las unidades regulares de la flota Ruta 100 tienden a aproximarse. Dicha situación, conforme a la investigación realizada, se trata de una problemática continua y diaria, es decir, este aproximamiento entre unidades vehiculares en puntos específicos como se observa en la figura 4 es común debido al tráfico lento que hay por dicha avenida.

Figura 118

Captura de la ruta 100 por la Av. Juan de la torre



Nota: Se identifica concentración de unidades de la ruta 100 en la Avenida Juan de la Torre, evidenciando una reducción del intervalo operacional entre vehículos. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

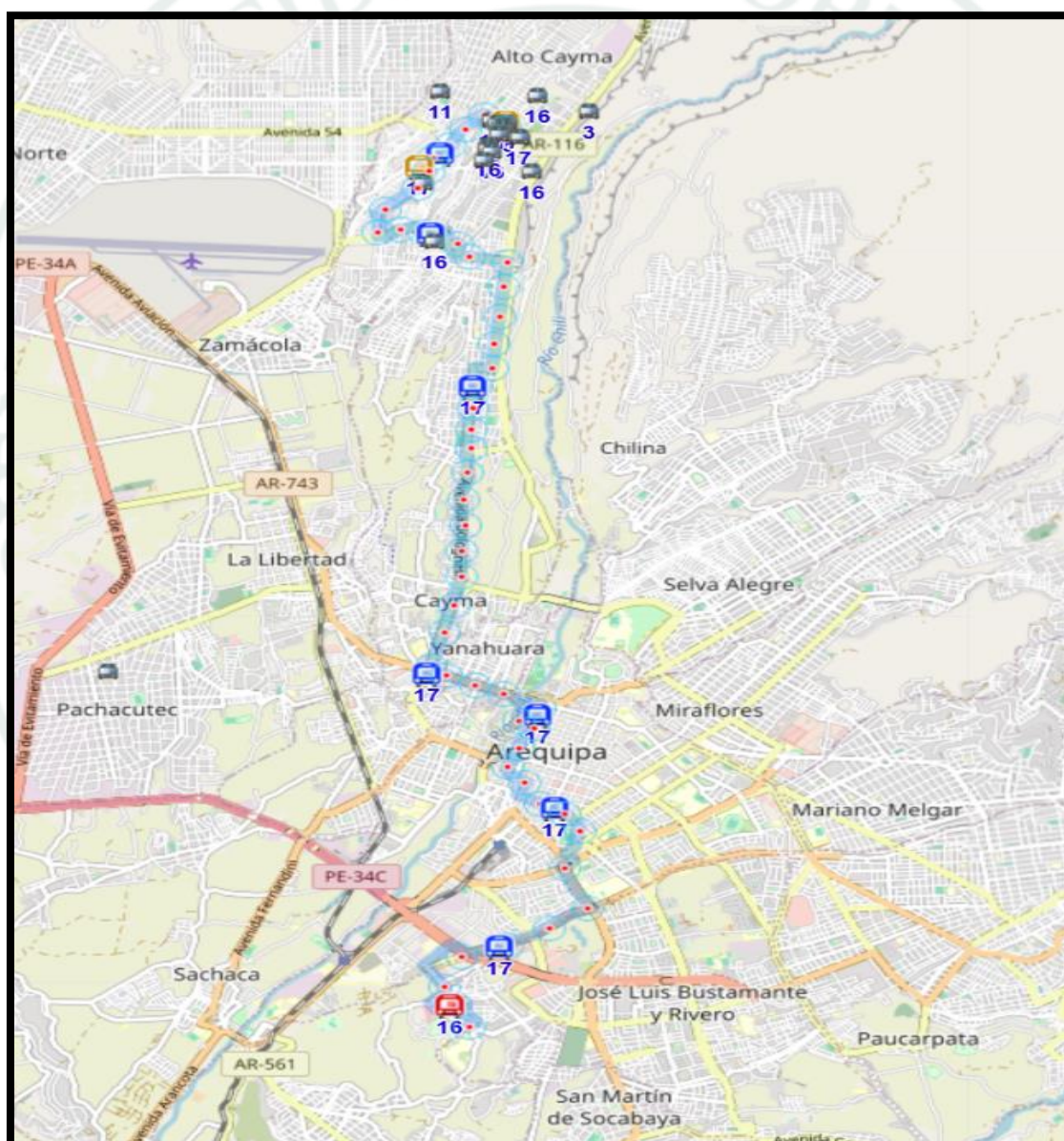
En la figura 118 se puede apreciar que, en la Av. Juan de la Torre, que está cerca de Puente Grau las flotas vehiculares se vuelven a aproximar debido a la hora que están circulando ya que es designada como Hr-Pico y genera atraso en las unidades de servicio.

2. RUTA 241

Cada vehículo conforma parte de una flota en este caso vamos a indicar que el recorrido de la Ruta 241 (Bolívar – San Miguel) su recorrido de ida a la cual denominaremos “RUTA 241A”, el recorrido de regreso a la cual denominaremos “RUTA 241B” pasan por las siguientes avenidas:

Figura 119

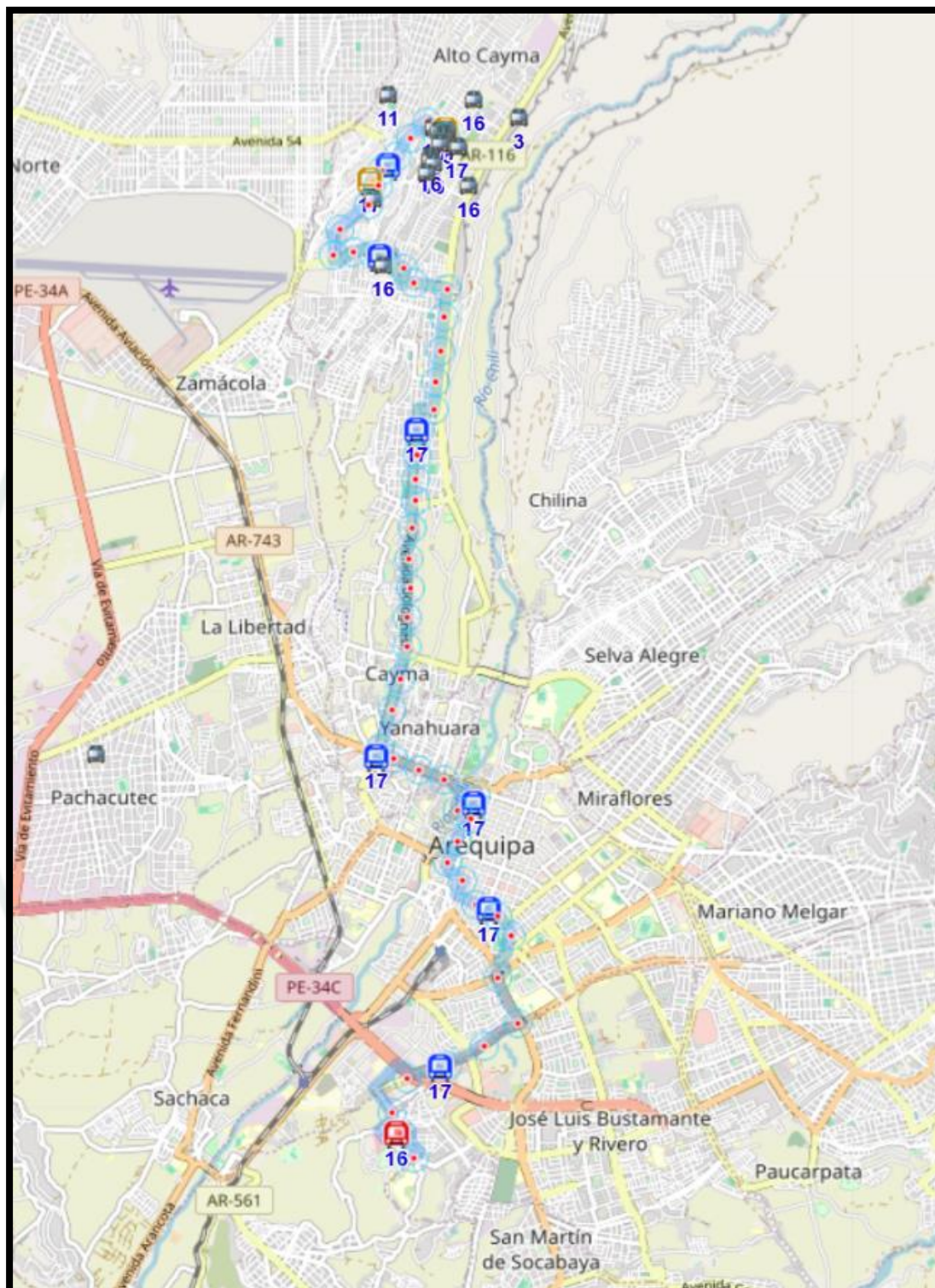
Captura de la ruta 241A (recorrido de ida)



Nota. Se observa el recorrido de ida de la ruta 241, permitiendo identificar el trazo operacional seguido por las unidades de transporte. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

Figura 120

Captura de la ruta 241B (recorrido de regreso)



Nota: Nota. Se visualiza el recorrido de vuelta de la ruta 241, permitiendo identificar el trazo operacional seguido por las unidades de transporte. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

De acuerdo a las anteriores imágenes se hará el cuadro de sus puntos de control por ruta.

Tabla 18.

Puntos de control por ruta

Ruta de A-B	Ruta de B-A
✓ Inicio Ruta A	✓ Terminal Cerro Juli
✓ Parque 1 A	✓ Avenida Convenciones B
✓ Parque 2 A	✓ Calle Cerro Juli B
✓ Parque 3 A	✓ Avenida Mostajo B
✓ Circa A	✓ E. Arturo Ibáñez B
✓ Grifo Agua A	✓ Ovalo Terminal B
✓ Sector 2 A	✓ Parque Industrial B
✓ Sol De Oro A	✓ Los Incas B
✓ San Miguel A	✓ Juventud Ferroviaria B
✓ Sector 12 A	✓ Bancos B
✓ Chapi A	✓ Sur Motors B
✓ San Martin A	✓ Palomar B
✓ Bolognesi A	✓ Bonifaz B
✓ Amazonas A	✓ Urb María Isabel B
✓ Calle Tupa Amaru A	✓ Ormeño B
✓ Plaza A	✓ La Barraca B
✓ 20_Abril – A	✓ San Juan De Dios B
✓ Calle Francisco Piérola	✓ Mercaderes B
✓ Plaza Tomilla A	✓ Ayacucho B
✓ Mercado Pueblo A	✓ Juan De La Torre B
✓ Estadio A	✓ Puente Grau B
✓ La Tomilla A	✓ Misti B

✓ Girasoles A	✓ Saga B
✓ Bello Horizonte A	✓ Cruce Cayma B
✓ Hospital De Policía A	✓ Mayta Cápac B
✓ Mayta Cápac A	✓ Hospital Policía B
✓ Melgar A	✓ Bello Horizonte B
✓ Guindos A	✓ Girasoles B
✓ Cruce Cayma A	✓ La Tomilla B
✓ Saga A	✓ Estadio B
✓ Comisaria A	✓ Mercado Del Pueblo B
✓ Recoleta A	✓ Plaza Tomilla B
✓ Av. La Marina A	✓ 20 De abril B
✓ Puente Grau A	✓ Plaza Bolognesi B
✓ San Agustín A	✓ Mercado 24 De junio B
✓ Consuelo A	✓ Estadio Bolognesi B
✓ La Merced A	✓ Calle Unión B
✓ La Barraca A	✓ San Martin B
✓ García Carbajal	✓ Chapi B
✓ Estadio Melgar A	✓ San Miguel B
✓ Venezuela A	✓ Sol De Oro B
✓ Inicio Vidaurrazaga A	✓ Sector 2 B
✓ Los Incas A	✓ Grifo Agua B
✓ Ovalo Terminal A	✓ Circa B
✓ Ernesto Gunther A	✓ Parque B
✓ Villa Manuelito A	✓ Ultimo Paradero B

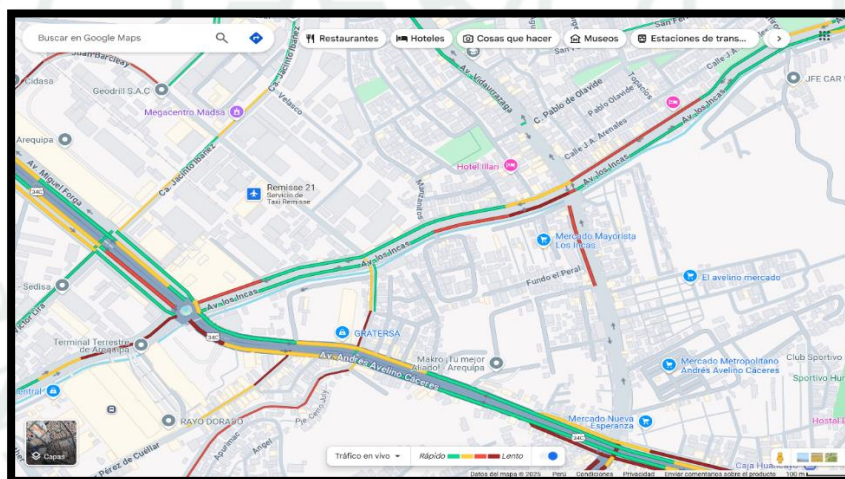
Nota: Nota. En la tabla muestra los puntos de control utilizados para el monitoreo y registro de los recorridos correspondientes a los sentidos A-B y B-A. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

Debido a su incremento vehicular y a otros factores lo cual generan retrasos, para poder determinar qué tipo de flota tendría que circular por dichas avenidas y a la demanda de sus pasajeros. Podemos determinar las vías congestionadas, las cuales son:

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <div></div> Ovalo Terminal <div></div> Parque Industrial <div></div> Los Incas <div></div> Palomar <div></div> La Barraca <div></div> San Juan De Dios <div></div> Saga | <ul style="list-style-type: none"> <div></div> Melgar <div></div> Mayta Capac <div></div> Hospital Policía <div></div> Bello Horizonte <div></div> Bello Horizonte Cayma <div></div> Hospital Policía <div></div> Mayta Capac |
|---|--|

Figura 121

Captura de la Av. Andrés Avelino Cáceres



Nota: Nota. Se visualiza el estado de flujo vehicular en la Avenida Andrés Avelino Cáceres, permitiendo identificar los tramos con mayor congestión durante el periodo de observación. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

De color rojo se encuentra Av. de los incas, Andrés Avelino y la calle Pérez de Cuellar se encuentran estas vías cerca al terminal terrestre por lo que indica un tráfico lento para que se trasladen las flotas de la ruta 241, debido a su cambio de ruta por los problemas viales.

Figura 122

Captura del recorrido por el ovalo del Terminal Terrestre

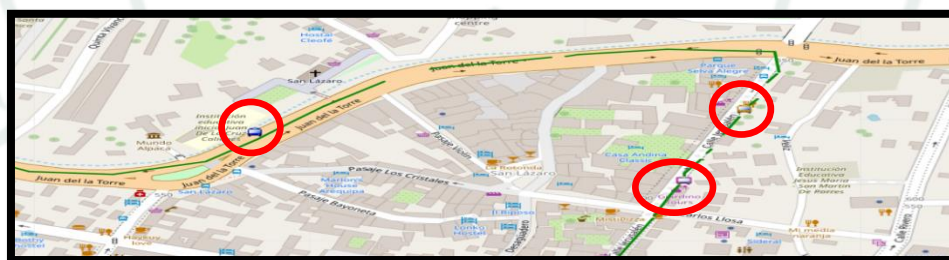


Nota: Nota. Se identifica concentración de unidades de la ruta 241 en el Terminal Terrestre, evidenciando una reducción del intervalo operacional entre vehículos. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

En la figura 122 se aprecia las flotas se juntan mayormente cerca al Terminal Terrestre debido a que es una hr-pico; debido a que la ruta real de la flota 241 tiene problemas, por donde circulaban principalmente es el puente Ernesto Gunther el cual fue cerrado por problemas, se tomó otra ruta ahora es donde se genera tráfico y llegan a juntarse las unidades, ovalo del terminal es el más congestionado como se aprecia en la imagen.

Figura 123

Captura del recorrido por la Av. Juan de la Torre



Nota: Se identifica concentración de unidades de la ruta 241 en la Avenida Juan de la Torre, evidenciando una reducción del intervalo operacional entre vehículos. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

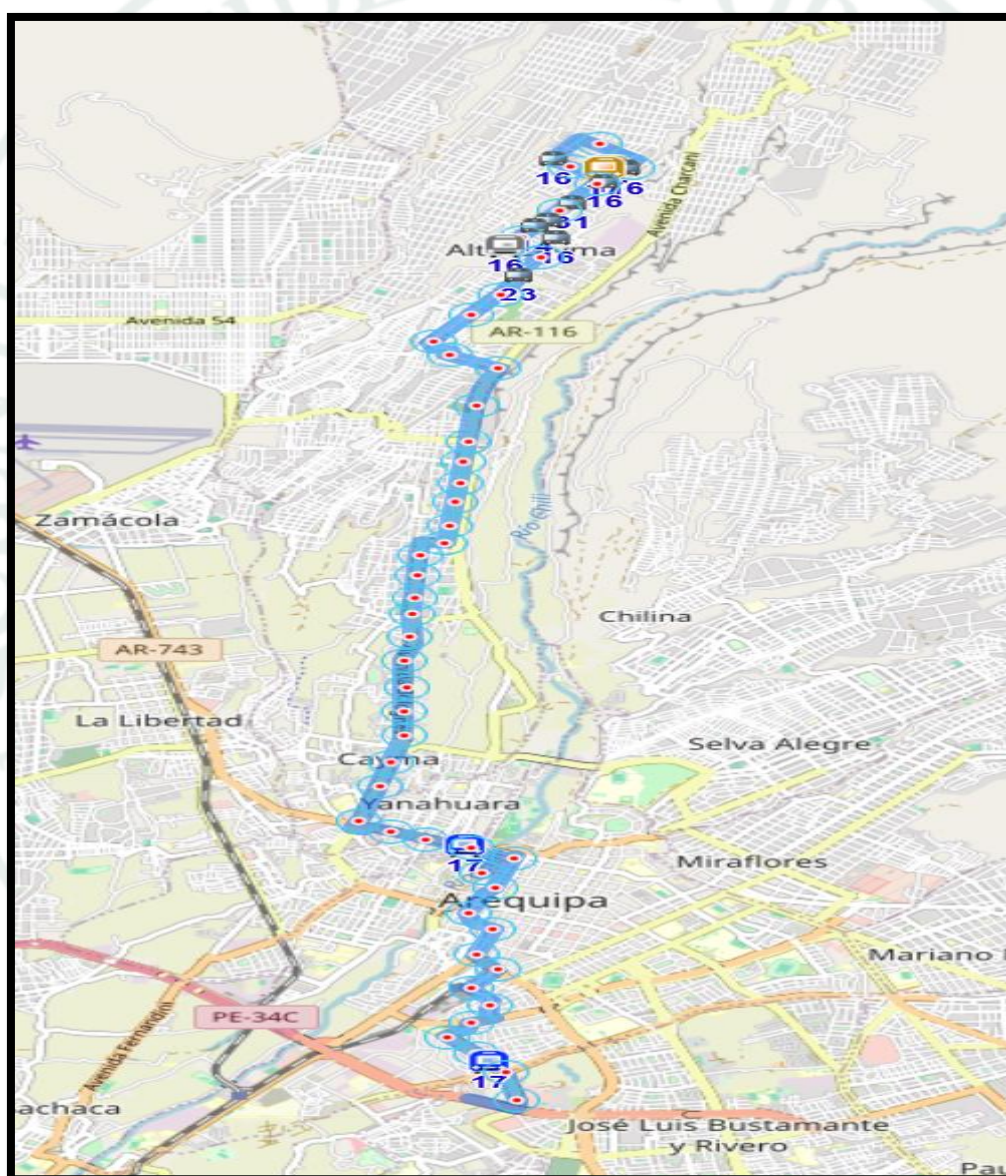
En la figura 123 se aprecia en la salida de la calle Jerusalén y para entrar a la Av. Juan de la Torre, la flota vehicular de la ruta 241 se llegan a juntar por que cruzan cerca al centro de Arequipa y hay mucho movimiento peatonal, generando muchos imprevistos por vehículos que ofrecen servicio de taxi.

3. RUTA 300

Cada vehículo conforma parte de una flota en este caso vamos a indicar que el recorrido de la Ruta 300 (11 de mayo) su recorrido de ida a la cual denominaremos “Ruta 300A”, el recorrido de regreso a la cual denominaremos “Ruta 300B” pasan por las siguientes avenidas:

Figura 124

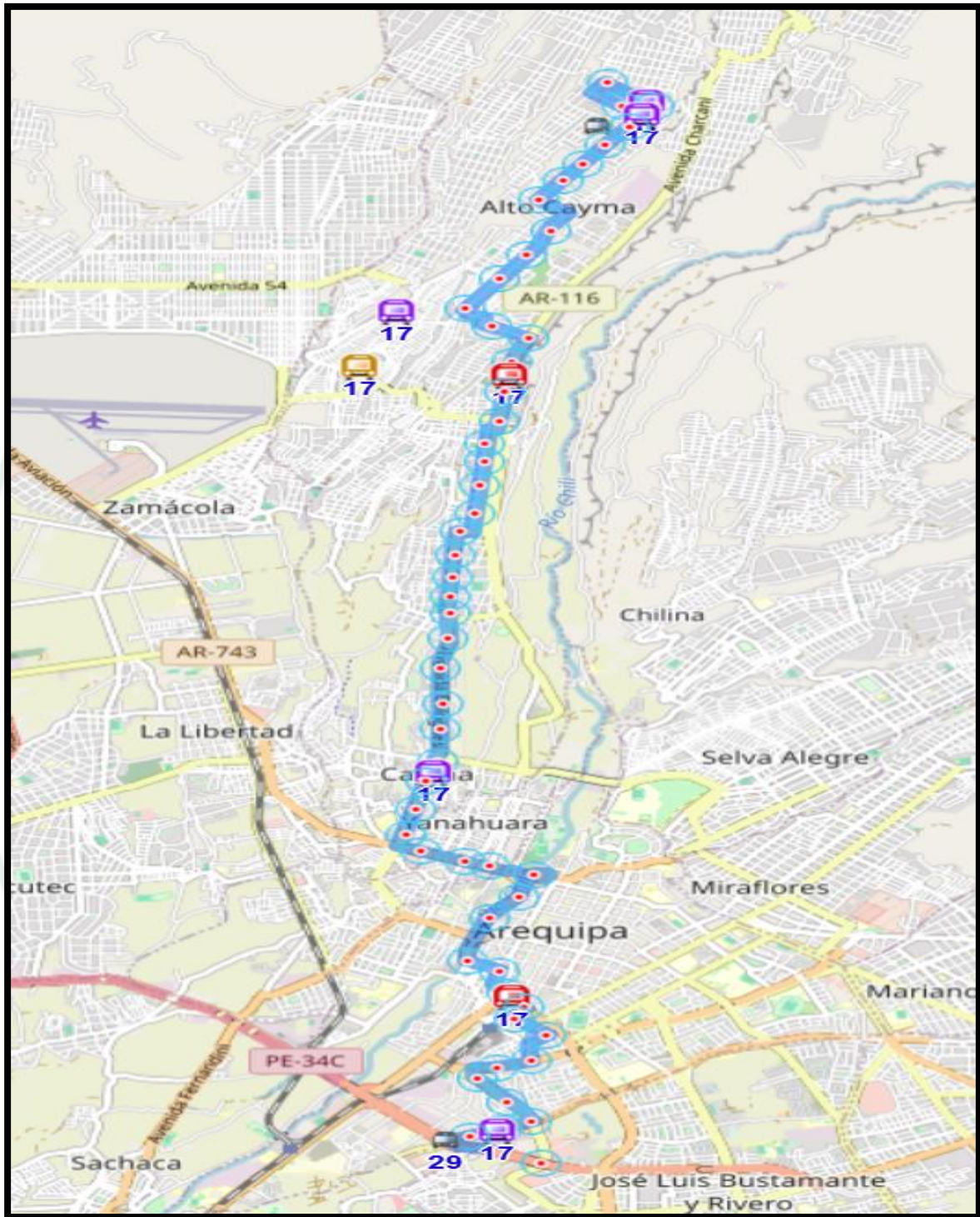
Captura de la ruta 300A (recorrido de ida)



Nota: Se observa el recorrido de ida de la ruta 300, permitiendo identificar el trazo operacional seguido por las unidades de transporte. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

Figura 125

Captura de la ruta 300B (recorrido de regreso)



Nota: Se visualiza el recorrido de vuelta de la ruta 300, permitiendo identificar el trazo operacional seguido por las unidades de transporte. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

De acuerdo a las anteriores imágenes se hará el cuadro de sus puntos de control por ruta.

Tabla 19.

Puntos de control por ruta

Ruta de A-B	Ruta de B-A
✓ Terminal A	✓ Terminal B
✓ P 1	✓ Terminal Terrestre
✓ Pueblo J. Milagros	✓ Z. Ballón B
✓ Once De mayo	✓ Urb. los Incas I
✓ C.E. Once De Mayo A	✓ Avenida Vidaurrazaga
✓ La Lomadita	✓ Los Bancos B
✓ Parque Primero Junio	✓ Palomar B
✓ Av. Primero De Junio	✓ Bonifaz B
✓ Enace Quiosco	✓ Salaverry B
✓ Calle Rafael Belaunde	✓ Inst. Sur B
✓ Grifo Radio Azul	✓ 28 Julio B
✓ Cementerio Bolognesi	✓ Av. Marina B
✓ Av. San Martin	✓ Grifo La Marina B
✓ Cruce Bolo A	✓ Ugarte B
✓ Calle Manco Cápac A	✓ Puente Grau B
✓ Ramón c.	✓ Misti B
✓ Plaza De Bolognesi A	✓ Comisaria B
✓ 20 abril – A	✓ Saga B
✓ Grifo Tomilla	✓ Cruce Cayma B
✓ Plaza Tomilla	✓ Guindos B
✓ Inst. Ispa A	✓ Melgar B
✓ Estadio T. A	✓ Mayta Capac B

✓ P. Tomilla – A	✓ Hospital Policía B
✓ Girasoles A	✓ Bello Horizonte B
✓ Bello Horizonte A	✓ Planta La Tomilla B
✓ Hospital Policía A	✓ Estadio B
✓ Mayta Cápac A	✓ Mercado Tomilla B
✓ Melgar A	✓ Plaza Tomilla B
✓ Guindos A	✓ 20 De abril
✓ Av. Ejercito A	✓ Plaza Bolognesi B
✓ Saga A	✓ Coliseo B
✓ Comisaria A	✓ Cruce Bolo B
✓ Recoleta A	✓ Av. Ramon Castilla
✓ Av. La Marina A	✓ Cementerio Bolognesi
✓ Puente Grau A	✓ Avenida Charcani
✓ San Agustín A	✓ Grifo Radio Azul
✓ Consuelo A	✓ Rafael Belaunde
✓ La Merced A	✓ Primero De junio
✓ Salaverry A	✓ Parque Primero J.
✓ Utp A	✓ Las Lomaditas
✓ Parque El Tren A	✓ Inicio Once De Mayo
✓ Venezuela A	✓ Once De mayo
✓ Compani B. A	✓ Señor De Los Milagros
✓ Lo Vidaurrazaga A	✓ Mujeres Con Esperanza
✓ Cruze Los Incas A	✓ Terminal De Mujeres
✓ Avelino Cáceres A	✓ Ultimo Paradero

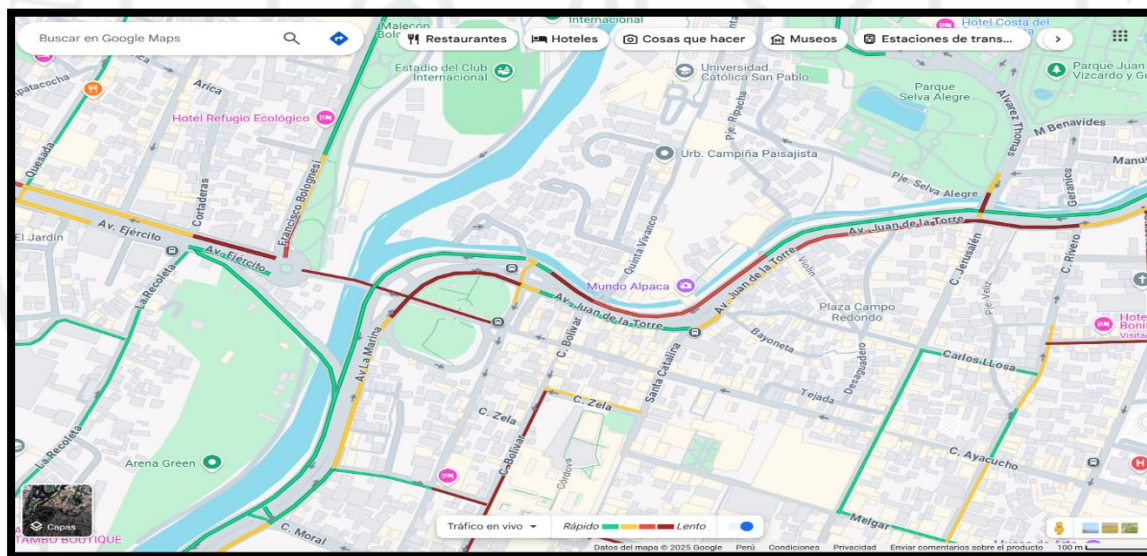
Nota. En la tabla muestra los puntos de control utilizados para el monitoreo y registro de los recorridos correspondientes a los sentidos A-B y B-A. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

Debido a su incremento vehicular y a otros factores lo cual generan retrasos, para poder determinar qué tipo de flota tendría que circular por dichas avenidas y a la demanda de sus pasajeros. Podemos determinar las vías congestionadas, las cuales son:

- | | |
|----------------------|------------------|
| Terminal Terrestre | Puente Grau |
| Urb. Los Incas I | Comisaria |
| Avenida Vidaurrazaga | Saga |
| Los Bancos | Cruce Cayma |
| Palomar | Melgar |
| Salaverry | Mayta Capac |
| Inst. Sur | Hospital Policía |
| Av. Marina | |

Figura 126

Captura de Puente Grau

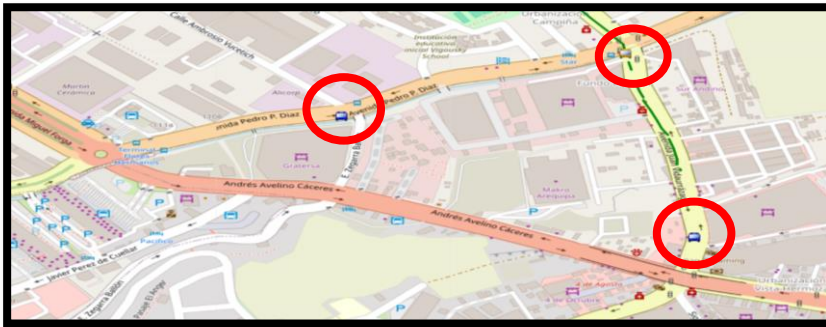


Nota. Se visualiza el estado de flujo vehicular en la Avenida Puente Grau, permitiendo identificar los tramos con mayor congestión durante el periodo de observación. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

De rojo se puede ver la Av. Ejército, Puente Grau y la Av. Juan de la torre son las vías más congestionadas debido a la excesiva afluencia vehicular que hay por dicha zona y color amarillo el punto de control recoleta que por aquí es menos afluencia vehicular.

Figura 127

Captura del recorrido por el ovalo del Terminal Terrestre

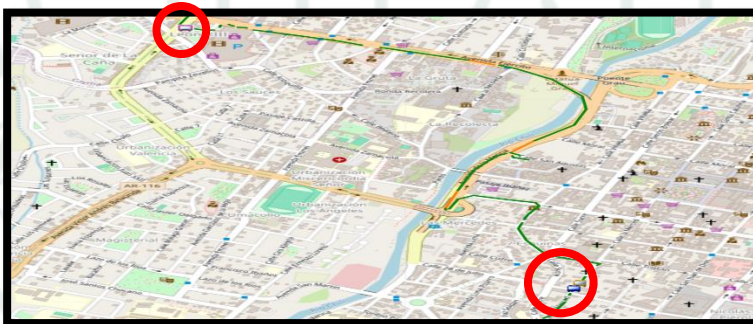


Nota: Se identifica concentración de unidades de la ruta 300 en el Terminal Terrestre, evidenciando una reducción del intervalo operacional entre vehículos. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

En la figura 127 se aprecia que en la Av. Vidaurrazaga se empiezan a juntar debido al congestionamiento en dicha avenida ya que hay aglomeración de vehículos particulares y vehículos de servicio estacionados se genera un gran caos vehicular, por ende, se empiezan a juntar las flotas.

Figura 128

Captura del recorrido por las unidades 300



Nota: Se identifica concentración de unidades de la ruta 300 en la Avenida Juan de la Torre, evidenciando una reducción del intervalo operacional entre vehículos. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

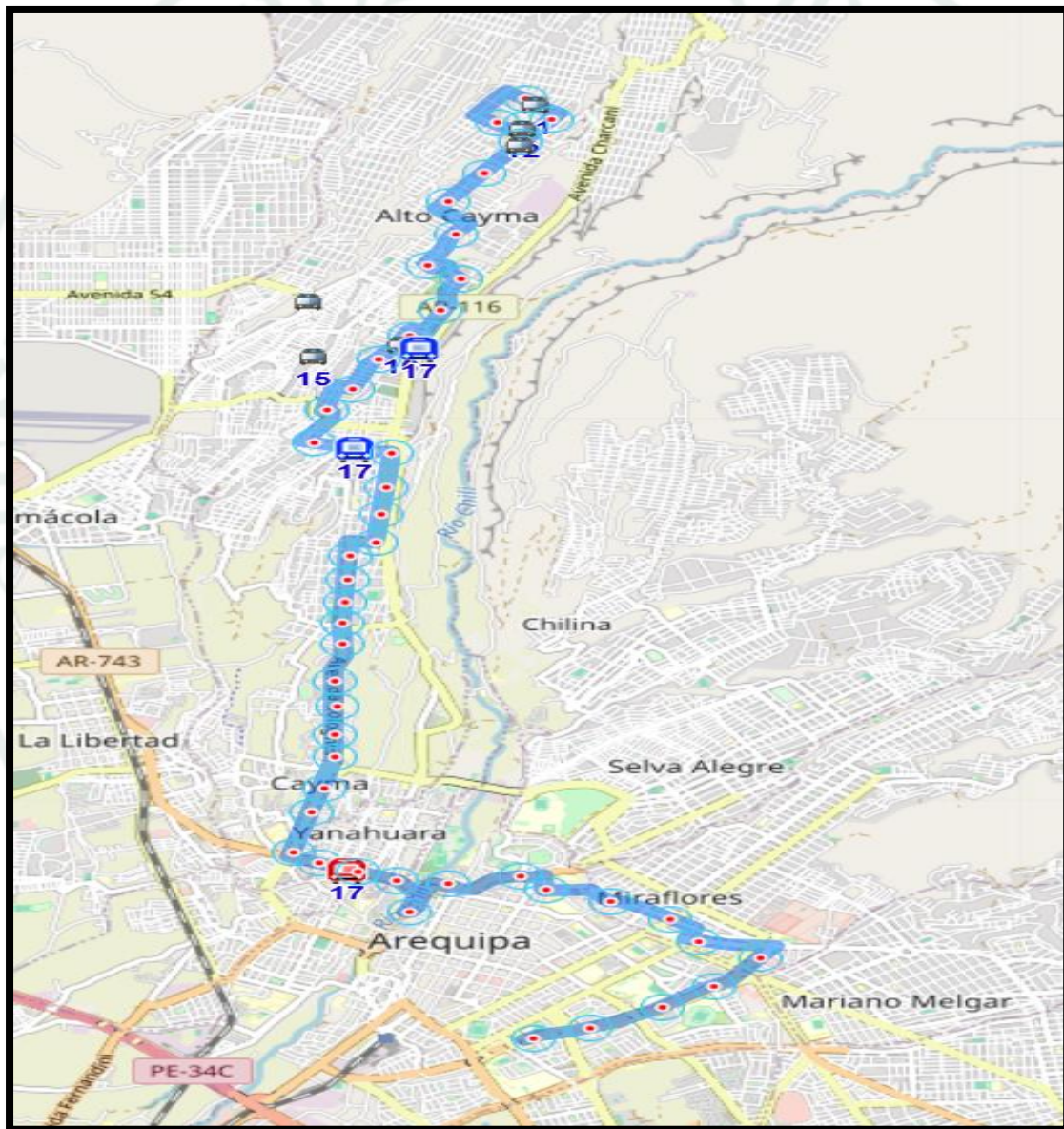
En la figura 128 en los círculos de rojo podemos apreciar que dos buses están demasiado cerca mientras la otra unidad está lejos eso se debe al tiempo con el que salen, la frecuencia puede cambiarse durante el recorrido que realizan dicha flota vehicular.

4. RUTA 400

Cada vehículo conforma parte de una flota en este caso vamos a indicar que el recorrido de la Ruta 400 (CHAPI) su recorrido de ida a la cual denominaremos “Ruta 400A”, el recorrido de regreso a la cual denominaremos “Ruta 400B” pasan por las siguientes avenidas:

Figura 129

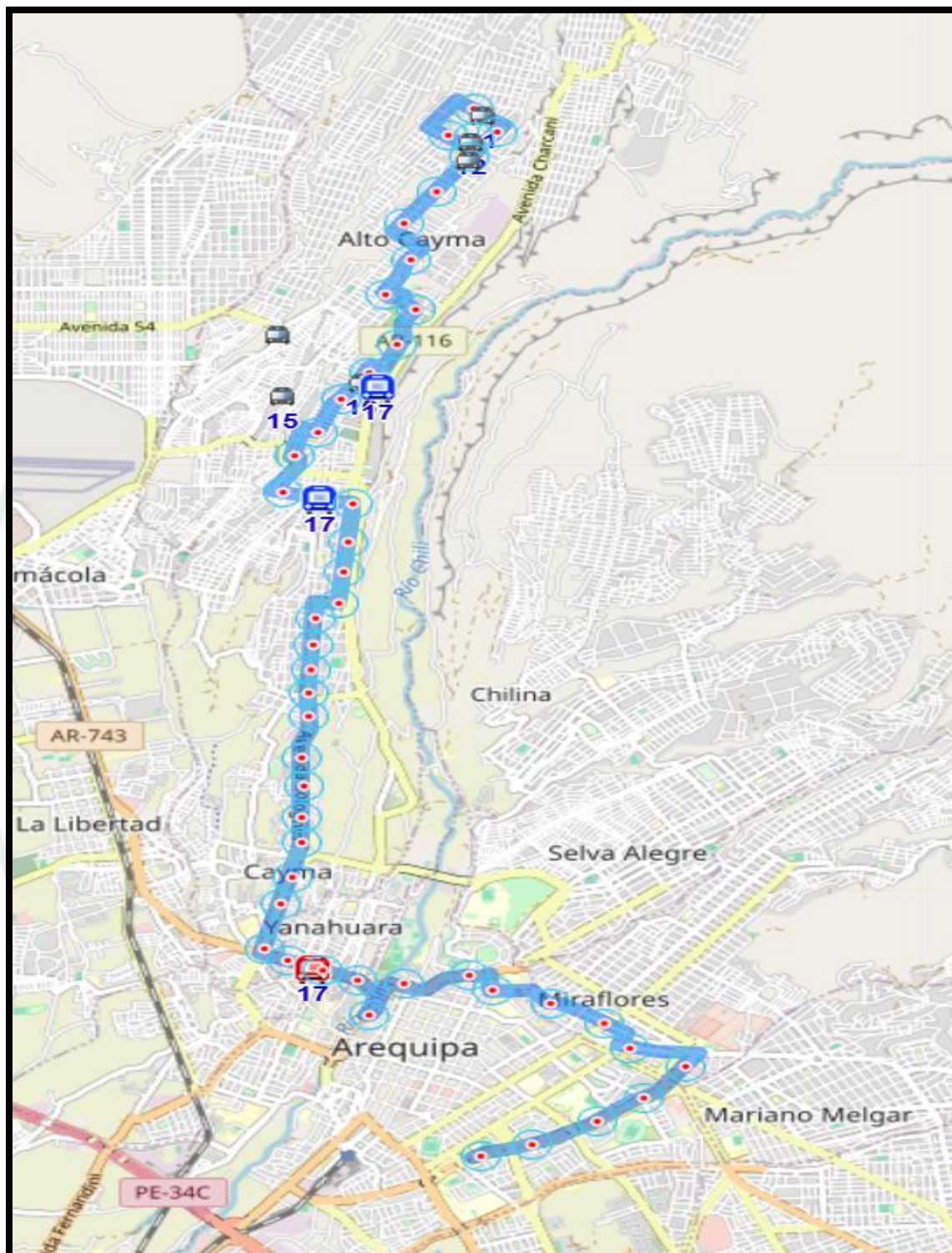
Captura de la ruta 300B (recorrido de regreso)



Nota. Se observa el recorrido de ida de la ruta 400, permitiendo identificar el trazo operacional seguido por las unidades de transporte. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

Figura 130

Captura de la ruta 300B (recorrido de regreso)



Nota. Se visualiza el recorrido de vuelta de la ruta 400, permitiendo identificar el trazo operacional seguido por las unidades de transporte. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

De acuerdo a las anteriores imágenes se hará el cuadro de sus puntos de control por ruta.

Tabla 20.

Puntos de control por ruta

Ruta de A-B		Ruta de B-A	
✓	Inicio De Ruta A	✓	Independencia B
✓	Ana Jarvi	✓	Calle Carreón B
✓	Mujeres Con E	✓	Ormeño B
✓	Pueblo Joven Milagros A	✓	Salaverry B
✓	Once De Mayo A	✓	28 de Julio B
✓	C.E. Once De Mayo A	✓	Av. La Marina B
✓	La Lomadita A	✓	Francisco Bolognesi B
✓	Primero Junio A	✓	Calle Moral B
✓	Av. Primero De Junio A	✓	Puente Grau B
✓	Enace Primero Zona A	✓	Av. Ejercito B
✓	Calle Rafael Belaunde A	✓	Saga B
✓	Rafael Belaunde – A	✓	Cruce Cayma B
✓	Calle Garcilaso De La Vega A	✓	Guindos B
✓	Curva Virgen De Chapi A.	✓	Melgar B
✓	Calle Amazonas A	✓	Mayta Capac B
✓	Cruce Bolognesi A	✓	Hospital Policía B
✓	Tupac Amaru A	✓	Bello Horizonte B
✓	Calle Tacna – A	✓	Girasoles B
✓	20 De Abril – A	✓	La Tomilla B
✓	Grifo Tomilla	✓	Estadio B
✓	Plaza Tomilla	✓	Mercado Del Pueblo B
✓	Ispa Tomilla – A	✓	Ispa B

✓ Estadio Tomilla – A	✓ Plaza B
✓ La Tomilla A	✓ 20 De abril B
✓ Girasoles – A	✓ Plaza Bolognesi B
✓ Bello Horizonte A	✓ Mercado 24 De junio B
✓ Hospital De Policía -A	✓ Coliseo B
✓ Mayta Capac – A	✓ Estadio Bolognesi B
✓ Melgar – A	✓ Calle Amazonas B
✓ Guindos A	✓ Rafael Belaunde B
✓ El Ejercito A	✓ Rafael Belaunde B
✓ Saga – A	✓ Los Quioscos B
✓ Comisaria – A	✓ Garcilaso De La Vega B
✓ Recoleta Ejercito – A	✓ Cueva Virgen De Chapi B
✓ Av. Marina – A	✓ Primero Junio B
✓ Bajo Puente Grau – A	✓ Parque Primero Junio B
✓ Parque Selva Alegre – A	✓ La Lomadita B
✓ Calle Peral – A	✓ Asoc. Once De Mayo B
✓ San Antonio – A	✓ Colegio Once Mayo B
✓ Calle Puno – A	✓ Once De Mayo B
✓ Feria Altiplano – A	✓ Asoc. Milagros B
✓ Paradero La Negrita -A	✓ Mujeres Esperanza 1 B
✓ Av. Venezuela – A	✓ Terminal De Ruta
✓ Paucarpata – A	
✓ Venezuela Sedapar	

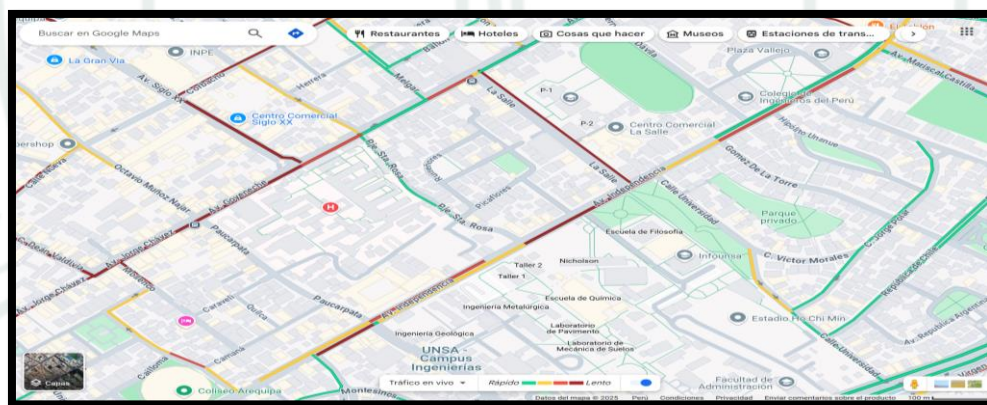
Nota. En la tabla muestra los puntos de control utilizados para el monitoreo y registro de los recorridos correspondientes a los sentidos A-B y B-A. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

Debido a su incremento vehicular y a otros factores lo cual generan retrasos, para poder determinar qué tipo de flota tendría que circular por dichas avenidas y a la demanda de sus pasajeros. Podemos determinar las vías congestionadas, las cuales son:

 Independencia	 Melgar
 Calle Carreón	 Mayta Capac
 Ormeño	 Hospital Policía
 Salaverry	 Calle Puno
 28 de Julio	 Feria Altiplano
 Av. La Marina	 Av. Venezuela
 Puente Grau	 Paucarpata
 Av. Ejercito	 Venezuela
 Saga	

Figura 131

Captura de la Av. Independencia

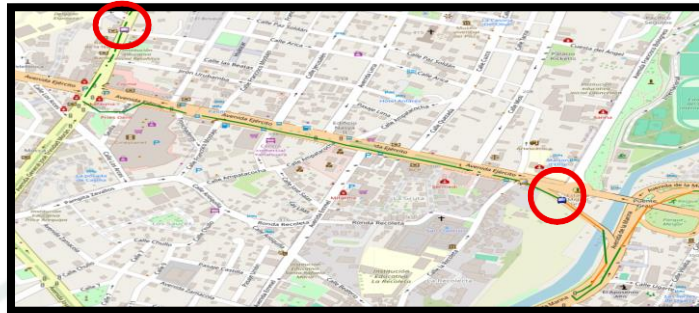


Nota. Se visualiza el estado de flujo vehicular en la Avenida Independencia, permitiendo identificar los tramos con mayor congestión durante el periodo de observación. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

De rojo se encuentran en la av. independencia con la calle la Salle ya que son las calles más transitadas debido a la circulación de flotas de distintas empresas que van hacia otros distritos y esto genera aglomeración de pasajeros.

Figura 132

Captura del recorrido por la avenida ejercito

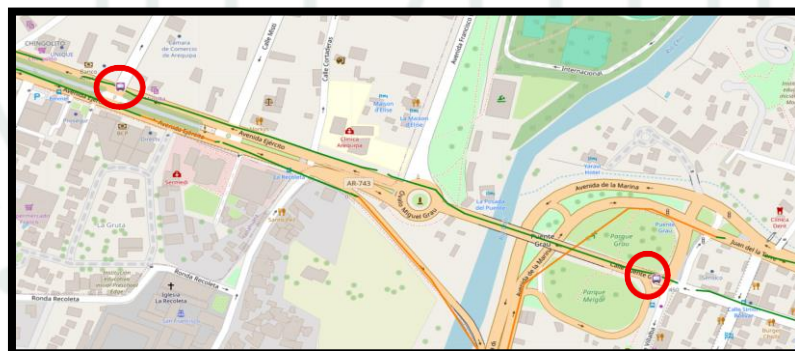


Nota. Se identifica concentración de unidades de la ruta 400 en Avenida Ejercito, evidenciando una reducción del intervalo operacional entre vehículos. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

En la figura 132 se puede apreciar que en los círculos rojos los vehículos en la ruta 400 y cuando se llegan a juntar debido a los inconvenientes en las avenidas grandes como lo es la Av. Ejército, Av. De la Marina es donde pierden la distancia debido a diferentes factores y obstáculos que se presenta en las vías de circulación.

Figura 133

Captura del recorrido por la avenida ejercito



Nota. Se identifica concentración de unidades de la ruta 400 en Avenida Ejercito, evidenciando una reducción del intervalo operacional entre vehículos. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

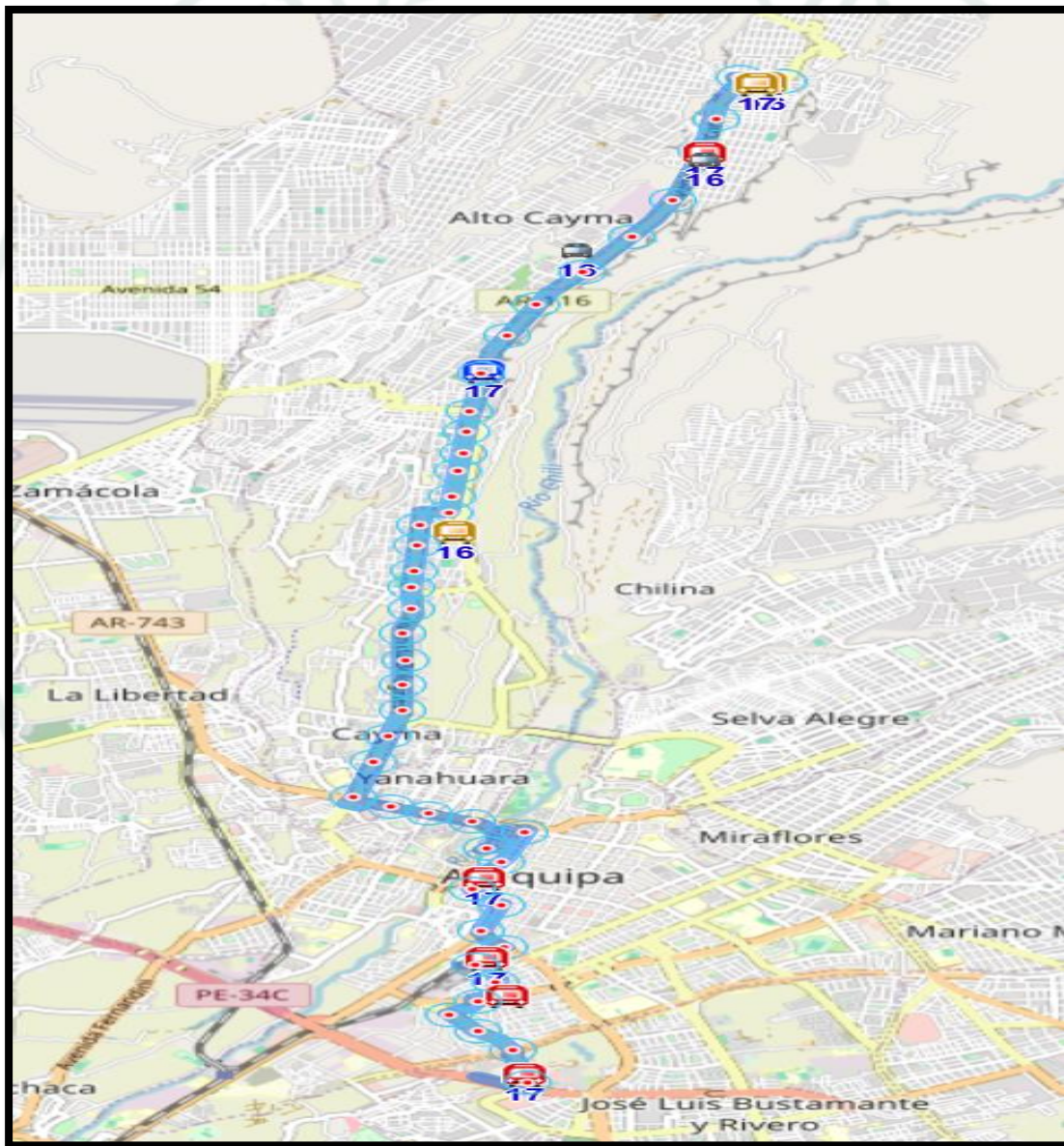
En la figura 133 se aprecia las avenidas por las que circula la ruta 400 están con tráfico, se puede apreciar que las distancias de las flotas vehiculares son demasiado largas, la sensibilidad de los vehículos varia demasiado y generan retraso para la llegada a sus puntos de control.

5. RUTA 700

Cada vehículo conforma parte de una flota en este caso vamos a indicar que el recorrido de la Ruta 700 (Embajada) su recorrido de ida a la cual denominaremos “Ruta 700A”, el recorrido de regreso a la cual denominaremos “Ruta 700B” pasan por las siguientes avenidas:

Figura 134

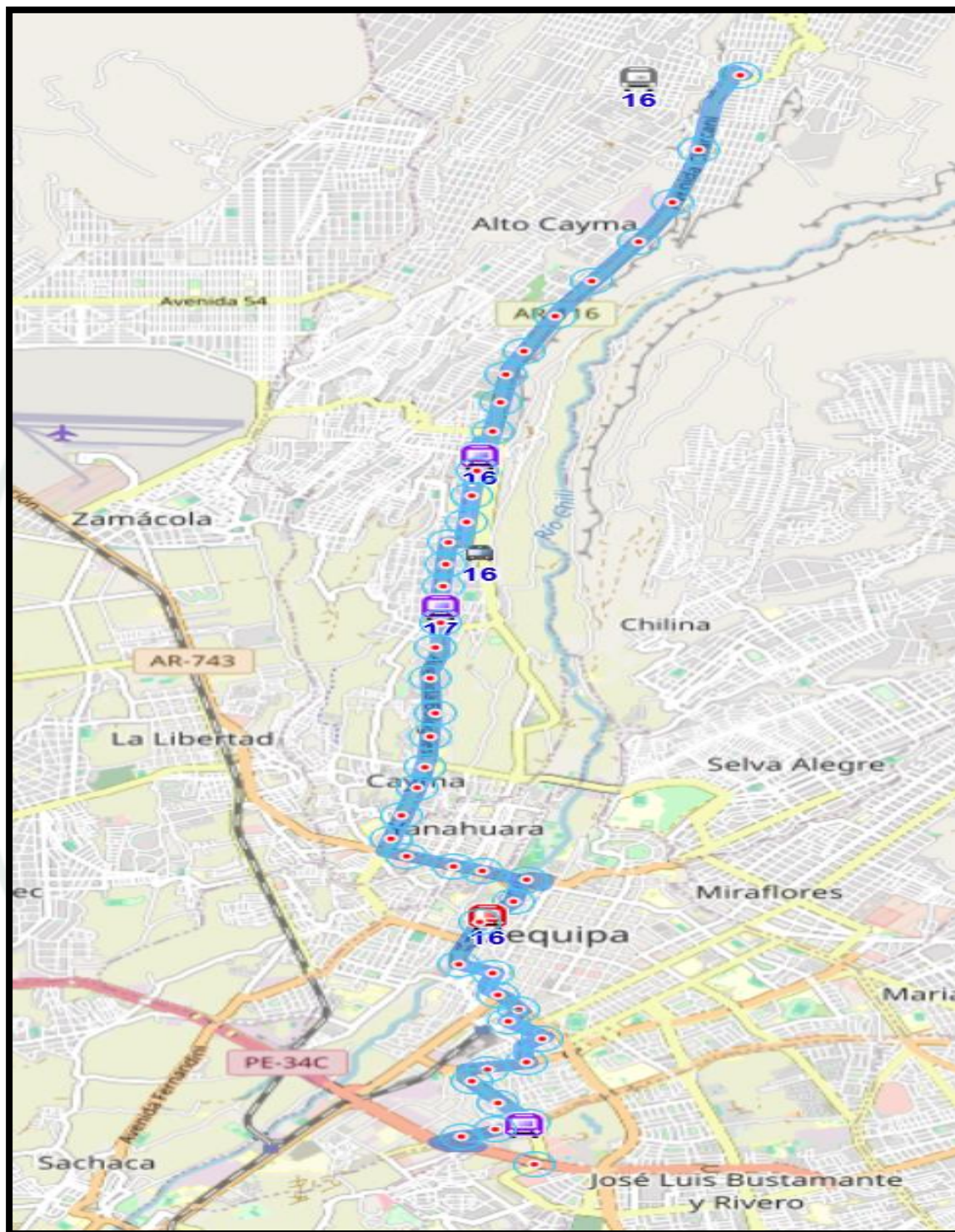
Captura de la ruta 700A (recorrido de ida)



Nota. Se observa el recorrido de ida de la ruta 700, permitiendo identificar el trazo operacional seguido por las unidades de transporte. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

Figura 135

Captura de la ruta 700B (recorrido de regreso)



Nota. Se visualiza el recorrido de vuelta de la ruta 700, permitiendo identificar el trazo operacional seguido por las unidades de transporte. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

De acuerdo a las anteriores imágenes se hará el cuadro de sus puntos de control por ruta.

Tabla 21.

Puntos de control por ruta

Ruta A-B	Ruta B-A
✓ Terminal A	✓ Terminal B
✓ Curva A	✓ Terminal Terrestre
✓ San Rafael A	✓ Z. Ballón B
✓ Tomilla A	✓ Urb. Los Incas I
✓ 11 De mayo	✓ Avenida Vidaurrazaga
✓ Alto Cayma A	✓ Los Bancos B
✓ Latina Televisión	✓ Sur Motor B
✓ Grifo Radio Azul A	✓ Palomar B
✓ Cementerio Bolognesi A	✓ Salaverry B
✓ Av. San Martin	✓ Inst. Sur B
✓ Cruce Bolo A	✓ 28 Julio B
✓ Calle Manco Capac A	✓ Av. La Marina B
✓ Ramon C	✓ Grifo La Marina B
✓ Plaza De Bolognesi A	✓ Ugarte B
✓ 20 abril A	✓ Puente Grau B
✓ Grifo Tomilla A	✓ Misti B
✓ Plaza Tomilla	✓ Comisaria B
✓ Estadio T.A	✓ Saga B
✓ P. Tomilla- A	✓ Cruce Cayma B
✓ Girasoles A	✓ Melgar B

✓ Bello Horizonte A	✓ Mayta Capac B
✓ Hospital Policía A	✓ Hospital Policial B
✓ Mayta Capac A	✓ Girasoles B
✓ Melgar A	✓ Planta La Tomilla B
✓ Guindos A	✓ Estadio B
✓ Av. Ejercito A	✓ Mercado Tomilla B
✓ Saga A	✓ Plaza Tomilla B
✓ Comisaria A	✓ 20 De abril
✓ Recoleta A	✓ Plaza Bolognesi B
✓ Av. La Marina A	✓ Mercado 24 B
✓ Puente Grau A	✓ Cruce Bolo B
✓ San Agustín A	✓ Av. Ramon Castilla B
✓ Consuelo A	✓ Cementerio Bolognesi
✓ La Merced A	✓ Avenida Charcani
✓ Salaverry A	✓ Grifo Radio Azul
✓ Utp A	✓ Latina Televisión B
✓ Parque El Tren	✓ Alto Cayma B
✓ Venezuela A	✓ 11 De mayo B
✓ Compani B. A	✓ Tomilla B
✓ Lo Vidaurrazaga A	✓ Nueva Alborada
✓ Cruze Los Incas A	✓ San Rafael B
✓ Avelino Cáceres A	✓ Curva B

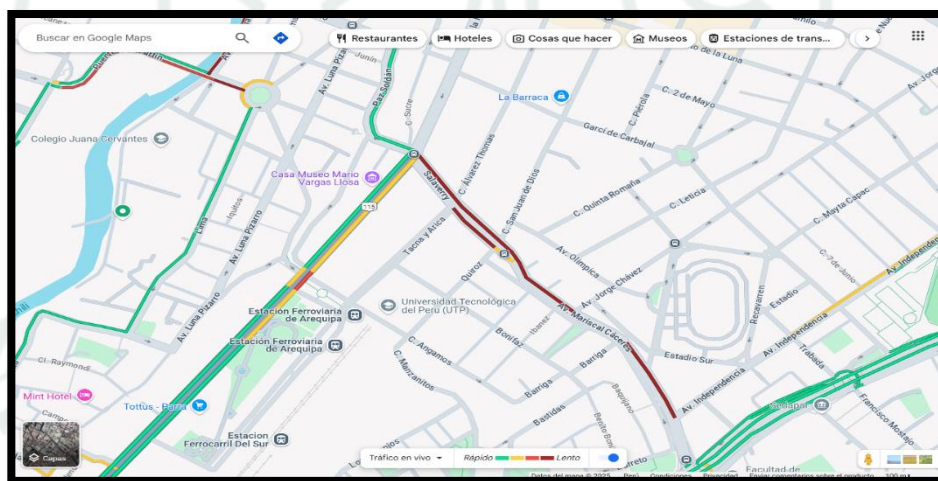
Nota. En la tabla muestra los puntos de control utilizados para el monitoreo y registro de los recorridos correspondientes a los sentidos A-B y B-A. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

Debido a su incremento vehicular y a otros factores lo cual generan retrasos, para poder determinar qué tipo de flota tendría que circular por dichas avenidas y a la demanda de sus pasajeros; Podemos determinar los puntos de control congestionadas, las cuales son:

- | | |
|----------------------|-------------------|
| Terminal Terrestre | Av. La Marina |
| Urb. Los Incas | Puente Grau |
| Avenida Vidaurrazaga | Comisaria |
| Palomar | Cruce Cayma |
| Salaverry | Mayta Capac |
| Inst. Sur | Hospital Policial |
| 28 Julio | |

Figura 136

Captura del recorrido por la Av. Mariscal Cáceres

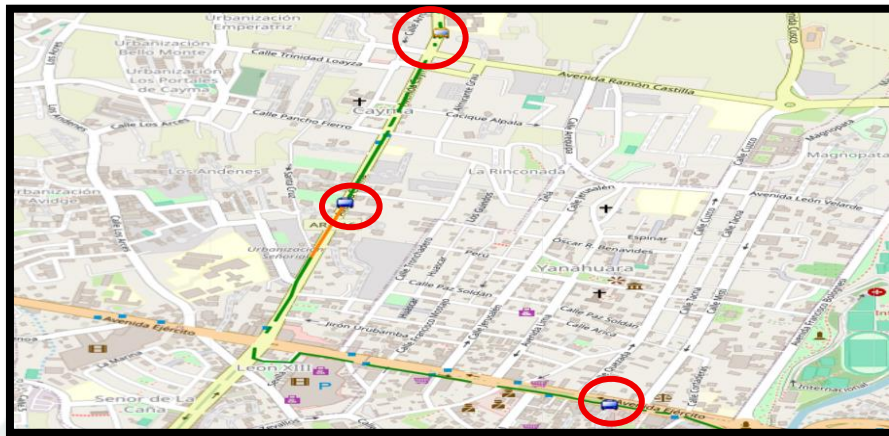


Nota. Se visualiza el estado de flujo vehicular en la Avenida Salaverry, permitiendo identificar los tramos con mayor congestión durante el periodo de observación. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

Se aprecia en la imagen que tráfico lento se puede ver en las Av. Salaverry y la Av. Mariscal Cáceres, aquí encontramos diferentes flotas vehiculares de otras empresas que circulan por estas vías, con lo que generan retraso a otras unidades ya que tratan de recoger más pasajeros.

Figura 137

Captura del recorrido por el ovalo del Terminal Terrestre



Nota. Se identifica concentración de unidades de la ruta 700 en Avenida Ejercito, evidenciando una reducción del intervalo operacional entre vehículos. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

En la figura 137 se aprecia que la ruta 700 los buses que están en círculo rojo se encuentran de servicio se llegan a juntar en la ruta de ida en las Av. Ejército y en la Av. Cayma, esta frecuencia se va perdiendo por el aglomeramiento de vehículos en las avenidas.

Figura 138

Captura del recorrido por la Av. Salaverry



Nota. Se identifica concentración de unidades de la ruta 700 en el Avenida Salaverry, evidenciando una reducción del intervalo operacional entre vehículos. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

En la figura 138 se aprecia que en la ruta 700B, en las avenidas como la Av. Salaverry debido al congestionamiento de los vehículos particulares, vehículos de servicio público y vehículos menores que les generan retrasos en la llegada a sus puntos de control.

Especificaciones Técnicas de las flotas

Los buses urbanos que servirán en el S.I.T. de la ciudad de Arequipa son diseñados para mover gran cantidad de pasajeros, dentro de un sistema integrado de transporte público. Estos vehículos operan en rutas extendidas sin interrupción, que a veces contienen pendientes pronunciadas, curvas cerradas y vías estrechas. Hay circunstancias ambientales, operacionales y topográficas que determinan ciertas características para el diseño de buses.

Figura 139

Captura del recorrido por el ovalo del Terminal Terrestre



Nota. La figura presenta el paradero de la ruta 241 de Transcayma, el cual es atendido por una flota conformada por unidades vehiculares de categoría M3.

Son vehículos contruidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y tambien diseñados para permitir el transp. de pasaj. de pie en el pasadizo y/o en un area que no excede el espacio provisto para 2 asientos dobles vehi.de mas de 8 asientos sin contar el asiento del conductor, peso bruto veh.> 5 tn.

Figura 140

Captura del recorrido por el ovalo del Terminal Terrestre



Nota. La figura presenta el paradero de la ruta 100 de Transcayma, el cual es atendido por una flota conformada por unidades vehiculares de categoría M2.

Son vehículos construidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para 2 asientos dobles, de más de 8 asientos sin contar el asiento del conductor, peso bruto veh. ≤ 5 tn

Especificaciones Técnicas de buses del S.I.T.

Para brindar el servicio de las rutas del sistema integrado de transporte-SIT se requieren 3 tipos de vehículos entre buses, minibuses y microbuses; los cuales deberán de cumplir las siguientes características mínimas:

Tabla 22

Relación entre la longitud del vehículo y la capacidad de pasajeros

Largo del Bus en Metros	Capacidad de Pasajeros
7.5 (+0.5)	42 – 50
9.0 (+0.5)	60 – 70
10.5 (+0.5)	80 – 90
12.0 (+0.5)	100

Nota. Se muestra la capacidad referencial de pasajeros según la longitud del vehículo.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Se requiere vehículos entre 7 – 12 metros, de un solo cuerpo y que tenga una capacidad entre 42 – 100 pasajeros (sentados y de pie). Para los acabados internos del bus

deberán fabricarse en material lavable, resistente al desgaste, retardante al fuego. Los colores externos de los buses están referidos según el decreto de Alcaldía N° 07-2003-MPA.

Figura 141

Relación entre la longitud del vehículo y la capacidad de pasajeros

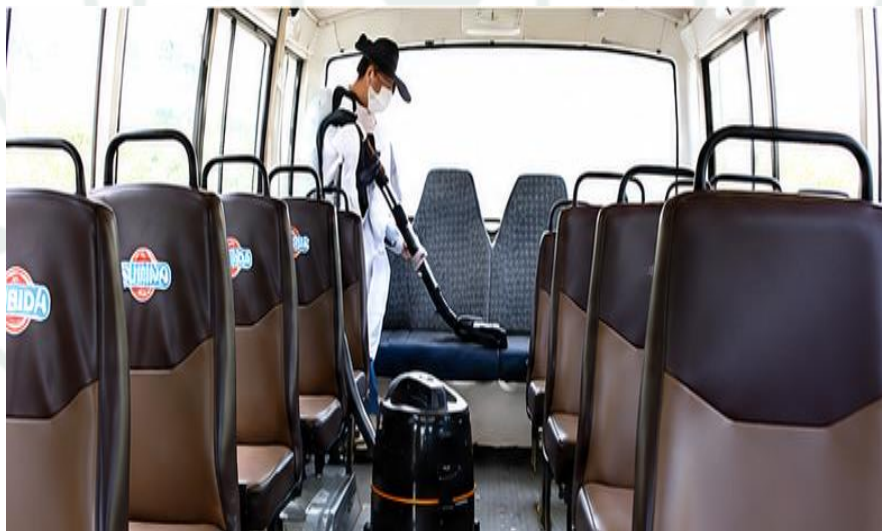


Nota. Se muestran ejemplos de la capacidad de asientos disponibles según las dimensiones y características de las unidades de transporte.

En la imagen 141 se muestra que es un vehículo M3 de clasificación C3 debido a la cantidad de asientos, contribuyendo principalmente para el traslado de pasajeros hacia su destino.

Figura 142

Distribucion de asientos en unidades de transporte



Nota. Se observan las capacidades referenciales de pasajeros en función del tamaño de las unidades vehiculares.

En la imagen 142 se muestra que es un vehículo M2 de clasificación C3 debido a la cantidad de asientos contribuyendo principalmente para el traslado de pasajeros hacia su destino.

Tabla 23.

Representativa de color de las unidades SIT

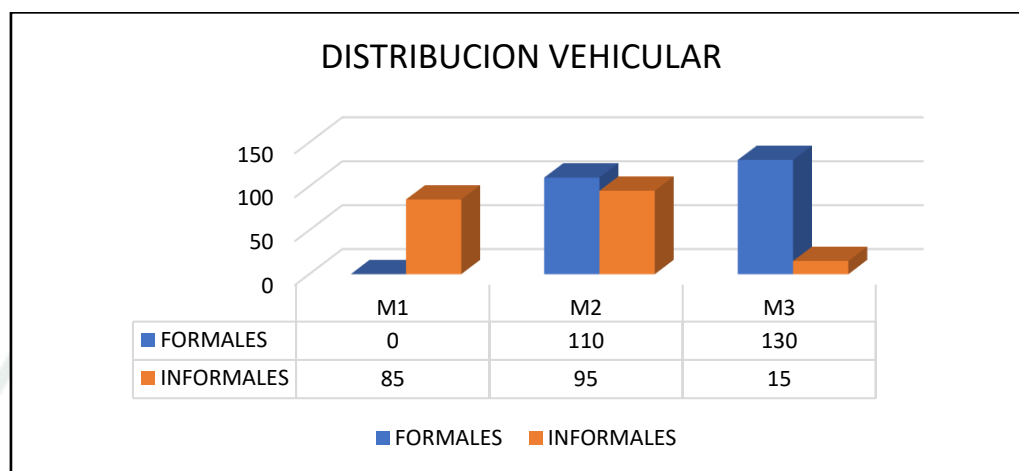
Unidad De Negocio	Código	Color-Mate	Código De Color (Catalogo Pantone)	Colores
Troncal 1	C-1	Verde	Pantone 375 Ec	
Cono Norte	C-2	Gris	Pantone Cool Gray 2 Ec	
 Cayma	C-3	Amarillo	Pantone Process Yellow Ec	
Miraflores-Asa	C-4	Naranja	Pantone 1505 Ec	
Mariano Melgar	C-5	Rojo	R255, G0, B0	
Paucarpata M.G.	C-6	Marrón	Pantone 464 Ec	
Paucarpata C.B.	C-7	Marrón	Pantone 464 Ec	
Sabandia	C-8	Turquesa	Pantone 3395 Ec	
Socabaya	C-9	Azul	Pantone Blue 072 Ec	
Hunter	C-10	Magenta	Pantone 225 Ec	
Pachacútec	C-11	Cyan	Pantone Process Cyan Ec	

Nota. En la tabla muestra las unidades de negocio pertenecientes al SIT, las cuales se distinguen por un código de identificación y una codificación cromática asignación.

Los colores se ratifican en el momento que sea adjudicada la concesión, conjuntamente con el diseño y aplicación de la imagen corporativa del SIT Arequipa, para poder identificar rápidamente hacia qué distrito se dirige cada ruta.

Figura 143

Comparativa de vehículos formales e informales



Nota. La figura muestra la comparación entre la cantidad de vehículos formales e informales según las categorías vehiculares M1, M2 Y M3.

En la gráfica se puede apreciar mediante conteo realizado en campo sobre vehículos formales e informales, las unidades contabilizadas son 195 vehículos informales entre los cuales son 85 tipo M1, 95 tipo M2 y 15 tipo M3. De vehículos formales hay 0 tipo M1, 110 tipo M2 y 130 tipo M3. Se hizo el cuadro para comparar cuantos vehículos informales y formales existen en la ruta de transcayma. El transporte denominado M1 son vehículos pequeños conocidos como “loncheritas” que empezaron a circular para el traslado más rápido de pasajeros a sus destinos.

Figura 144

Terminal de vehículos informales de categoría M1 en el cruce Bolognesi



Nota. La figura muestra el punto de concentración y embarque de los vehículos informales de categoría M1 en el sector del cruce Bolognesi.

En la figura 149 se muestra el terminal de los vehículos M1 denominadas “Loncheritas” las cuales identificamos como vehículos informales que van desde el Cruce Bolognesi hacia Zamacola “Terminal Pesquero”, por lo que generan pérdidas a los transportistas que son formales y cumplen su función de trasladar a los pasajeros.

Figura 145

Área de operación de vehículos formales de categoría M3



Nota. La figura presenta el área destinada para las operaciones de embarque, desembarque y concentración de vehículos formales de categoría M3.

En la figura 145 se observa cómo se realizó el conteo vehicular de transporte formal e informal para poder realizar el cuadro comparativo y determinar cuántos vehículos informales afectan a los transportistas formales.

Mediante un estudio los resultados se encontraron algunas cosas que están en el plan de optimización de la red de rutas de transporte público en la ciudad de Arequipa. Lo expresado en el plan de optimización con la resolución N 208-2019-MPA-GTUCV donde designan las rutas de cada unidad de negocio que pertenece al SIT. La cual está conformada por 10 unidades de negocio las cuales están conformadas por 90 rutas:

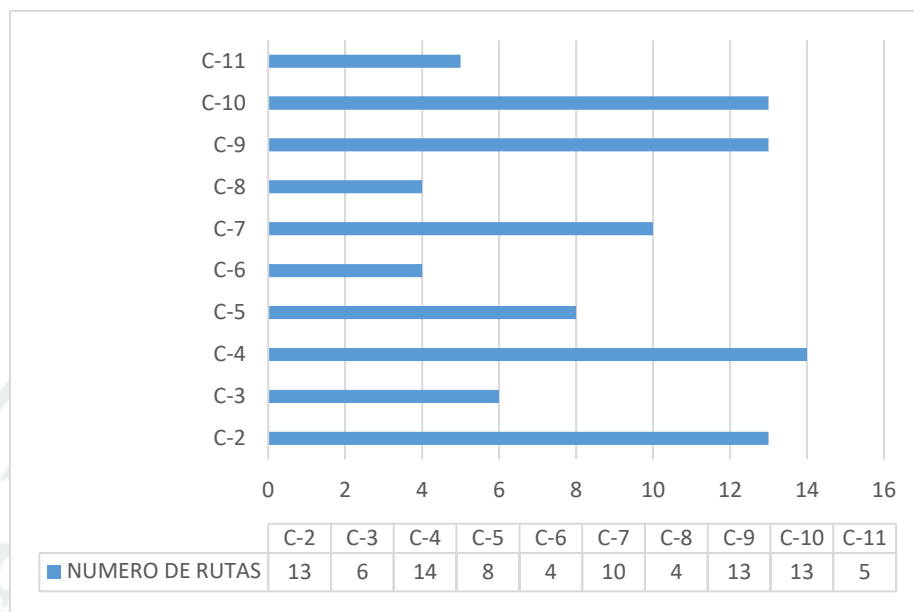
Tabla 24.*Rutas de cada unidad de negocio perteneciente al SIT*

Nro.	Unidad De Negocio	Cuenca	Nro. De Rutas
1	C-2	Cono Norte	13
2	C-3	Cayma	6
3	C-4	Alto Selva Alegre - Miraflores	14
4	C-5	Mariano Melgar	8
5	C-6	Paucarpata – Miguel Grau	4
6	C-7	Paucarpata – Ciudad Blanca	10
7	C-8	Sabandia - Characato	4
8	C-9	Socabaya	13
9	C-10	Hunter – Sachaca – Tiabaya	13
10	C-11	Pachacútec	5
TOTAL			90

Nota. La tabla presenta la distribución del número de rutas correspondientes a cada unidad de negocio del sistema integrado de Transporte. Fuente: Informe de Plan de Optimización de la red de rutas de Transporte Público en la ciudad de Arequipa (MPA,2009, p.06).

Figura 146

Distribucion del numero de rutas en el SIT



Nota. La figura representa el número de rutas correspondientes a cada unidad de negocio del SIT.

En la figura 146 se aprecia el número de rutas por cuenca que existe en Arequipa, como se puede ver que en la cuenca C-2 tiene 13 rutas, la cuenca C-3 tiene 6 rutas, la cuenca C-4 tiene 14 rutas, la cuenca C-5 tiene 8 rutas, la cuenca C-6 tiene 4 rutas la cuenca C-7 tiene 10 rutas, la cuenca C-8 tiene 4 rutas, la cuenca C-9 tiene 13 rutas, la cuenca C-10 tiene 13 rutas y la cuenca C-11 tiene 5 rutas. El total de rutas que hay en Arequipa es de 90 rutas en total.

La optimización de la ruta de la cuenca C3-Cayma se determina por 6 rutas principales y tres bifurcaciones de rutas las cuales se van a detallar en el siguiente cuadro:

Tabla 25.

Optimización de la Ruta de la Cuenca C3-Cayma

Código Ruta	Cobertura	Tipología Vehicular	Km Ida	Km Vuelta	Total (KM)	Velocidad (Km/h)	Intervalo de Paso	Flota Total
E023a	Alto Cayma- Cercado-T. Terrestre Y Viceversa	M3	17.85	17.65	35.50	15	5	32
Ee26c	Cayma-T. Terrestre Y Viceversa	M3	18.50	17.90	36.40	15	4	41
E022b	Dean Valdivia	M3	15.48	12.34	27.82	15	4	31
	Héroes Del Cenepa	M3	16.49	12.40	28.89	15	4	32
	Chapi	M3	18.01	14.81	32.82	15	4	37
A000	T. Pesquero- Cercado- Avelino Cáceres- T. Terrestre Y Viceversa	M3	17.01	16.86	33.87	15	5	31
	Casimiro Cuadros- Cercado- Avelino Cáceres- T. Terrestre Y Viceversa	M3	1.80	1.80	3.60	15	5	4
E001	1ro. Junio (Zona A)- Cercado- T. Terrestre Y Viceversa	M3	16.78	16.17	32.95	15	5	30
A5	Nazareno- Bolognesi- católica- Avelino	M3	15.56	15.69	31.25	15	8	18
Total								256

Nota. La tabla presenta la tipología vehicular y la distribución de la flota operativa de las seis rutas pertenecientes. Fuente: Informe de Plan de Optimización de la red de rutas de Transporte Publico en la ciudad de Arequipa (MPA,2009, p.17).

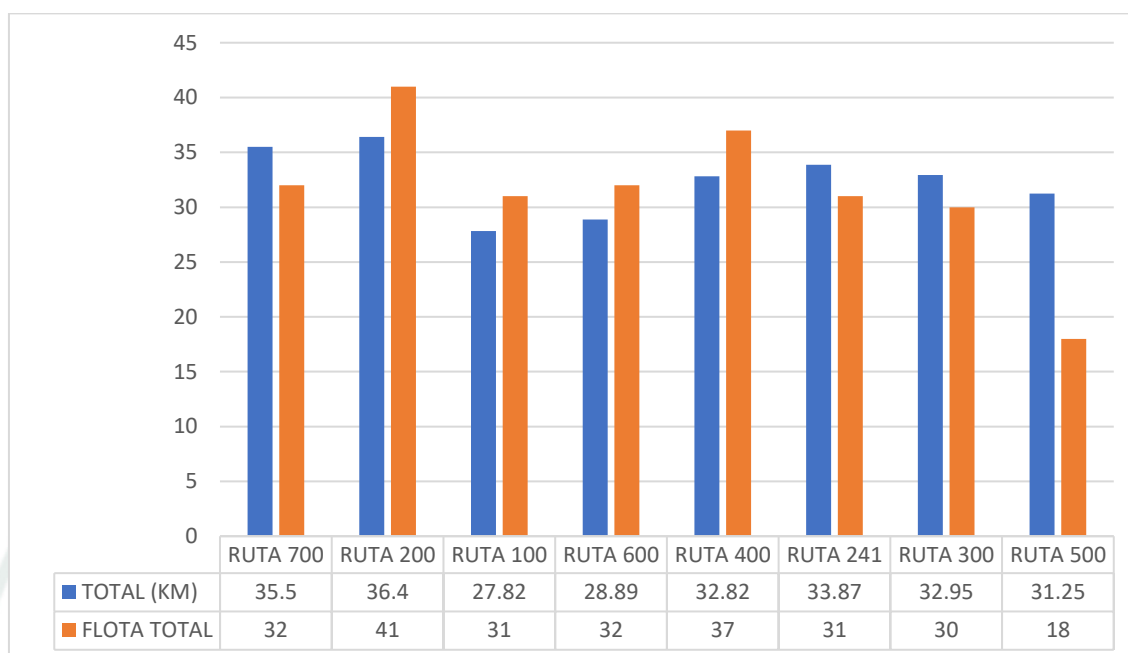
En el cuadro se puede apreciar que en la cuenca C3- Cayma las 6 rutas existentes que se aprecia en la tabla 25 pero algunas de las rutas se han subdividido en otras rutas completando un total de 9 rutas, para cubrir todo el distrito y trasladar a los usuarios hacia distintos puntos de Arequipa.

Viendo la flota nos damos cuenta que para la primera ruta E023a tiene 32 vehículos haciendo un total de 35.50 Km de recorrido, la ruta Ee26c tiene 41 vehículos haciendo un total de 36.40 Km de recorrido, la ruta E022b se subdivide en 2 rutas dando un total de 3 rutas en una sola, la primera ruta Dean Valdivia tiene 31 vehículos haciendo un total de 27.82 Km de recorrido, la segunda ruta Héroes del Cenepa tiene 32 vehículos haciendo un total de 28.89 Km de recorrido y la tercera ruta Chapi tiene 37 vehículos haciendo un total de 32.82 Km de recorrido, la ruta A000 se subdivide en 1 ruta más dando en total 2 rutas en una sola, la primera ruta T. Pesquero tiene 31 vehículos haciendo un total de 33.87 Km de recorrido, la segunda ruta es donde encontramos inconvenientes Casemiro Cuadros tiene 4 vehículos haciendo un total de 3.6 Km de recorrido, la ruta E001 tiene 30 vehículos haciendo un total de 32.95 Km de recorrido y por último la ruta A5 tiene 18 vehículos haciendo un total de 31.25 Km de recorrido.

Hay lugares donde las unidades no llegan y no les brindan el servicio, es donde entran los vehículos informales otras personas las denominan transporte alternativo debido a que ayudan muchísimo más al traslado de personas a sus hogares. Los vehículos informales acceden a lugares donde los transportistas de transcayma no llegan y es por lo cual los usuarios prefieren usar este tipo de transporte alternativo. También se observa en el cuadro en la parte de tipología vehicular, nos indica que los vehículos usados en transcayma deberían ser de tipo M3 para todas las rutas que ofrece, pero en la realidad se observa que cuentan con vehículos M2. La cuenca C3-Cayma optó por ampliar sus rutas ahora cuentan con más rutas que ya están aprobadas por la Municipalidad de Arequipa. Por lo cual esta aprobación que se dio genera una gran disputa entre los vehículos informales y los que pertenecen al SIT.

Figura 147

Rutas existentes antes del SIT



Nota. La figura representa la distribución de rutas de acuerdo con la tipología vehicular asignada a su operación.

De la tabla 147 se puede apreciar las coberturas que tiene transcayma en todo el distrito de Cayma, se colocó la ruta a la que pertenece cada cobertura y cuanto es el total de kilómetros que hace de recorrido cada ruta. La ruta 700 tiene un total de 35.5 km y una flota de 32 unidades. La ruta 200 tiene un total de 36.4 km y una flota de 41 unidades. La ruta 100 tiene un total de 27.82 km y una flota de 31 unidades. La ruta 600 tiene un total de 28.89 km y una flota de 32 unidades. La ruta 400 tiene un total de 32.82 km y una flota de 37 unidades. La ruta 241 tiene un total de 33.87 km y una flota de 31 unidades. La ruta 300 tiene un total de 32.95 km y una flota de 30 unidades. La ruta 500 tiene un total de 31.25 km y una flota de 18 unidades. Cabe resaltar que la ruta Casimiro Cuadros- Cercado- Avelino Cáceres- T. Terrestre Y Viceversa cuenta con un total de 3.60 km y debería contar con una flota activa de 4 vehículos; sin embargo, los hallazgos de la investigación han demostrado que dicha ruta, actualmente, no cuenta con ningún vehículo a su disposición.

Tabla 26***Captura de las rutas existentes antes del SIT***

N.º	Código Ruta	Cobertura	Código Empresa	Empresa
1	E001	1ro de junio (zona A) - cercado-Terminal Terrestre y Viceversa	EE001	Emp. Transp. Travic S.A. 18 u
2	E002A	Enace - Carmen Alto - Cercado y Viceversa	EE001	Emp. Transp. Travic S.A.
3	A000	Andres Avelino Caceres - Terminal Terrestre – Cayma - Zamacola – Bolivar - Sucre	EE001	Emp. Transp. Travic S.A.
4	B000	Seguro Social – Progreso – Zamacola - Rio Seco – Pesquero - Cayma	EE001	Emp. Transp. Travic S.A.
5	E004A	Margen Derecha Como Norte - Cerro Colorado - Cercado y Viceversa	EE002	Emp. Transp. Litoral S.A. (Tralsa)
6	E008B	Buenos Aires – V.A. Belaunde – Cercado y Viceversa	EE008	Emp. Transp. Santo Domingo
7	E009B	Buenos Aires – V.A. Belaunde – Cercado – T. Terrestre y Viceversa	EE008	Emp. Transp. Santo Domingo
8	E18A	Buenos Aires – Cayma – Cercado – T. Terrestre y Viceversa	EE018	Emp. Transp. Y Servicios Continental S.A. (Transconsa)
9	E022B	Alto Cayma – Cercado y Viceversa	EE019	Emp. Transp. Los Pioneros 60c
10	E023A	Alto Cayma – Cercado – T. Terrestre y Viceversa	EE019	Emp. Transp. Los Pioneros
11	E26A	Arequipa – Cayma – Tomilla – Jose Olaya y Viceversa	EE026	Emp. Transp. Florian S.A. 30u-20c
12	EE26C	Cayma – T. Terrestre y Viceversa	EE026	Emp. Transp. Florian S.A.
13	E33A	Victor A. Belaunde – Ciudad Mi Trabajo y Viceversa		SIN OPERADOR
14	E034	Dean Valdivia – Cayma - Centro	EE034	Emp. Transp. El Pacific S.A. 4u-5c
15	E034A	Dean Valdivia – Cayma - Centro	PE001	Emp. Transp. Y Servicios Divino Amanecer S.A. (Emtrasdia S.A.)

16	EE26C	Cayma – T. Terrestre y Viceversa	PE001	Emp. Transp. Y Servicios Divino Amanecer S.A. (Emtrasdia S.A.)
17	EE26D	Cayma – S. Social – Cercado y Viceversa	PE001	Emp. Transp. Y Servicios Divino Amanecer S.A. (Emtrasdia S.A.)
18	E026	Cayma – Miraflores – Cercado y Viceversa	PE009	Emp. Transp. Dean Valdivia S.A. 70u
19	E023A	Alto Cayma – Cercado – T. Terrestre y Viceversa	PE009	Emp. Transp. Dean Valdivia S.A.
20	PE06	Dean Valdivia – Cayma - Centro	PE016	Emp. Transp. Dean Valdivia S.A.
21	PE14	Cayma – Cerro Colorado y Viceversa	PE039	Emp. Transp. Servicios los Delfines Azules de Arequipa S.A.
22	PE15	Cayma – Cerro Colorado y Viceversa	PE039	Emp. Transp. Servicios los Delfines Azules de Arequipa S.A.

Nota. La tabla representa la red de rutas de transporte público en operación antes de la implementación del Sistema Integrado de Transporte (SIT). Fuente: Matriz de rutas de transporte público urbano del distrito de Cayma.

En la tabla 26 se muestra las 22 rutas de Cayma anuladas con la OM 1076-2017-MPA, de las cuales las resaltadas como la número 1, número 3, número 9, número 10 y la número 12 pasaron a ser operadas por el concesionario Transcayma, algunas repetidas y otras abandonadas, fueron reducidas a 06 denominadas “optimizadas”, eliminando aquellas que no eran rentables para el operador del SIT, reduciendo la oferta de flota y dejando varios sectores poblados sin servicio.

Donde se realizaron estudios para poder determinar la flota que se va a colocar por cada cuenca que hay en el SIT:

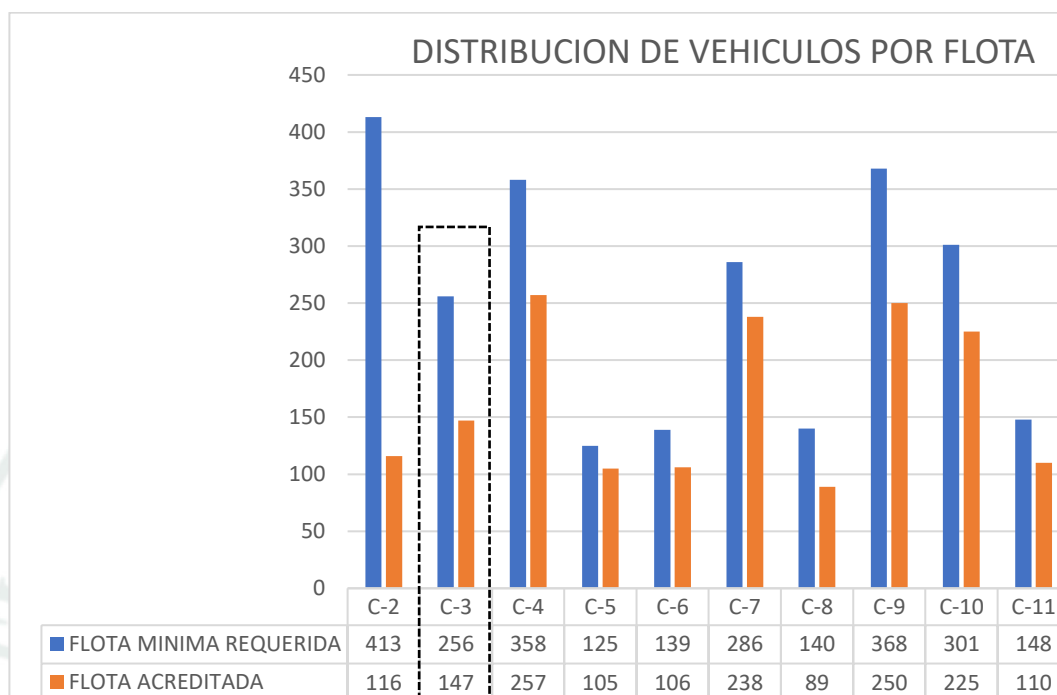
Tabla 27.*Unidades de negocio perteneciente al SIT*

Unidad De Negocio	Cuenca	Flota Mínima Requerida	Flota Acreditada	%Flota Acreditada
C-2	Cono Norte	413	116	28%
C-3	Cayma	256	147	57%
C-4	Alto Selva Alegre - Miraflores	358	257	72%
C-5	Mariano Melgar	125	105	84%
C-6	Paucarpata – Miguel Grau	139	106	76%
C-7	Paucarpata – Ciudad Blanca	286	238	83%
C-8	Sabandia - Characato	140	89	64%
C-9	Socabaya	368	250	68%
C-10	Hunter – Sachaca – Tiabaya	301	225	75%
C-11	Pachacútec	148	110	74%
Total		2534	1643	65%

Nota. La tabla presenta la distribución de la flota acreditada entre las unidades de negocio que integran al SIT. Fuente: Informe de Plan de Optimización de la red de rutas de Transporte Público en la ciudad de Arequipa (MPA,2009, p.11).

Figura 148

Distribución de vehículos por flota

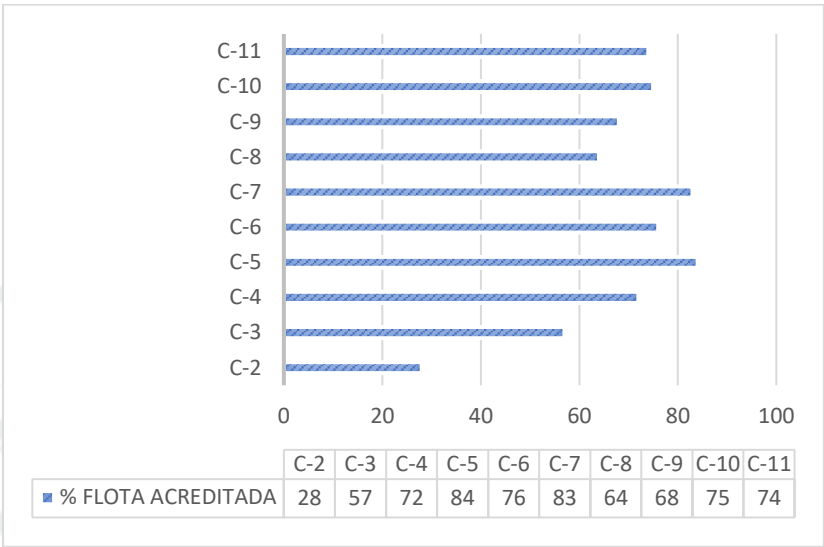


Nota. La figura muestra la distribución de la flota vehicular acreditada del SIT. Fuente: Informe de Plan de Optimización de la red de rutas de Transporte.

En la figura 148 se puede apreciar la flota mínima requerida y flota acreditada que tiene cada por cada cuenca perteneciente al SIT, la cuenca C-2 debería de contar con una flota mínima de 413 pero su flota acreditada es de 116, la cuenca C-3 debería de contar con una flota mínima de 256 pero su flota acreditada es de 147, la cuenca C-4 debería de contar con una flota mínima de 358 pero su flota acreditada es de 257, la cuenca C-5 debería de contar con una flota mínima de 125 pero su flota acreditada es de 105, la cuenca C-6 debería de contar con una flota mínima de 139 pero su flota acreditada es de 106, la cuenca C-7 debería de contar con una flota mínima de 286 pero su flota acreditada es de 238, la cuenca C-8 debería de contar con una flota mínima de 140 pero su flota acreditada es de 89, la cuenca C-9 debería de contar con una flota mínima de 368 pero su flota acreditada es de 250, la cuenca C-10 debería de contar con una flota mínima de 301 pero su flota acreditada es de 225 y la cuenca C-11 debería de contar con una flota mínima de 148 pero su flota acreditada es de 110.

Figura 149

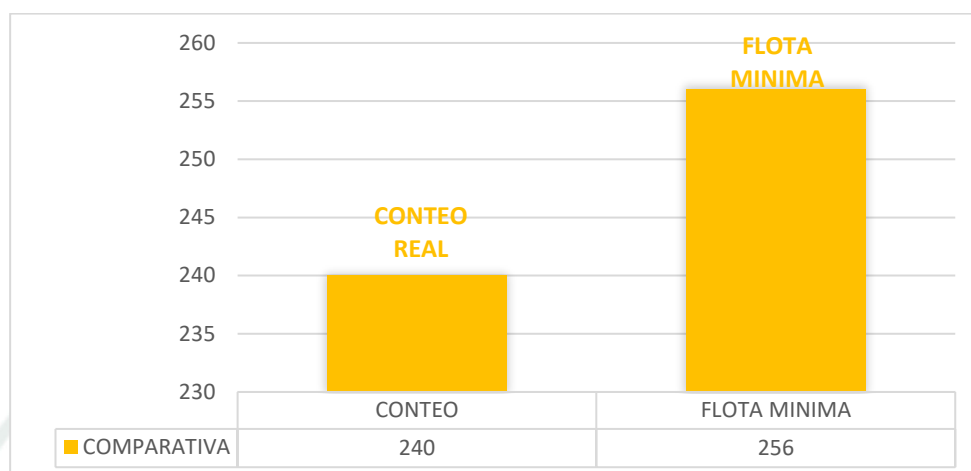
Porcentaje acreditado de las rutas en el plan de optimización



Nota. La figura representa la participación porcentual de las rutas acreditadas dentro del plan de optimización. Fuente: Informe de Plan de Optimización de la red de rutas de Transporte.

De acuerdo al porcentaje de las rutas que existen en el SIT, se aprecia que la cuenca C-2 está con el 28% de acreditación de vehículos, la cuenca C-3 está con el 57% de acreditación de vehículos, la cuenca C-4 está con el 72% de acreditación de vehículos, la cuenca C-5 está con el 84% de acreditación de vehículos, la cuenca C-6 está con el 76% de acreditación de vehículos, la cuenca C-7 está con el 83% de acreditación de vehículos, la cuenca C-8 está con el 64% de acreditación de vehículos, la cuenca C-9 está con el 68% de acreditación de vehículos, la cuenca C-10 está con el 75% de acreditación de vehículos y la cuenca C-11 está con el 74% de acreditación de vehículos. Según estos datos nos indica que la cuenca que entro al SIT con mejor cantidad de vehículos acreditados es la cuenca C-5 y la cuenca que entro con la menor cantidad de vehículos acreditados es de la cuenca C-2.

Para la comparativa de flotas compararemos los datos que se tiene en el plan de optimización, la comparativa del estudio se realizó en campo con el conteo de vehículos:

Figura 150*Comparativa de flota vehicular*

Nota. La figura representa la comparación entre flota vehicular observada y la flota mínima requerida, permitiendo identificar un posible déficit o excedente del servicio.

En la imagen 150 se puede apreciar que la flota mínima requerida en la cuenca C-3 Cayma es 256 vehículos, realizando un conteo vehicular se encontraron 240 vehículos dando una diferencia de 16 vehículos para completar la flota mínima requerida según el informe de plan de optimización de la red de rutas de transporte público en la ciudad de Arequipa.

Tabla 28*Estadística Descriptiva*

Variable	N	N*	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Q1
VIAJES	81	0	77.6914	5.64045	50.7641	2576.99	65.34	3	40
UNID_OPER	81	0	23.6173	1.49851	13.4866	181.889	57.10	1	13.5
DISTANCIA	81	0	17.4080	0.236803	2.13123	4.54214	12.24	12.57	15.57
MEDIA_DEMORA	81	0	29.8346	1.07761	9.69850	94.0609	32.51	10.8116	23.8838
Variable	Mediana	Q3	Máximo	IQR	Modo	N para moda			
VIAJES	61	120	175	80	54	4			
UNID_OPER	18	36	50	22.5	14	7			
DISTANCIA	17.92	19.48	20.03	3.91	15.51	13			
MEDIA_DEMORA	29.2074	33.7427	86.3599	9.85895	*	0			

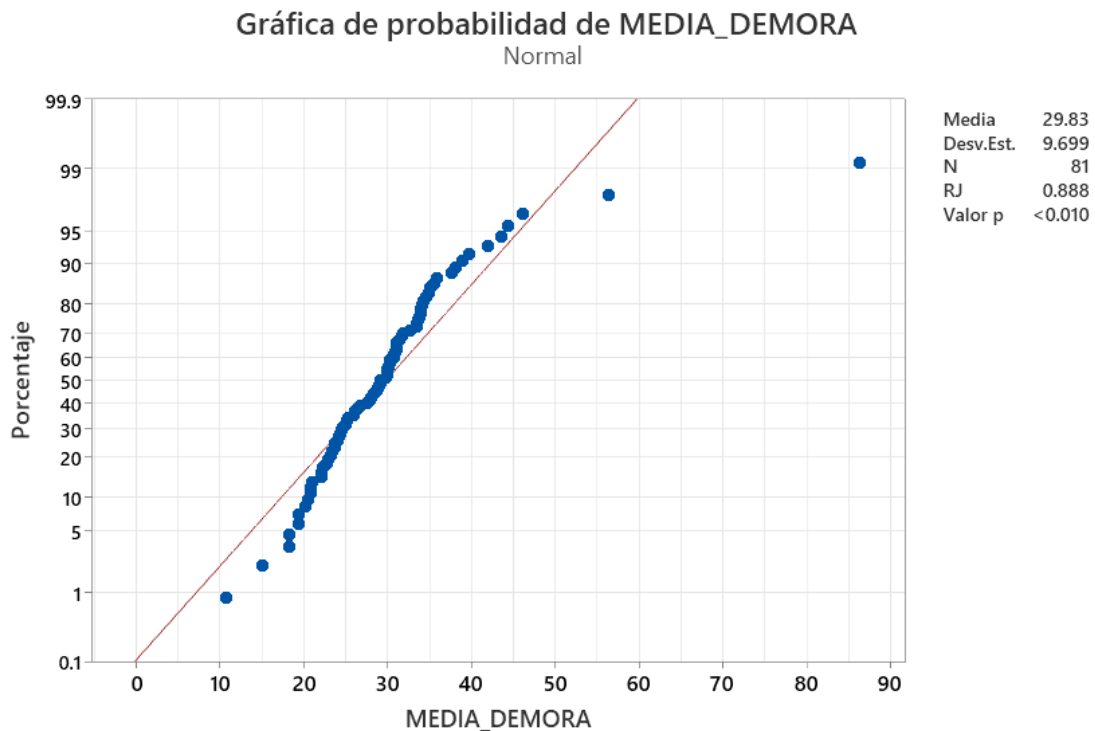
Nota. La tabla resumen de estadísticas descriptivas de 81 observaciones analizadas.

En la tabla 22 se evaluaron 81 elementos por cada variable. La media para la variable Viajes es de 77.69 dando diferencias importantes en la cantidad de recorridos por las rutas. Las Unid_Oper registraron una media de 23.62 vehiculos. La distancia presento una media

de 17.41 km, mostrando una menor variabilidad. Por su parte, la Media_Demora tiene un promedio de 29.83 minutos, indicando que los tiempos de retraso tienen diferencias considerables en todas las rutas estudiadas.

Figura 151

Gráfica de Probabilidad Normal de la Media Demora



Nota. La gráfica (RJ = 0.888; $p < 0.010$; $n = 81$) permite evaluar la normalidad de la variable Media_Demora para seleccionar las pruebas estadísticas adecuadas.

En la figura 151 se observa la gráfica de probabilidad normal correspondiente a la variable Media_Demora. Al analizar la distribución de datos, se aprecia que no se ajustan completamente a la línea de referencia teórica, lo que evidencia una desviación respecto a una distribución normal. De igual manera la prueba Ryan-Joiner arroja una estadística de $RJ = 0.888$ y un valor $p < 0.010$, resultado que permite rechazar la hipótesis nula de normalidad. En consecuencia, se determina que la variable Media_Demora no presenta una distribución normal, motivo por el cual su análisis se empleara técnicas estadísticas no paramétricas en los análisis posteriores.

Tabla 29*Ecuación de regresión*

$$\text{MEDIA_DEMORA} = 22.1 + 0.0746 \text{ VIAJES} - 0.203 \text{ UNID_OPER} + 0.384 \text{ DISTANCIA}$$

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	22.1	10.1	2.19	0.031	
VIAJES	0.0746	0.0389	1.92	0.059	3.35
UNID_OPER	-0.203	0.145	-1.40	0.167	3.30
DISTANCIA	0.384	0.533	0.72	0.473	1.11

El modelo de regresión lineal múltiple evalúa la influencia de las variables VIAJES, UNID_OPER y DISTANCIA sobre la MEDIA_DEMORA.

Tabla 30*Resumen del modelo*

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
9.64254	4.86%	1.15%	0.00%

Nota. Las observaciones 40, 47 y 54 presentan residuos estandarizados (Z) fuera del rango de referencia (± 2), evidenciando posibles observaciones atípicas con influencia en el comportamiento del modelo. El modelo presenta un R^2 de 4.86% y un R^2 ajustado de 1.15%, indicando una baja capacidad explicativa de las variables incluidas.

Tabla 31*Análisis de Varianza*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	3	365.53	121.84	1.31	0.277
VIAJES	1	342.38	342.38	3.68	0.059
UNID_OPER	1	181.02	181.02	1.95	0.167
DISTANCIA	1	48.33	48.33	0.52	0.473
Error	77	7159.35	92.98		
Falta de ajuste	74	7114.71	96.14	6.46	0.074
Error puro	3	44.64	14.88		
Total	80	7524.87			

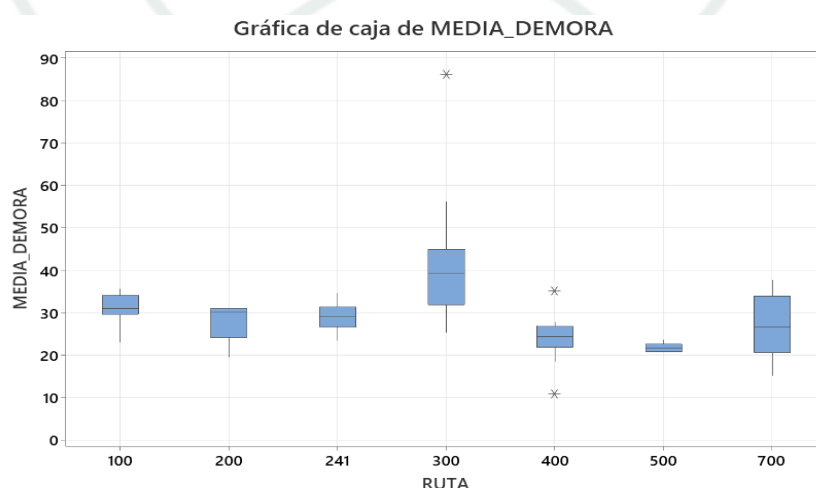
Nota. El análisis de varianza muestra que el modelo no es estadísticamente significativo ($p = 0.277$), por lo que las variables evaluadas no explican de manera significativa la variabilidad de la demora promedio.

Tabla 32*Ajustes y diagnósticos para observaciones poco comunes*

Obs	MEDIA_DEMORA	Ajuste	Resid	Resid est.	
40	56.41	29.21	27.20	2.85	R
47	86.36	29.24	57.12	5.98	R
54	10.81	29.69	-18.88	-2.01	R

Nota. Las observaciones 40, 47 y 54 presentan residuos estandarizados (Z), evidenciando posibles observaciones atípicas con influencia en el comportamiento del modelo.

Se presentan los resultados del modelo de regresión lineal múltiple estimado para explicar la variable MEDIA_DEMORA. Los resultados muestran que ninguna de las variables explicativas alcanza significancia estadística al nivel de 95%, aunque la variable VIAJES presenta una relación positiva cercana a la significancia. Asimismo, el modelo posee un bajo poder explicativo, evidenciado por un R-cuadrado de 4.86% y un R-cuadrado ajustado de 1.15%, lo que indica que las variables incluidas explican una proporción reducida de la variabilidad en la media de demora. El análisis de varianza confirma que el modelo global no es estadísticamente significativo ($p = 0.277$). Los resultados indican que la demora del sistema de transporte está influenciada por factores adicionales no considerados en el modelo actual.

Figura 152*Grafica de Media Demora*

Nota. El diagrama de caja permite comparar la distribución, dispersión y valores atípicos de la Media_Demora entre las diferentes rutas.

En la figura 152 se observa que la ruta 300 registra la mayor Media_Demora, además de presentar una dispersión más amplia en comparación a las demás rutas, lo que evidencia una mayor variabilidad en los tiempos de demora. Del mismo modo, se identifican valores atípicos que reflejan demoras inusuales en determinados recorridos. Por otro lado, las rutas 400 y 500 registran los menores niveles de retraso, mientras que las rutas 100, 200, 241 y 700 presentan valores intermedios dentro del conjunto analizado.

Tabla 33

Estadísticas Descriptivas

RUTA	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
100	14	30.9656	49.9	1.55
200	5	30.0593	37.8	-0.31
241	14	29.2040	42.3	0.22
300	14	39.3911	66.7	4.50
400	14	24.3652	23.2	-3.11
500	6	21.6066	12.2	-3.12
700	14	26.6842	36.4	-0.80
General	81		41.0	

Nota: Los valores Z permiten identificar rutas con medias superiores o inferiores al promedio general de demora (41.0 minutos).

En la tabla 33 podemos apreciar que la ruta que presenta mayor mediana es la 300 con 39.39 minutos. En contraste, la ruta 500 presenta la menor mediana con 21.61 minutos. Estos resultados nos ayudan a identificar que rutas presentan mayores dificultades operativas y requieren atención prioritaria.

Hipótesis nula

H₀: Todas las medianas son iguales

Hipótesis alterna

H₁: Al menos una mediana es diferente

GL

Valor H

Valor p

6

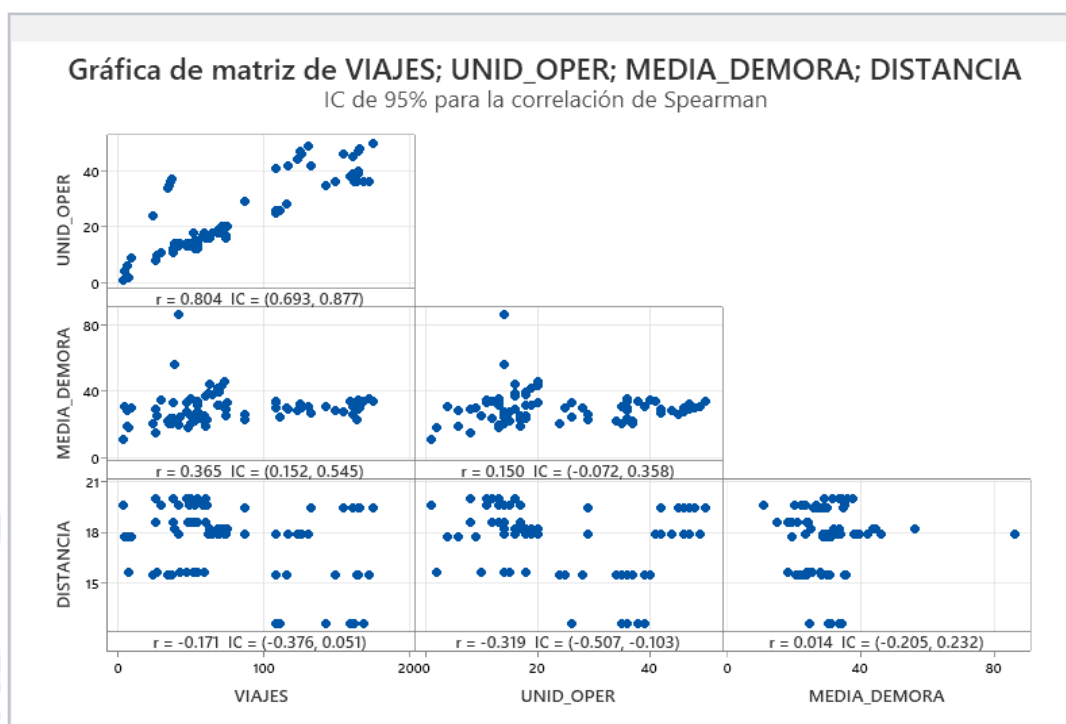
36.39

0.000

En la prueba de Kruskal-Walli, se obtuvo un valor estadístico H de 36.39 y un Valor p de 0.000. debido a que este valor determinado en p es menor a 0.005, se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas entre las rutas a la demora promedio, esto nos indica que el comportamiento de las rutas no es homogéneo.

Figura 153

Grafica de Matriz de Viajes



Nota: La matriz permite visualizar la dirección y magnitud de las correlaciones de Spearman entre las variables analizadas para identificar posibles asociaciones.

Método

Tipo de correlación Spearman
Número de filas 81
utilizadas:

Correlaciones

	VIAJES	UNID_OPER	MEDIA_DEMORA	DISTANCIA
UNID_OPER	0.804			
MEDIA_DEMORA	0.365	0.150		
DISTANCIA	-0.171	-0.319	0.014	

En la figura 159 se presenta la matriz de correlación de Spearman entre las variables Viajes, Unidades Operativas (UNID_OPER), Media_Demora y Distancia. Los resultados muestran que la relación entre Unidades Operativas y Viajes es positiva y de alta magnitud ($r = 0.804$), lo que indica un mayor número de unidades operativas se asocia con una mayor cantidad de viajes realizados.

En cuanto a la relación entre Viajes y Media_Demora, se obtuvo un coeficiente de $r = 0.365$, evidenciando una correlación positiva de magnitud moderada. Este resultado indica que, conforme aumenta el número de viajes realizados, existe una tendencia a incrementarse la demora promedio.

Por su parte, la asociación entre Unidades Operativas y Media_Demora alcanzó un coeficiente de $r = 0.150$, reflejando una correlación positiva débil. Esto indicando que el aumento de unidades operativas no explica de manera significativa las variaciones en retrasos.

Finalmente, la correlación entre Distancia y Media_Demora fue de $r = 0.014$, valor prácticamente nulo que indica la inexistencia de una relación apreciable entre ambas variables. En términos generales, los resultados muestran que la asociación más fuerte se presenta entre el número de unidades operativas y la cantidad de viajes realizados.

Teniendo los coeficientes de spearman, nos demuestra que al aumentar más unidades el tiempo de demora en la ruta seguirá siendo el mismo, la relación que tiene más sentido es mientras más unidades se aumentara el número de viajes.

Tabla 34

Estadísticos descriptivos: MEDIA_DEMORA

	Error estándar de								
Variable	RUTA	N	N*	Media	la media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana
MEDIA_DEMORA	100	14	0	30.8634	0.986268	3.69028	23.0034	29.6157	30.9656
	200	5	0	28.0561	2.20178	4.92332	19.4028	24.0940	30.0593
	241	14	0	29.2755	0.839590	3.14146	23.3946	26.6746	29.2040
	300	14	0	41.9981	4.02238	15.0504	25.0785	31.8514	39.3911
	400	14	0	23.8623	1.45197	5.43278	10.8116	21.8222	24.3652
	500	6	0	21.7758	0.485086	1.18821	20.6108	20.8008	21.6066
	700	14	0	27.2625	1.96003	7.33377	15.0732	20.5449	26.6842
Variable	RUTA	Q3		Máximo					
MEDIA_DEMORA	100	34.0505		35.6222					
	200	31.0167		31.05					
	241	31.3109		34.574					
	300	44.8805		86.3599					
	400	26.7469		35.0246					
	500	22.5842		23.7817					
	700	33.8842		37.7041					

Nota. La ruta 300 presenta la mayor demora promedio (41.99 min) y la ruta 500 la menor (21.78 min).

En la tabla 34 se evaluaron 81 elementos para cada variable como Media_Demora. La media para la ruta 100 es de 30.8 minutos, para la ruta 200 es de 28.06 minutos, para la ruta 241 es de 29.28 minutos, para la ruta 300 es de 41.99 minutos, para la ruta 400 tiene una media de 23.86 minutos, para la ruta 500 una media de 21.78 minutos y para la última ruta que es la 700 tiene una media de 27.26 minutos.

La ruta 300 registro la mayor demora promedio con 41.99 minutos, así como la mayor dispersión de datos 15.05, evidenciando problemas de regularidad en la operación. La ruta 500 registro la menor demora promedio de 21.78 minutos y la menor variabilidad de 1.19, reflejando un comportamiento más estable y eficiente.

Tabla 35

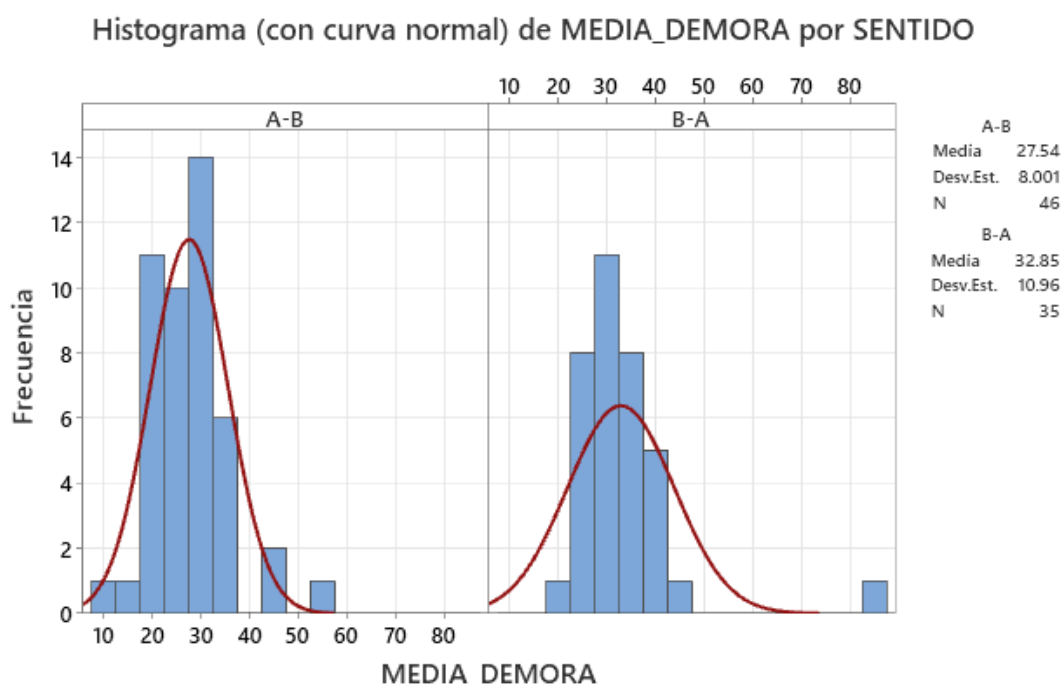
Estadísticos descriptivos: MEDIA_DEMORA

Error estándar de la media									
Variable	SENTIDO	N	N*	Media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	
MEDIA_DEMORA	A-B	46	0	27.5378	1.17973	8.00129	10.8116	22.1799	27.4619
	B-A	35	0	32.8532	1.85218	10.9576	18.3324	26.8638	31.1464
Variable	SENTIDO	Q3		Máximo					
MEDIA_DEMORA	A-B	31.2149		56.4113					
	B-A	34.574		86.3599					

Nota. La demora promedio es mayor en el sentido B-A (32.85 min) que en el sentido A-B (27.54 min).

Figura 154

Histograma por sentido: MEDIA_DEMORA

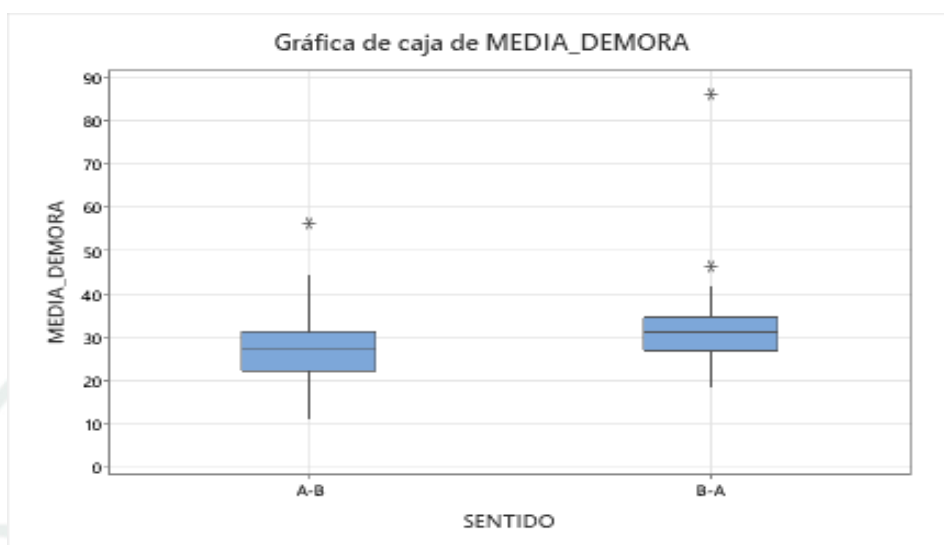


Nota: El histograma permite visualizar la distribución de la Media_Demora según el sentido de circulación y comparar su comportamiento entre los grupos analizados.

En la figura 154 se muestra el histograma de la variable Media_Demora según el sentido de circulación A-B Y B-A. Los resultados evidencian que el sentido B-A presenta una demora superior promedio de 32.85 minutos, en comparación con el sentido A-B aproximado de 27.54 minutos. Asimismo, el sentido B-A presenta una mayor dispersión de los datos con una desviación estándar de 10.96, mientras que en el sentido A-B es de 8.001, evidenciando una mayor variabilidad en los tiempos de demora. Además, se aprecia la presencia de valores elevados en el sentido B-A, lo que sugiere la ocurrencia de retrasos atípicos en determinados recorridos.

Figura 155

Grafica de caja de Media Demora

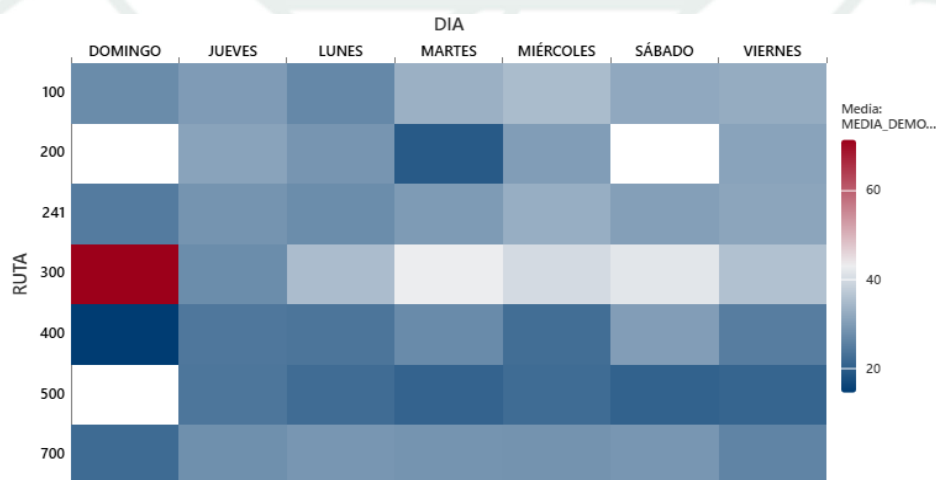


Nota: El diagrama de caja permite comparar la distribución, dispersión y presencia de valores atípicos de la Media_Demora entre los sentidos de circulación.

En la Figura 155 se observa que el sentido de circulación B-A presenta una mediana de demora superior a la del sentido A-B, además de una mayor dispersión de los datos y la presencia de valores atípicos de mayor magnitud. Estos resultados evidencian una menor estabilidad en los tiempos de recorrido del sentido B-A, mientras que el sentido A-B muestra un comportamiento más homogéneo y una menor variabilidad en la demora registrada.

Figura 156

Mapa de Calor Ruta vs Media Demora



Nota: El mapa de calor permite identificar la variación de la Media_Demora según la combinación de ruta y día de la semana mediante una escala de colores.

En la Figura 156 se presenta el mapa de calor de la Media_Demora en función de la combinación entre la ruta y el día de la semana. Se observa que la ruta 300 tiene los mayores niveles de demora, destacando especialmente el domingo, donde se registran los valores más elevados representados por tonalidades rojas. Este comportamiento podría relacionarse con una menor afluencia de pasajeros durante esa jornada, ocasionando mayores tiempos de espera para completar el abordaje de pasajeros y mantener la rentabilidad del servicio. Por otro lado, las rutas 400 y 500 presentan menores valores de demora en los días en que operan, reflejando un comportamiento más estable en comparación con el resto de las rutas analizadas.

Tabla 36
Estadísticas

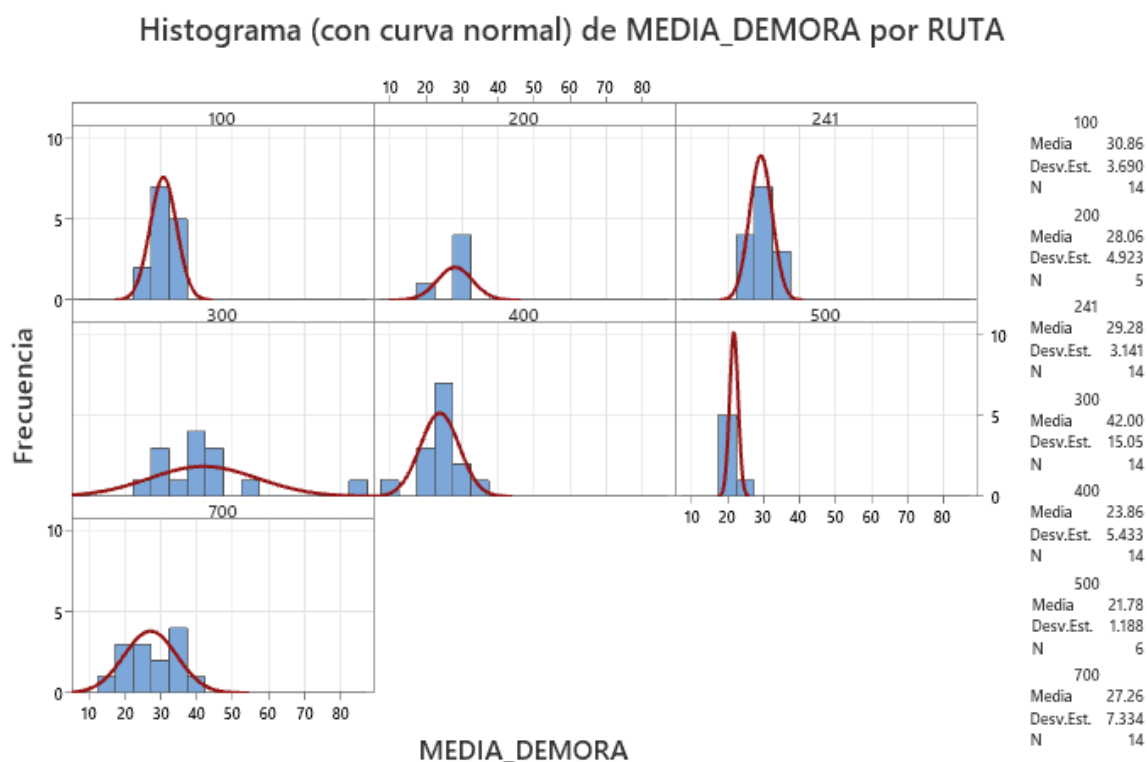
Error estándar de									
Variable	RUTA	N	N*	Media	la media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana
MEDIA_DEMORA	100	14	0	30.8634	0.986268	3.69028	23.0034	29.6157	30.9656
	200	5	0	28.0561	2.20178	4.92332	19.4028	24.0940	30.0593
	241	14	0	29.2755	0.839590	3.14146	23.3946	26.6746	29.2040
	300	14	0	41.9981	4.02238	15.0504	25.0785	31.8514	39.3911
	400	14	0	23.8623	1.45197	5.43278	10.8116	21.8222	24.3652
	500	6	0	21.7758	0.485086	1.18821	20.6108	20.8008	21.6066
	700	14	0	27.2625	1.96003	7.33377	15.0732	20.5449	26.6842
Variable	RUTA	Q3		Máximo					
MEDIA_DEMORA	100	34.0505		35.6222					
	200	31.0167		31.05					
	241	31.3109		34.574					
	300	44.8805		86.3599					
	400	26.7469		35.0246					
	500	22.5842		23.7817					
	700	33.8842		37.7041					

Nota. El análisis de las medias por ruta evidencia que la ruta 300 registra la mayor demora promedio, diferenciándose significativamente del resto de rutas evaluadas.

Los resultados están mostrando diferencias significativas entre las rutas. La ruta 300 es la que tiene mayor demora y mayor variabilidad, mientras que la ruta 500 presenta el mejor desempeño operativo por la menor cantidad de retraso, esto se debe a que solo tiene ruta de A-B mas no de regreso B-A por lo cual tiene menor cantidad de unidades debido a que no debe tener mayor demanda de usuarios.

Figura 157

Histograma de Media Demora por Ruta

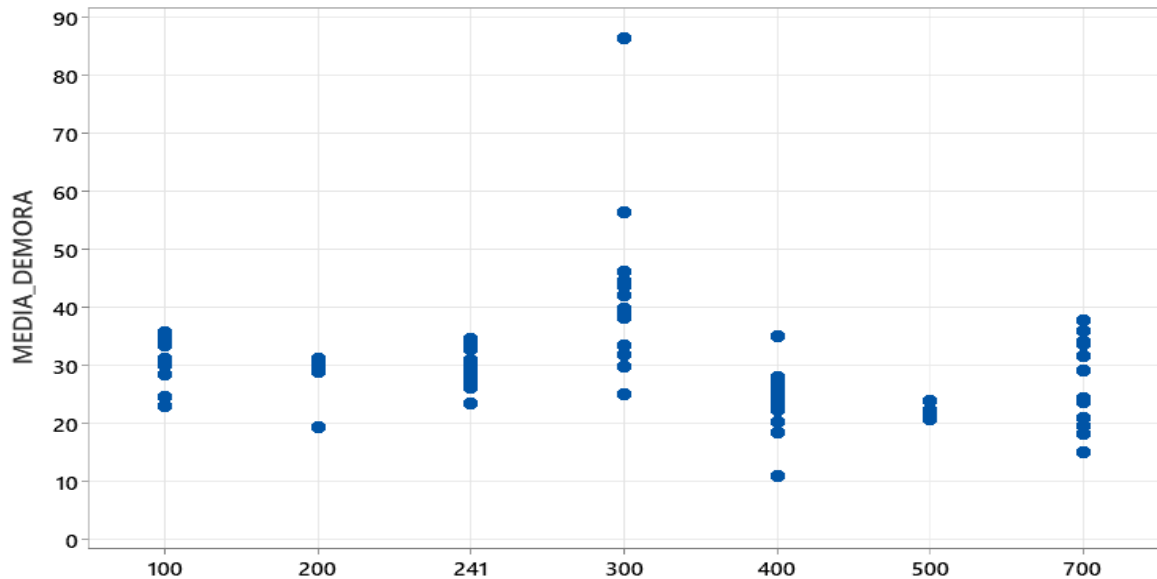


Nota: El histograma permite visualizar la distribución y variabilidad de la Media_Demora en cada ruta.

En la Figura 157 se observa que la distribución de la Media_Demora difiere entre las rutas analizadas. La ruta 300 presenta la mayor variabilidad en los tiempos de demora, reflejada en una mayor dispersión de los datos y una desviación estándar de 15.05 minutos, superior a la registrada en las demás rutas. Además, presenta una media de demora de 42.00 minutos, siendo la más elevada del conjunto analizado. Por otro lado, las rutas 100, 241 y 500 muestran distribuciones más concentradas alrededor de sus valores medios, lo que evidencia un comportamiento más uniforme. La ruta 700 presenta una variabilidad moderada, mientras que las rutas 200 y 400 muestran una dispersión intermedia en comparación con el resto de rutas.

Figura 158

Gráfica de valores individuales de MEDIA_DEMORA

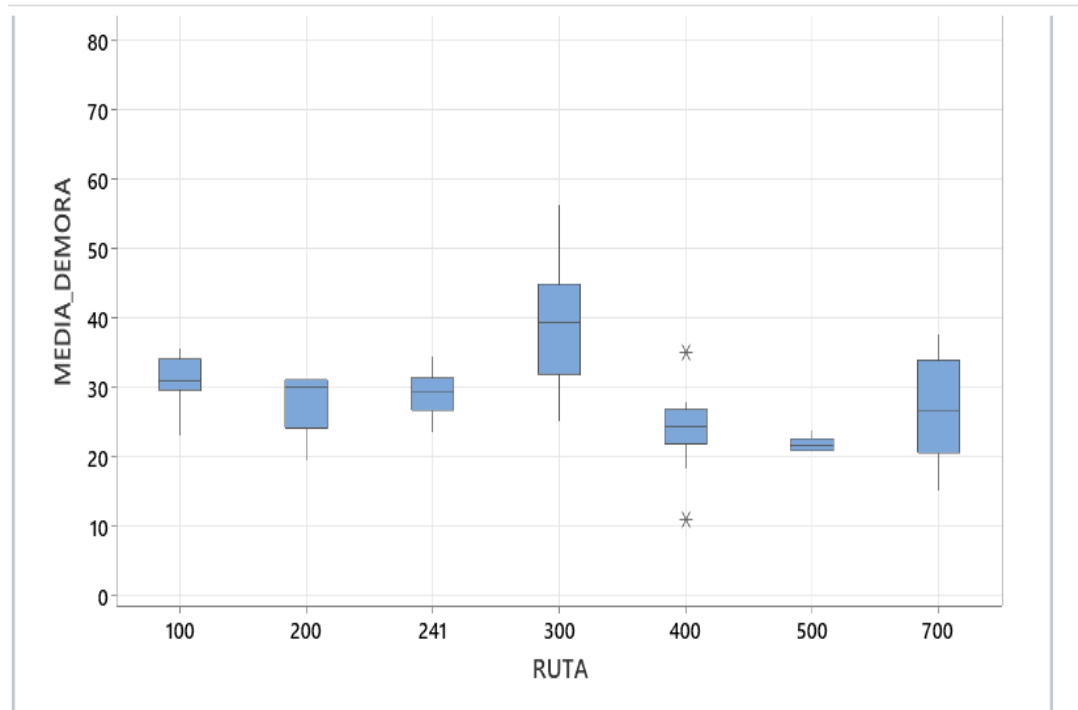


Nota: La gráfica permite identificar la distribución de los valores observados y posibles valores extremos de la Media_Demora por ruta.

En la Figura 158 se presentan los valores individuales de la variable Media_Demora para cada ruta evaluada. Se observa que la ruta 300 presenta los mayores niveles de demora, alcanzando valores cercanos a 87 minutos, además de presentar una mayor dispersión respecto a las demás rutas. Las rutas 100, 200, 241, 400, 500 y 700 muestran valores más concentrados dentro de rangos inferiores, reflejando una menor variabilidad en los tiempos de demora. Asimismo, la presencia de observaciones elevadas en la ruta 300 pone de manifiesto la presencia de retrasos significativos en determinados recorridos, diferenciando su comportamiento del resto de rutas evaluadas.

Figura 159

Grafica de caja MEDIA_DEMORA

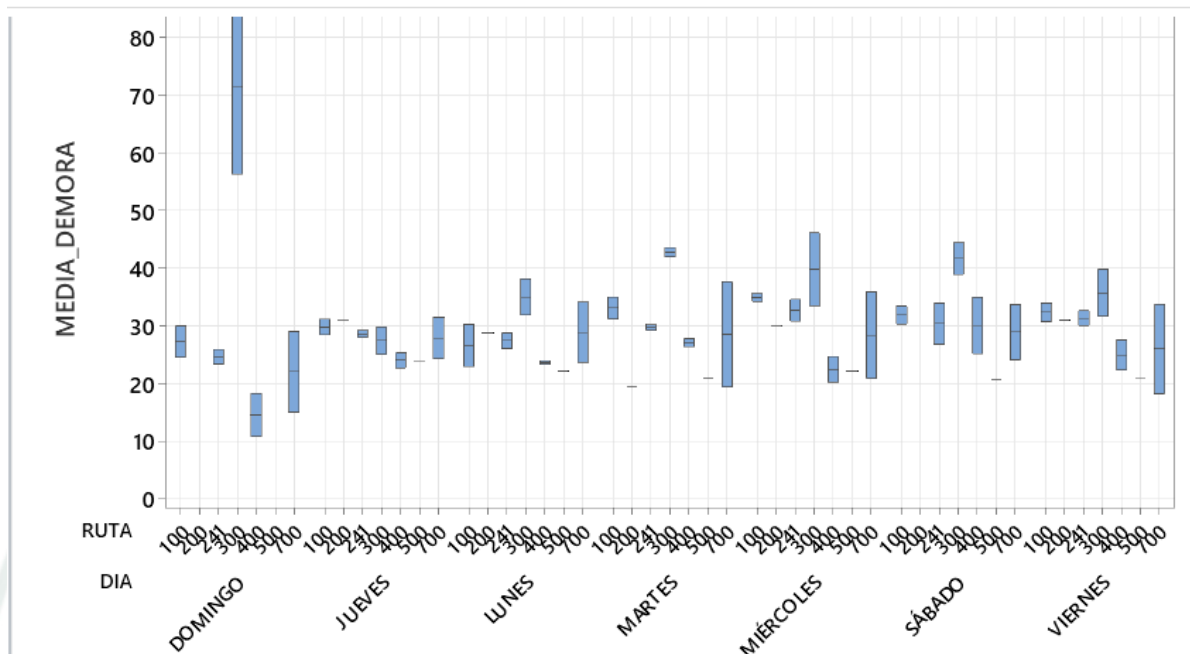


Nota: El diagrama de caja permite comparar la dispersión, tendencia central y valores atípicos de la Media_Demora entre las rutas analizadas.

En la Figura 159 se observa que la ruta 300 presenta la mayor mediana de demora y la mayor dispersión de los datos, evidenciando una mayor variabilidad en los tiempos de recorrido respecto a las demás rutas. Asimismo, las rutas 100, 200, 241 y 400 presentan niveles intermedios de demora, mientras que la ruta 500 muestra los menores valores y una distribución más concentrada, reflejando un comportamiento más homogéneo y estable. Adicionalmente, se identifican valores atípicos en la ruta 400, los cuales ponen de manifiesto la existencia de demoras inusuales en algunos recorridos específicos.

Figura 160

Grafica de caja de MEDIA_DEMORA

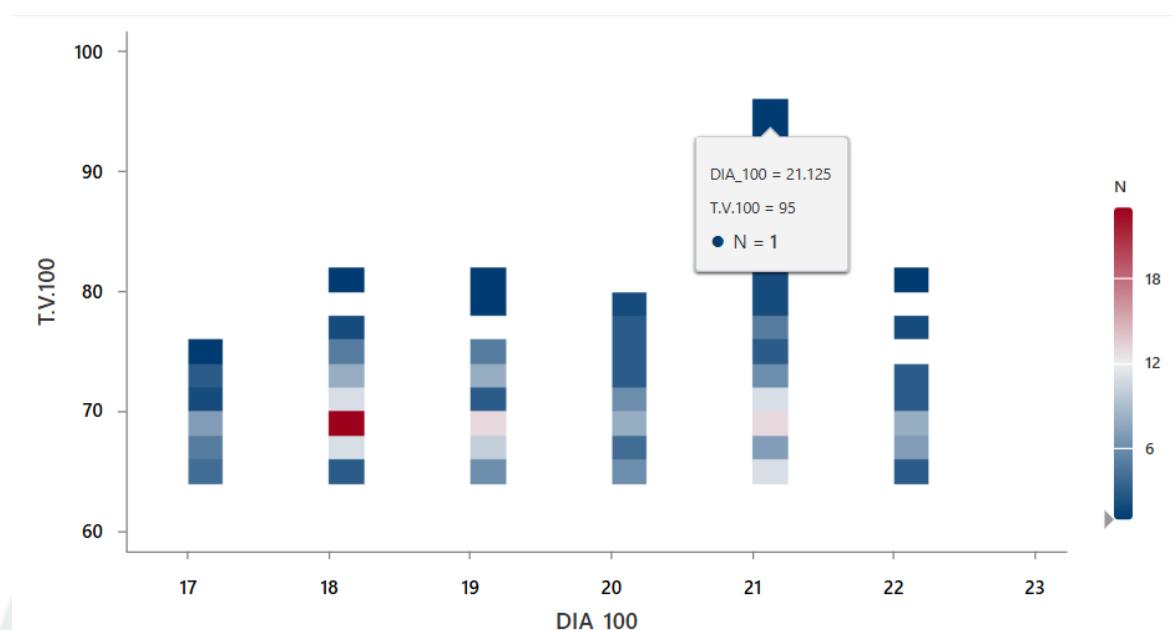


Nota: El diagrama de caja permite analizar la distribución de la Media_Demora considerando simultáneamente la ruta y el día de operación.

En la Figura 160 se observa la variación de la Media_Demora para cada ruta según el día de la semana. Los resultados evidencian que el comportamiento de las demoras no es uniforme entre días y rutas, presentándose diferencias en la dispersión y en los valores centrales de los tiempos de retraso. Destaca la presencia de mayores niveles de demora en determinadas combinaciones de ruta y día, especialmente en la ruta 300, lo que sugiere que factores operativos y condiciones de circulación pueden influir significativamente en el desempeño del servicio. Asimismo, se aprecia que algunos días presentan una mayor variabilidad de los tiempos de demora, reflejando condiciones de operación menos estables.

Figura 161

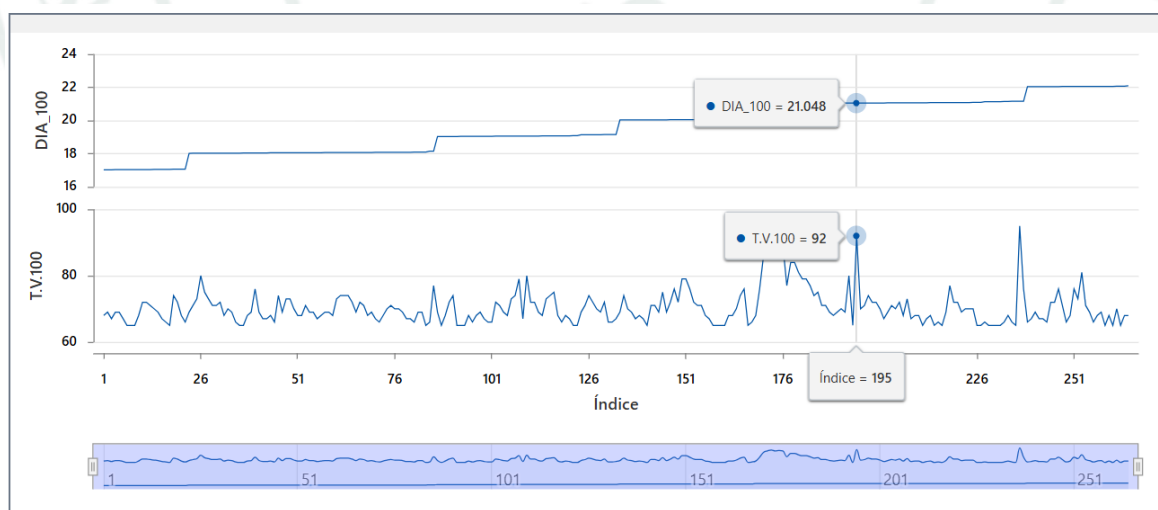
Gráfica de dispersión dividida en clases de T.V.100 vs. DIA_100



Nota: La grafica de dispersión permite ver la distribución de los tiempos de viaje en la ruta 100 de A-B en función a la semana evaluada.

Figura 162

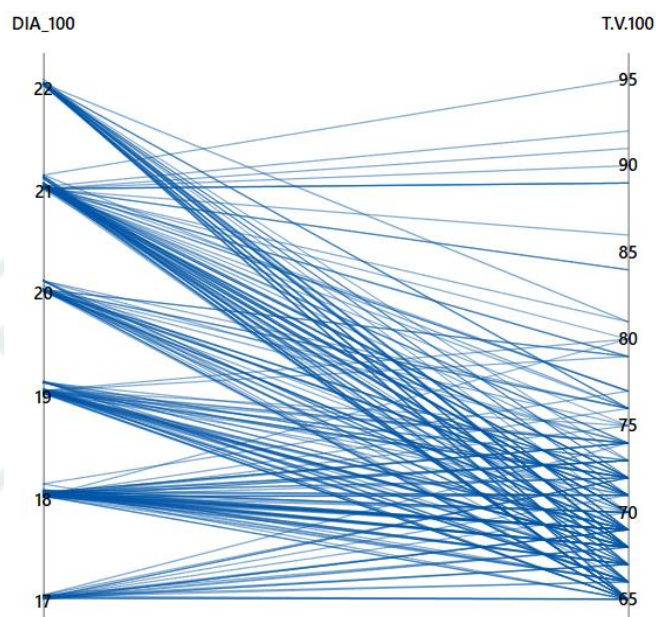
Gráfica de series de tiempo de DIA_100; T.V.100



Nota: La grafica de series de tiempo muestra la evolución de los tiempos de viaje de la ruta 100 a lo largo de la semana evaluada

Figura 163

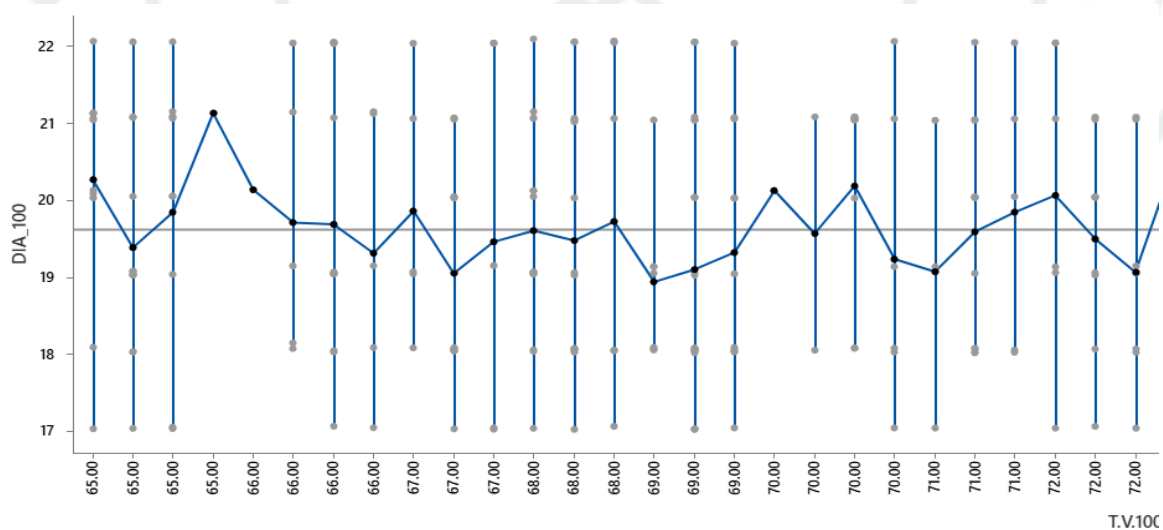
Gráfica de coordenadas paralelas de DIA_100; T.V.100

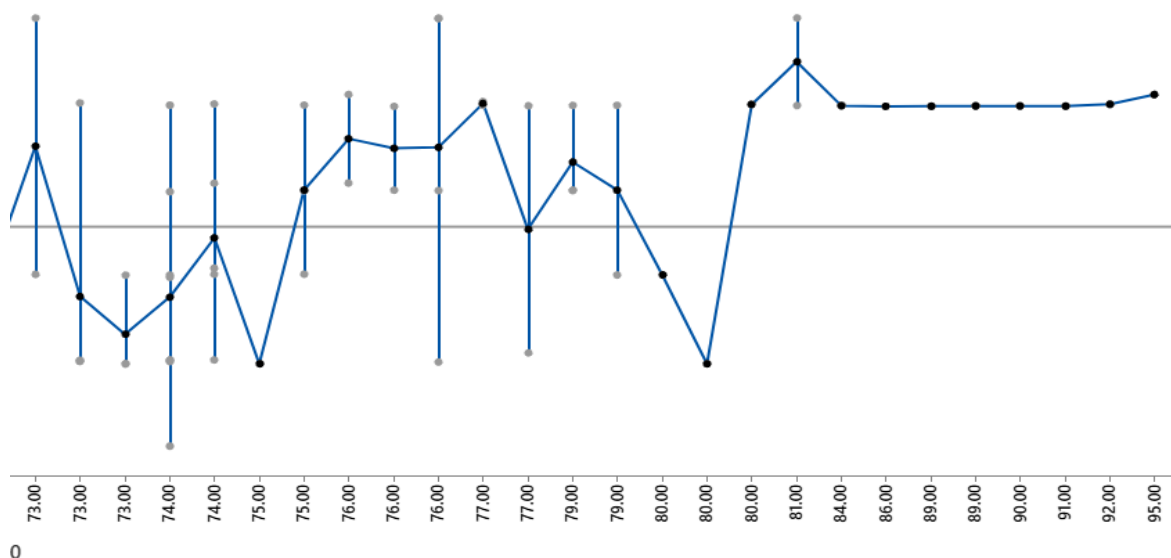


Nota: La grafica de coordenadas paralelas permite visualizar simultáneamente la relación entre los días evaluados y los tiempos de viaje de la ruta 100

Figura 164

Gráfica de variabilidad para DIA_100 por T.V.1



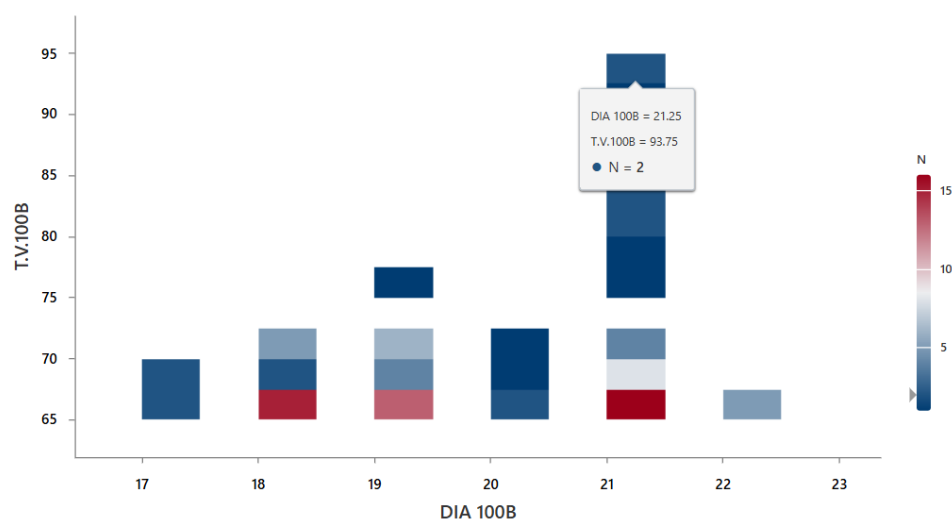


Nota: la gráfica de variabilidad permite evaluar la dispersión de los días evaluados para los diferentes rangos de tiempos de viaje en la ruta 100

El análisis conjunto de las figuras 161, 162, 163 y 164 nos permiten visualizar el comportamiento de los tiempos de viaje de la Ruta 100 desde diferentes perspectivas. Se observa la existencia de variaciones entre los días evaluados, estas variaciones no son de todo el día, sino que constan solo de los viajes que se demoran más en llegar a su destino, se puede observar que en la imagen 165 un número que dice T.V.100 21.048 se refiere, 21 es el día 21 de noviembre (viernes), .048 se refiere al número de viaje que se realizó ese día. Evidenciando que los tiempos de recorrido no son constantes y pueden verse influenciados por factores operativos y externos, tales como la congestión vehicular, condiciones de la vía, demanda de pasajeros y eventos imprevistos. El análisis conjunto de estas representaciones facilita la identificación de eficiencia operacional de la ruta y hallar las posibles necesidades de optimización.

Figura 165

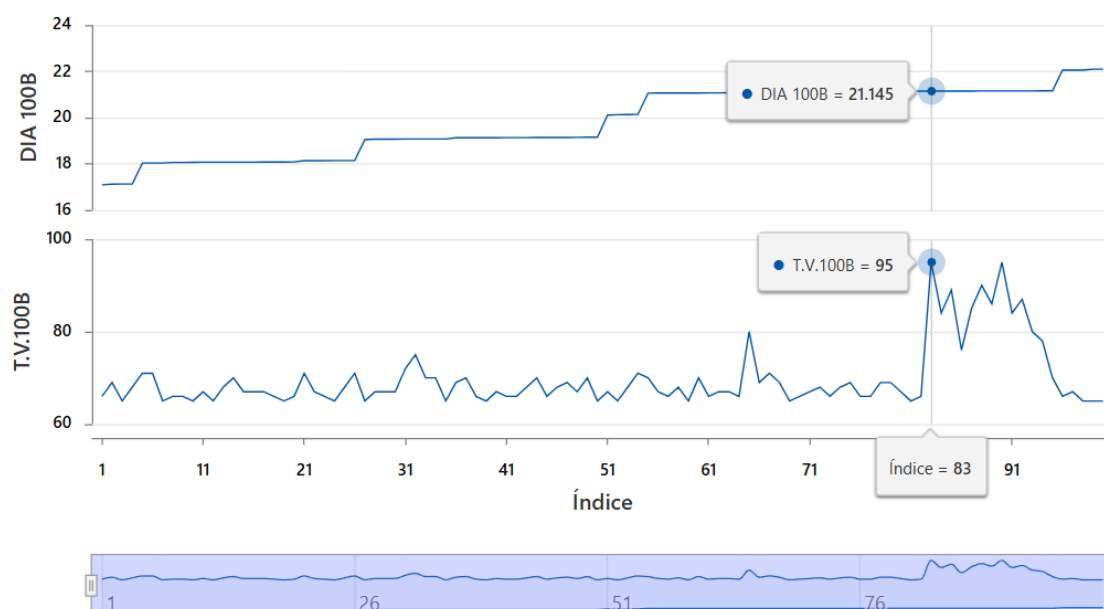
Gráfica de dispersión dividida en clases de T.V.100B vs. DIA 100B



Nota: La grafica de dispersión permite ver la distribución de los tiempos de viaje en la ruta 100 de A-B en función a la semana evaluada.

Figura 166

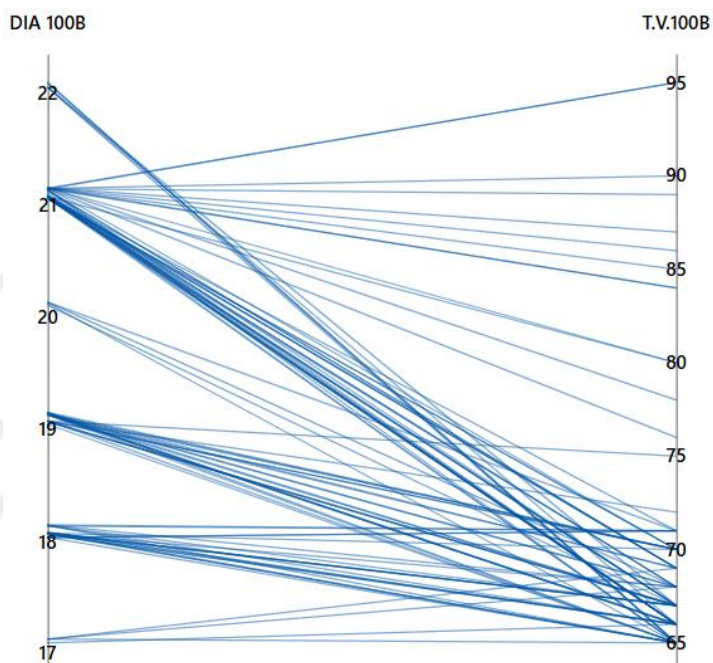
Gráfica de series de tiempo de DIA 100B; T.V.100B



Nota: La grafica de series de tiempo muestra la evolución de los tiempos de viaje de la ruta 100 a lo largo de la semana evaluada

Figura 167

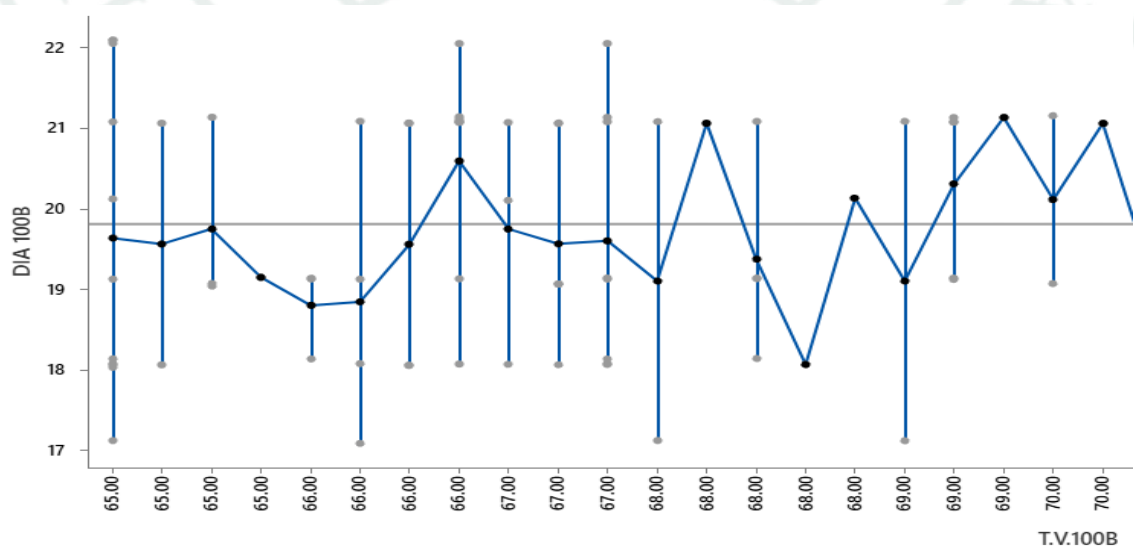
Gráfica de coordenadas paralelas de DIA 100B; T.V.100B

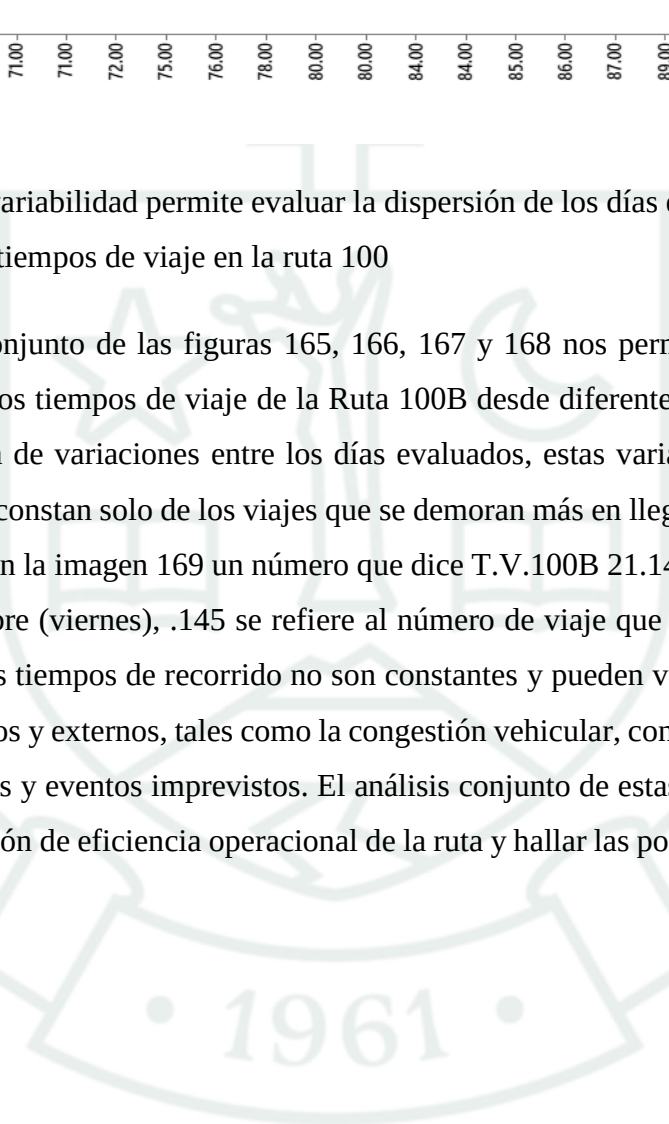


Nota: La grafica de coordenadas paralelas permite visualizar simultáneamente la relación entre los días evaluados y los tiempos de viaje de la ruta 100

Figura 168

Gráfica de variabilidad para DIA 100B por T.V.100B

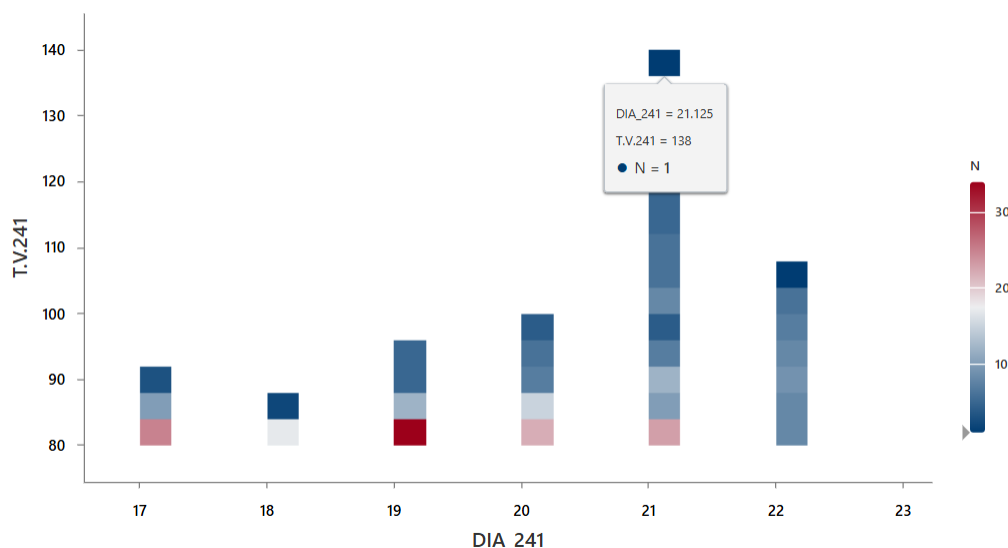




El análisis conjunto de las figuras 165, 166, 167 y 168 nos permiten visualizar el comportamiento de los tiempos de viaje de la Ruta 100B desde diferentes perspectivas. Se observa la existencia de variaciones entre los días evaluados, estas variaciones no son de todo el día, sino que constan solo de los viajes que se demoran más en llegar a su destino, se puede observar que en la imagen 169 un número que dice T.V.100B 21.145 se refiere, 21 es el día 21 de noviembre (viernes), .145 se refiere al número de viaje que se realizó ese día. Evidenciando que los tiempos de recorrido no son constantes y pueden verse influenciados por factores operativos y externos, tales como la congestión vehicular, condiciones de la vía, demanda de pasajeros y eventos imprevistos. El análisis conjunto de estas representaciones facilita la identificación de eficiencia operacional de la ruta y hallar las posibles necesidades de optimización.

Figura 169

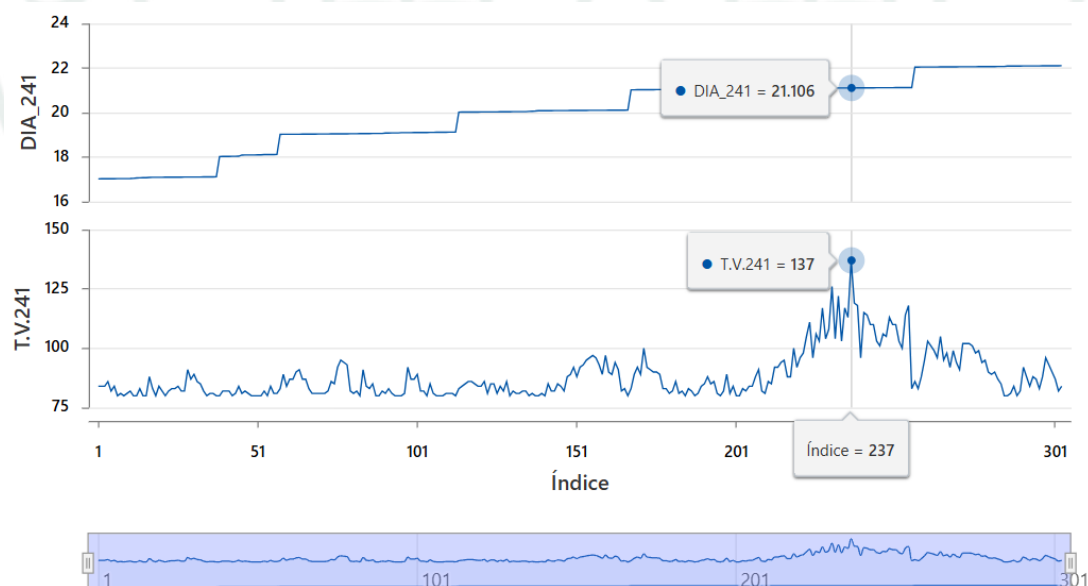
Gráfica de dispersión dividida en clases de T.V.241 vs. DIA 241



Nota: La grafica de dispersión permite ver la distribución de los tiempos de viaje en la ruta 100 de A-B en función a la semana evaluada.

Figura 170

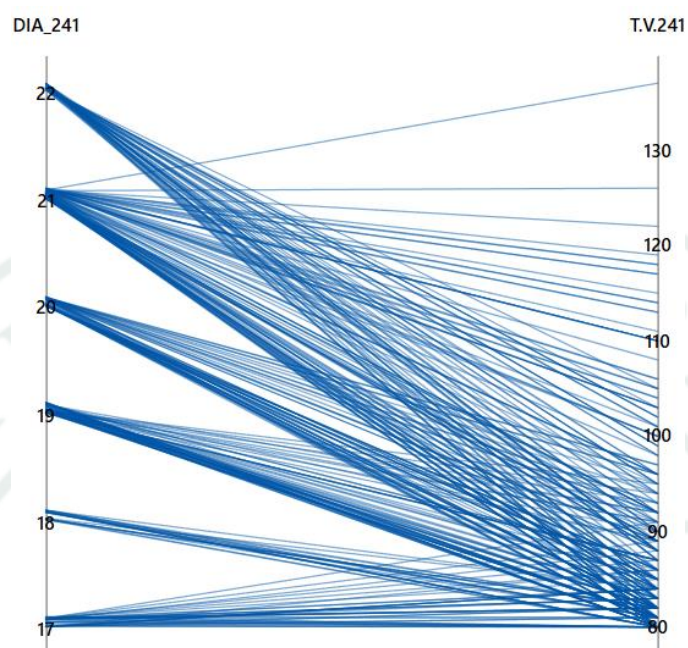
Gráfica de series de tiempo de DIA 241; T.V.241



Nota: La grafica de series de tiempo muestra la evolución de los tiempos de viaje de la ruta 100 a lo largo de la semana evaluada

Figura 171

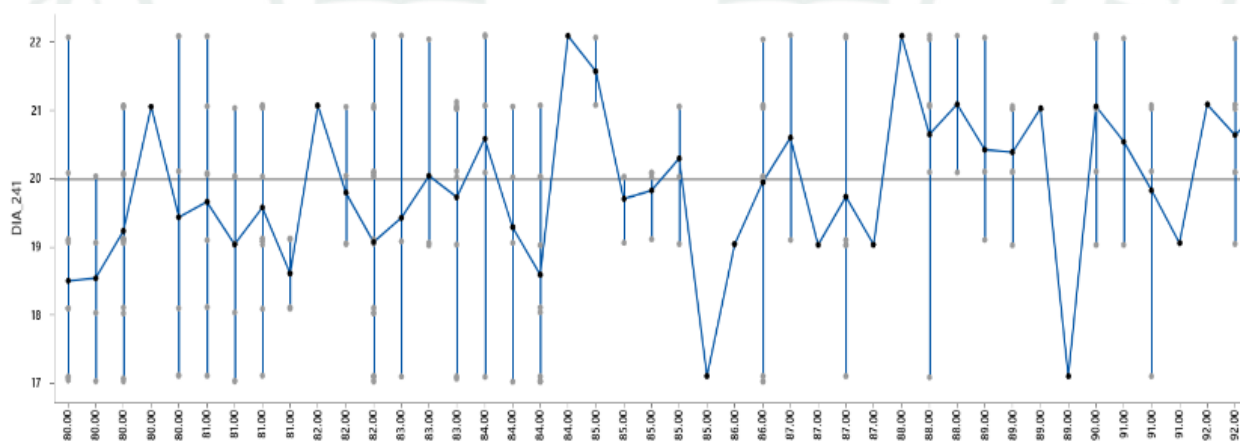
Gráfica de coordenadas paralelas de DIA 241; T.V.241

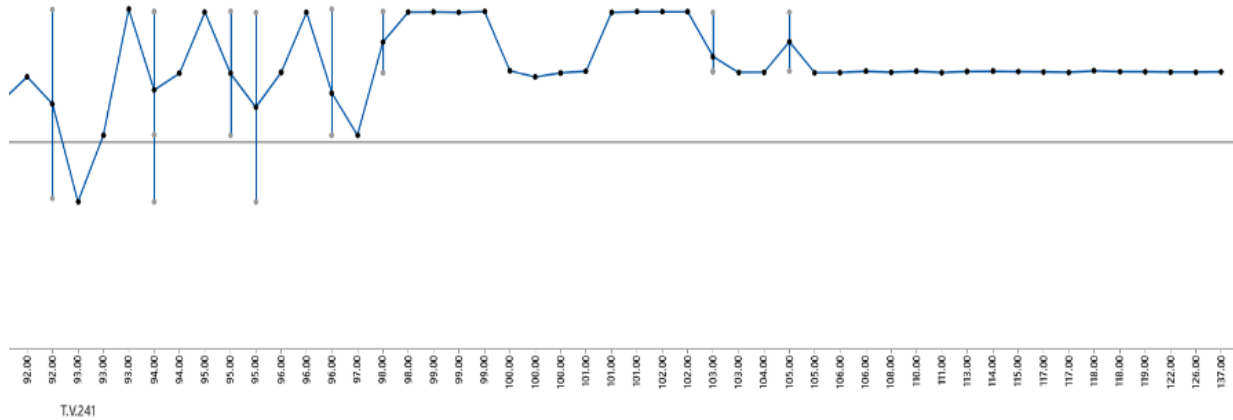


Nota: La grafica de coordenadas paralelas permite visualizar simultáneamente la relación entre los días evaluados y los tiempos de viaje de la ruta 100

Figura 172

Gráfica de variabilidad para DIA 241 por T.V.241



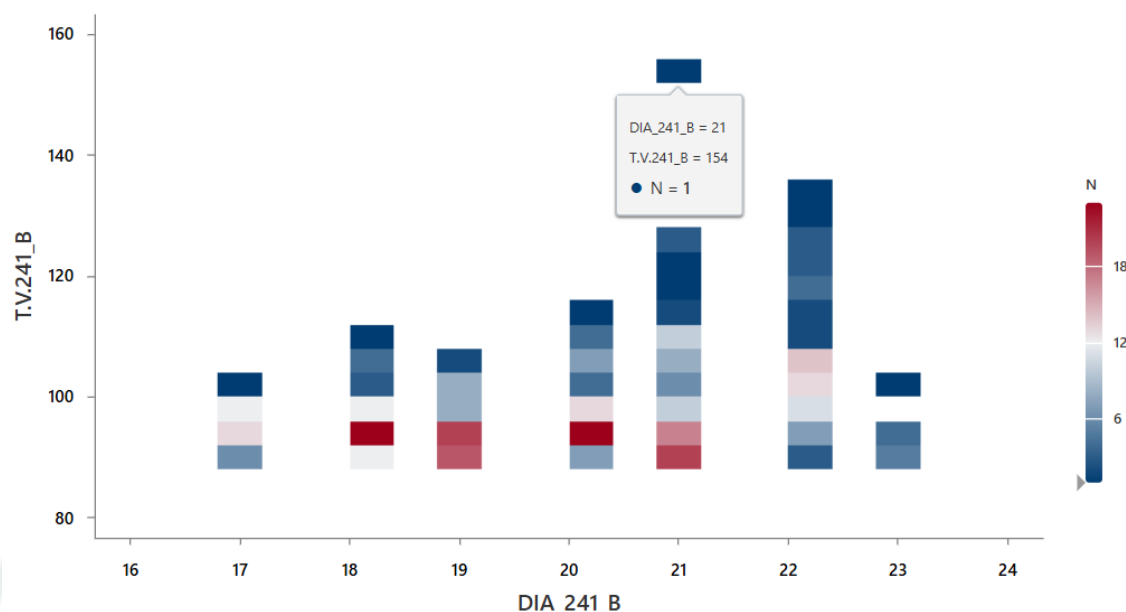


Nota: la gráfica de variabilidad permite evaluar la dispersión de los días evaluados para los diferentes rangos de tiempos de viaje en la ruta 100

El análisis conjunto de las figuras 169, 170, 171 y 172 nos permiten visualizar el comportamiento de los tiempos de viaje de la Ruta 241 desde diferentes perspectivas. Se observa la existencia de variaciones entre los días evaluados, estas variaciones no son de todo el día, sino que constan solo de los viajes que se demoran más en llegar a su destino, se puede observar que en la imagen 173 un número que dice T.V. 21.106 se refiere, 21 es el día 21 de noviembre (viernes), .106 se refiere al número de viaje que se realizó ese día. Evidenciando que los tiempos de recorrido no son constantes y pueden verse influenciados por factores operativos y externos, tales como la congestión vehicular, condiciones de la vía, demanda de pasajeros y eventos imprevistos. El análisis conjunto de estas representaciones facilita la identificación de eficiencia operacional de la ruta y hallar las posibles necesidades de optimización.

Figura 173

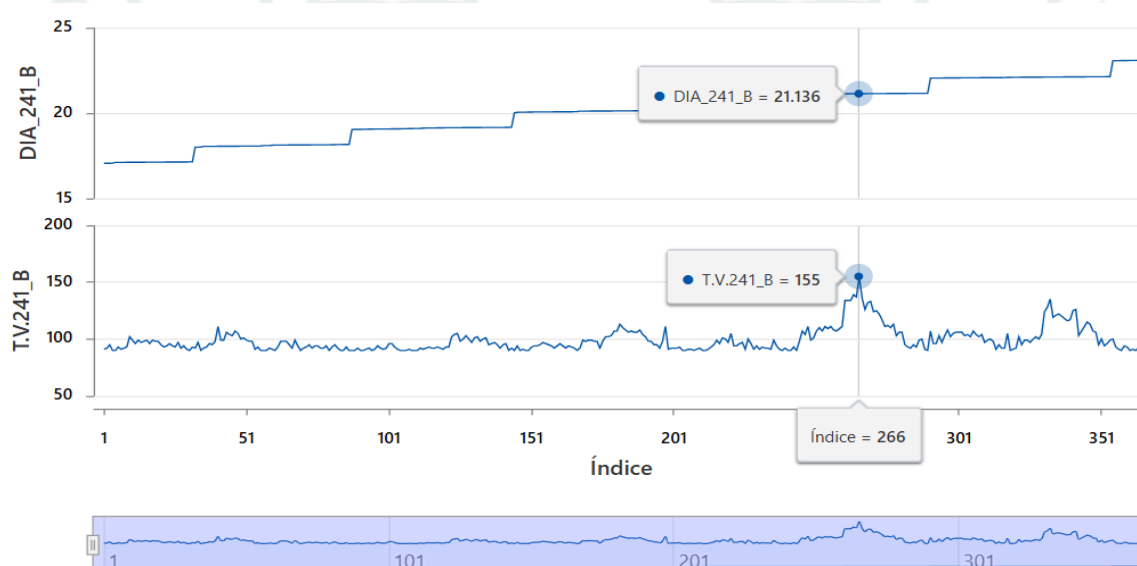
Gráfica de dispersión dividida en clases de T.V.241B vs. DIA 241B



Nota: La grafica de dispersión permite ver la distribución de los tiempos de viaje en la ruta 100 de A-B en función a la semana evaluada.

Figura 174

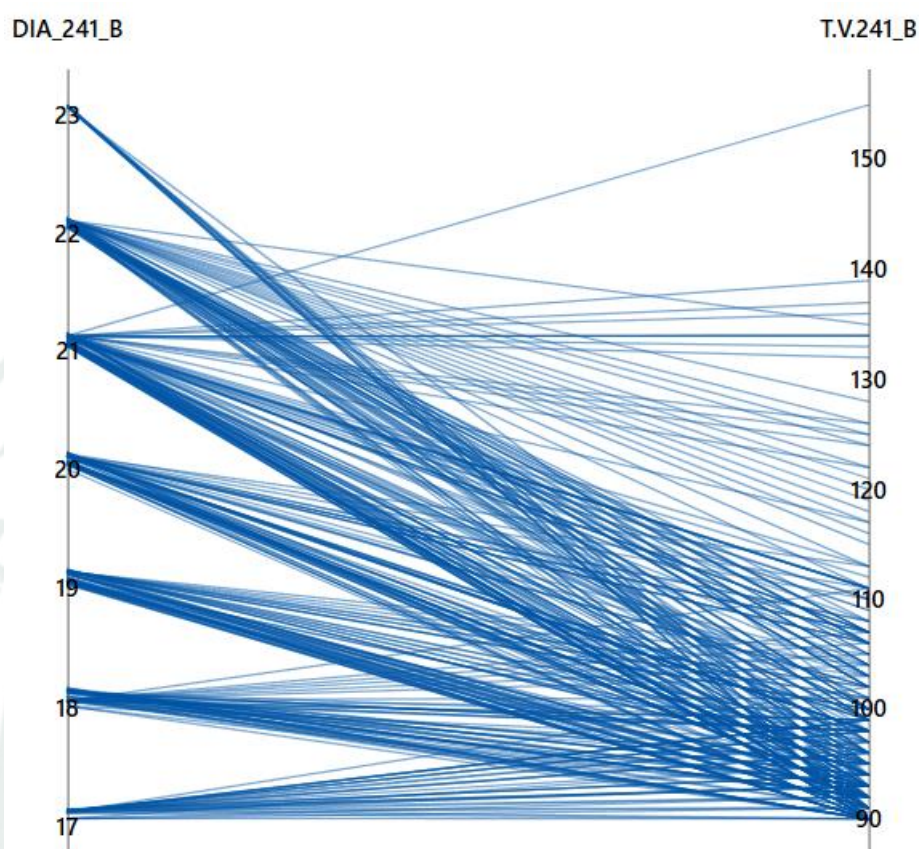
Gráfica de series de tiempo de DIA 241B; T.V.241B



Nota: La grafica de series de tiempo muestra la evolución de los tiempos de viaje de la ruta 100 a lo largo de la semana evaluada

Figura 175

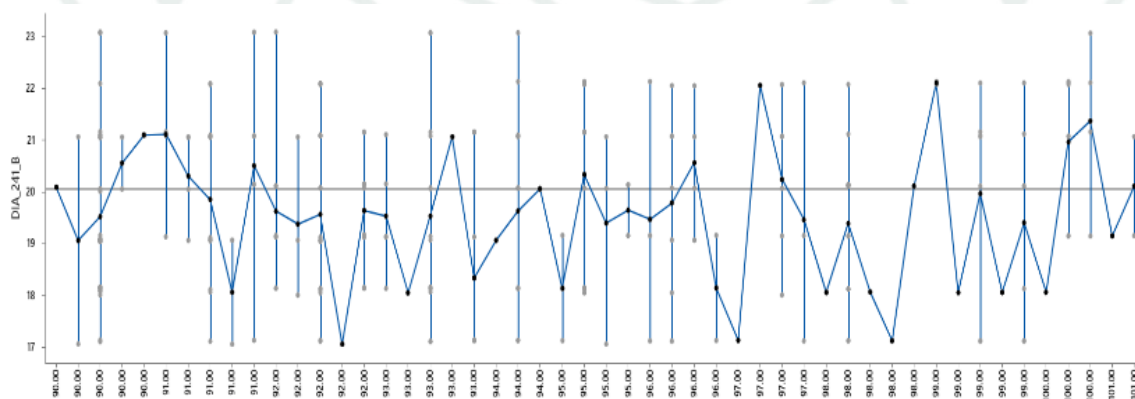
Gráfica de coordenadas paralelas de DIA 241B; T.V.241B

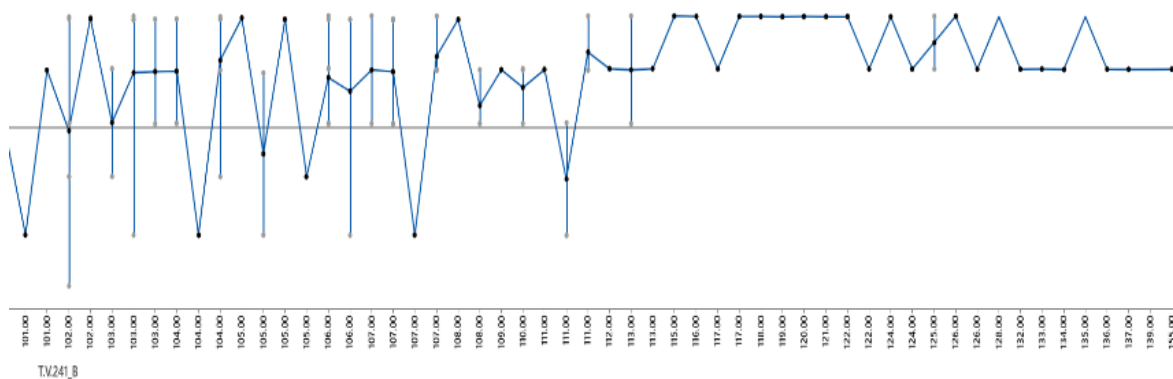


Nota: La grafica de coordenadas paralelas permite visualizar simultáneamente la relación entre los días evaluados y los tiempos de viaje de la ruta 100

Figura 176

Gráfica de variabilidad para DIA 241B por T.V.241B



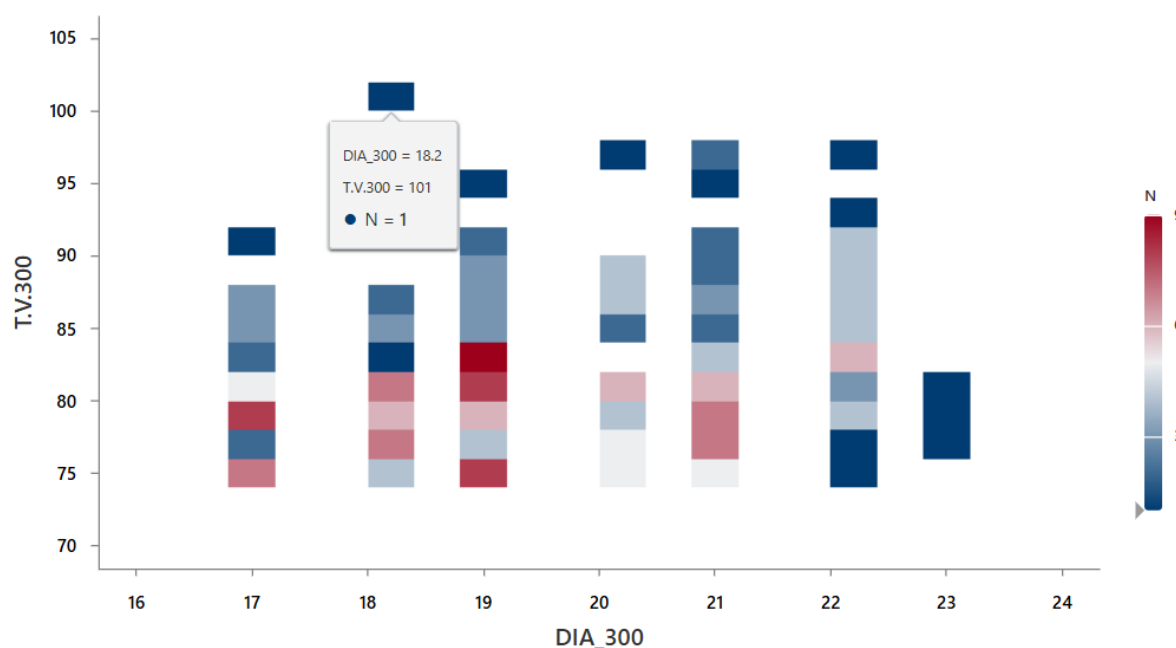


Nota: la gráfica de variabilidad permite evaluar la dispersión de los días evaluados para los diferentes rangos de tiempos de viaje en la ruta 100

El análisis conjunto de las figuras 173, 174, 175 y 176 nos permiten visualizar el comportamiento de los tiempos de viaje de la Ruta 241B desde diferentes perspectivas. Se observa la existencia de variaciones entre los días evaluados, estas variaciones no son de todo el día, sino que constan solo de los viajes que se demoran más en llegar a su destino, se puede observar que en la imagen 177 un número que dice T.V. 21.136 se refiere, 21 es el día 21 de noviembre (viernes), .136 se refiere al número de viaje que se realizó ese día. Evidenciando que los tiempos de recorrido no son constantes y pueden verse influenciados por factores operativos y externos, tales como la congestión vehicular, condiciones de la vía, demanda de pasajeros y eventos imprevistos. El análisis conjunto de estas representaciones facilita la identificación de eficiencia operacional de la ruta y hallar las posibles necesidades de optimización.

Figura 177

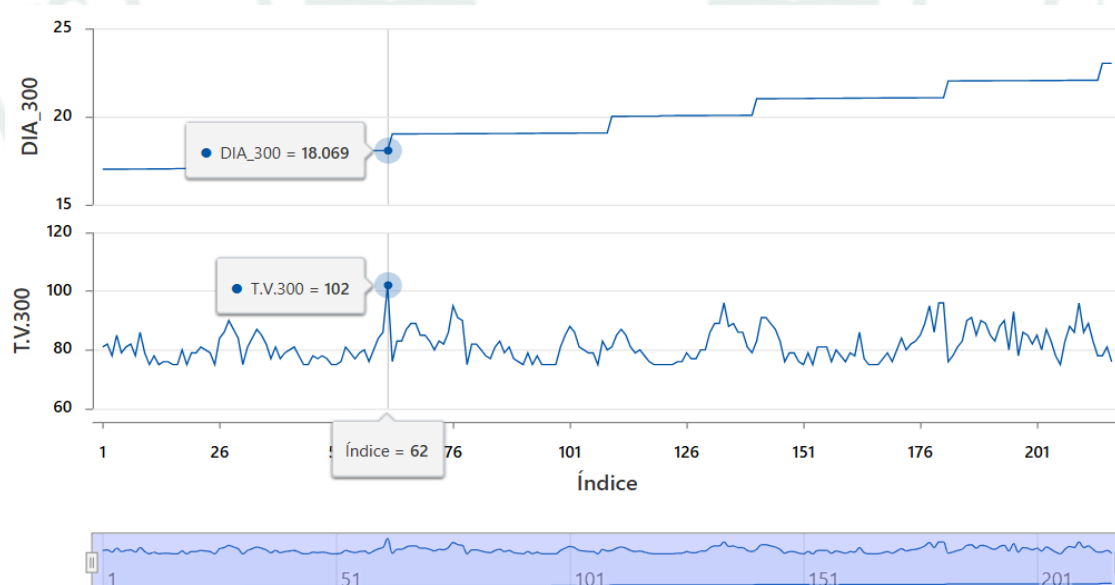
Gráfica de dispersión dividida en clases de T.V.300 vs. DIA 300



Nota: La grafica de dispersión permite ver la distribución de los tiempos de viaje en la ruta 100 de A-B en función a la semana evaluada.

Figura 178

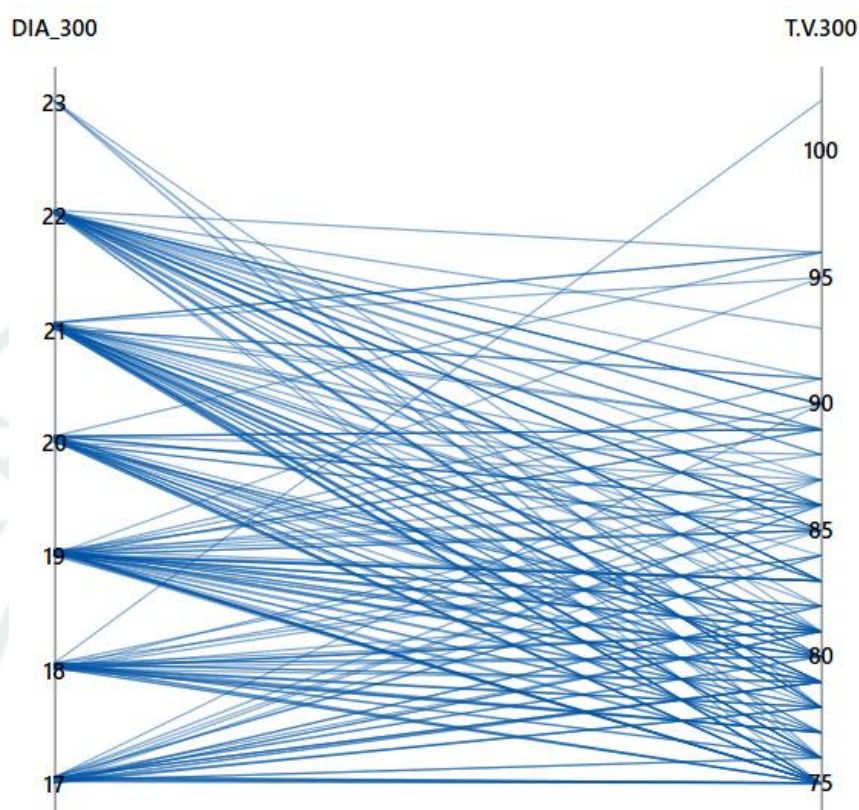
Gráfica de series de tiempo de DIA 300; T.V.300



Nota: La grafica de series de tiempo muestra la evolución de los tiempos de viaje de la ruta 100 a lo largo de la semana evaluada

Figura 179

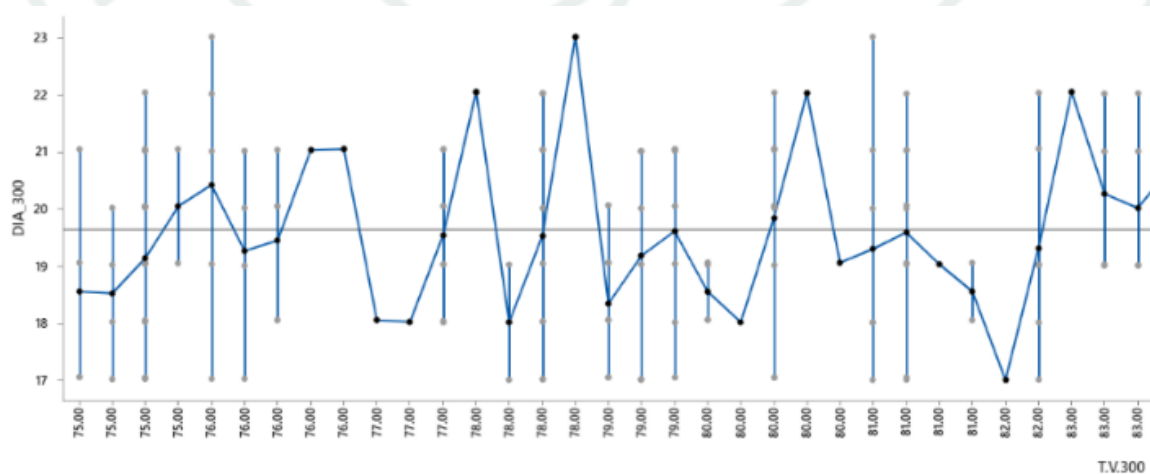
Gráfica de coordenadas paralelas de DIA 300; T.V.300

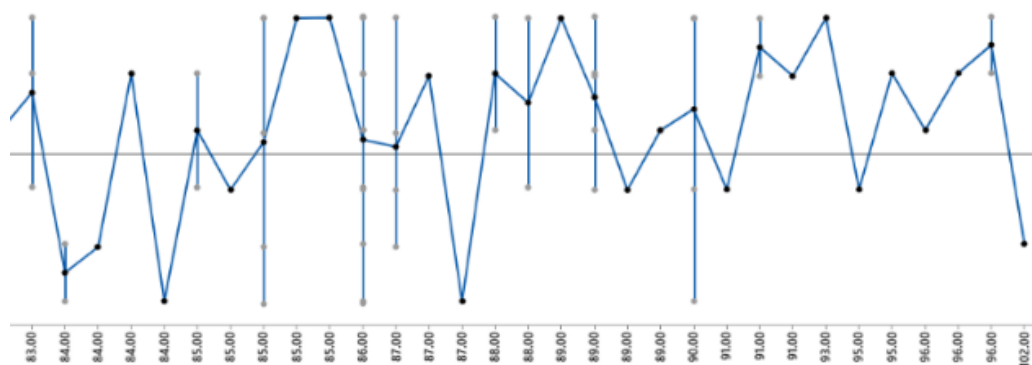


Nota: La grafica de coordenadas paralelas permite visualizar simultáneamente la relación entre los días evaluados y los tiempos de viaje de la ruta 100

Figura 180

Gráfica de variabilidad para DIA 300 por T.V.300



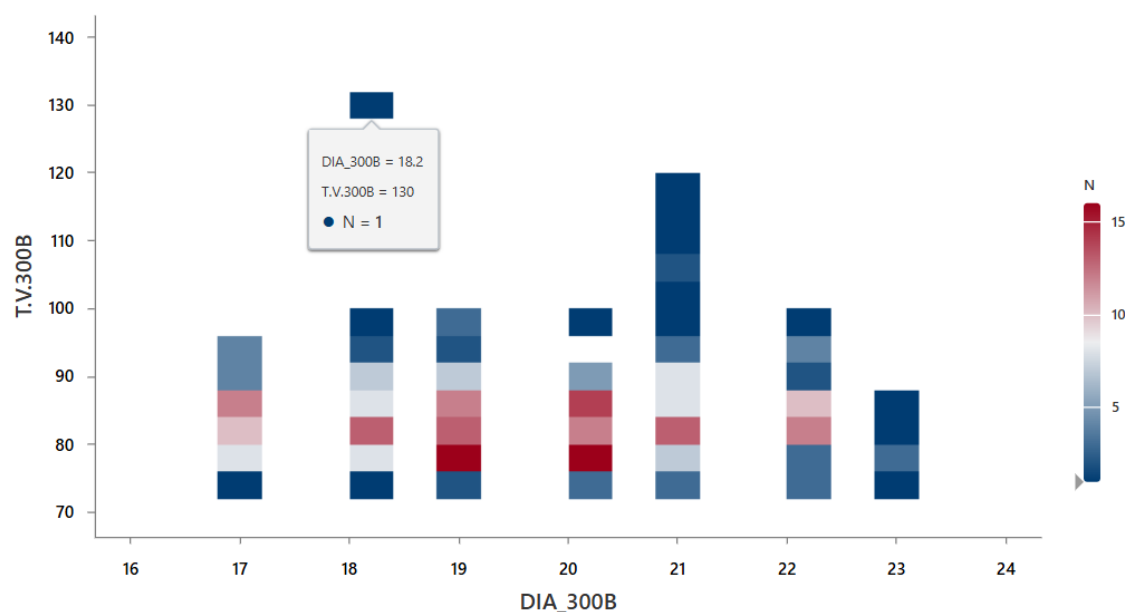


Nota: la gráfica de variabilidad permite evaluar la dispersión de los días evaluados para los diferentes rangos de tiempos de viaje en la ruta 100

El análisis conjunto de las figuras 177, 178, 179 y 180 nos permiten visualizar el comportamiento de los tiempos de viaje de la Ruta 300 desde diferentes perspectivas. Se observa la existencia de variaciones entre los días evaluados, estas variaciones no son de todo el día, sino que constan solo de los viajes que se demoran más en llegar a su destino, se puede observar que en la imagen 181 un número que dice T.V. 18.069 se refiere, 18 es el día 18 de noviembre (martes), .069 se refiere al número de viaje que se realizó ese día. Evidenciando que los tiempos de recorrido no son constantes y pueden verse influenciados por factores operativos y externos, tales como la congestión vehicular, condiciones de la vía, demanda de pasajeros y eventos imprevistos. El análisis conjunto de estas representaciones facilita la identificación de eficiencia operacional de la ruta y hallar las posibles necesidades de optimización.

Figura 181

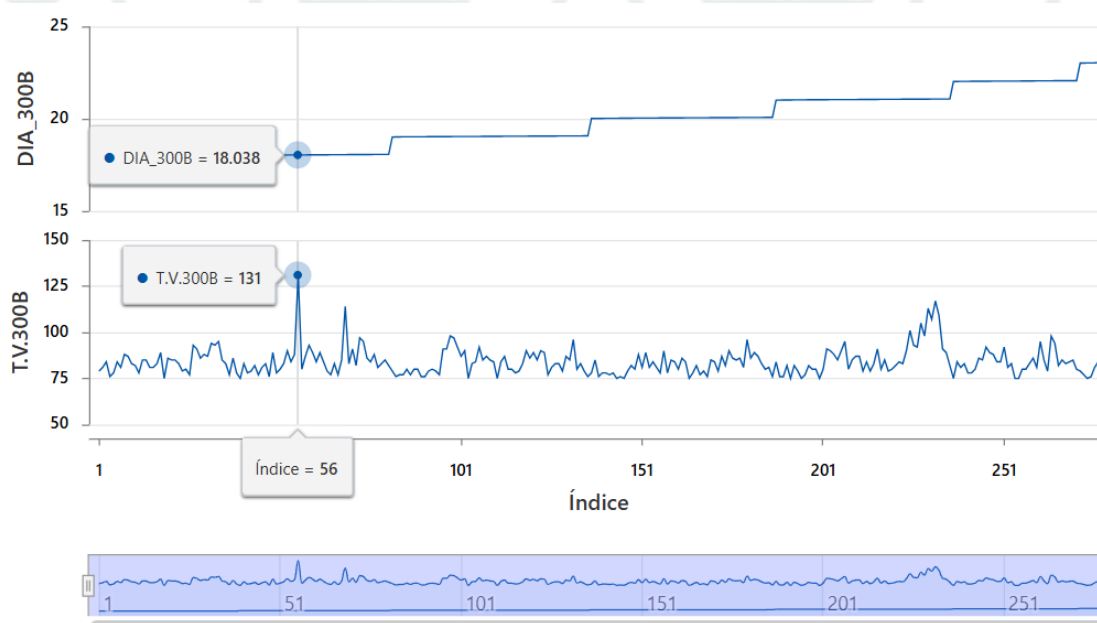
Gráfica de dispersión dividida en clases de T.V.300B vs. DIA 300B



Nota: La grafica de dispersión permite ver la distribución de los tiempos de viaje en la ruta 100 de A-B en función a la semana evaluada.

Figura 182

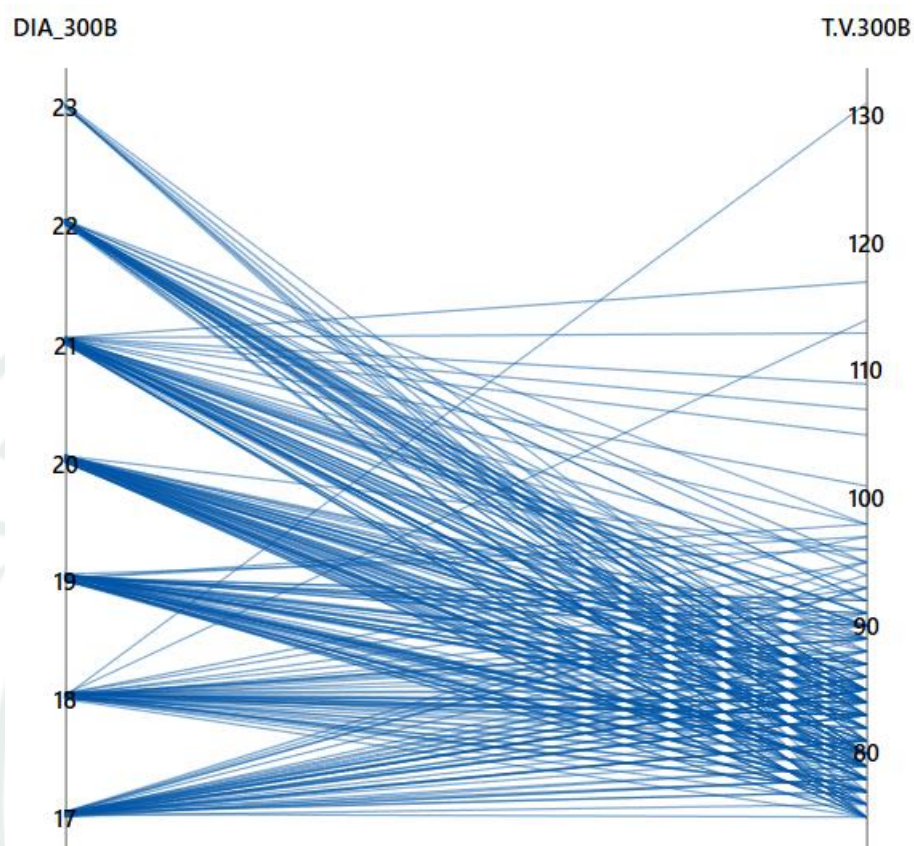
Gráfica de series de tiempo de DIA 300B; T.V.300B



Nota: La grafica de series de tiempo muestra la evolución de los tiempos de viaje de la ruta 100 a lo largo de la semana evaluada

Figura 183

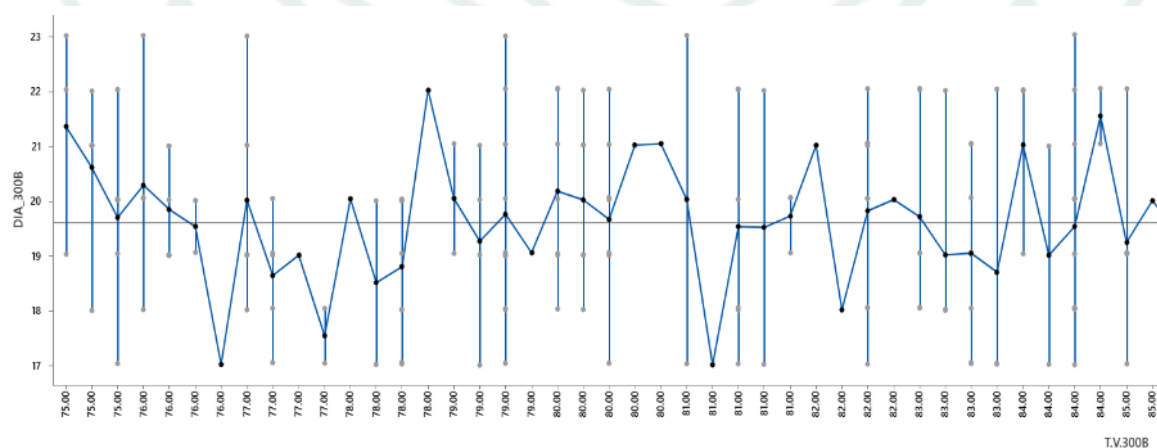
Gráfica de coordenadas paralelas de DIA 300B; T.V.300B

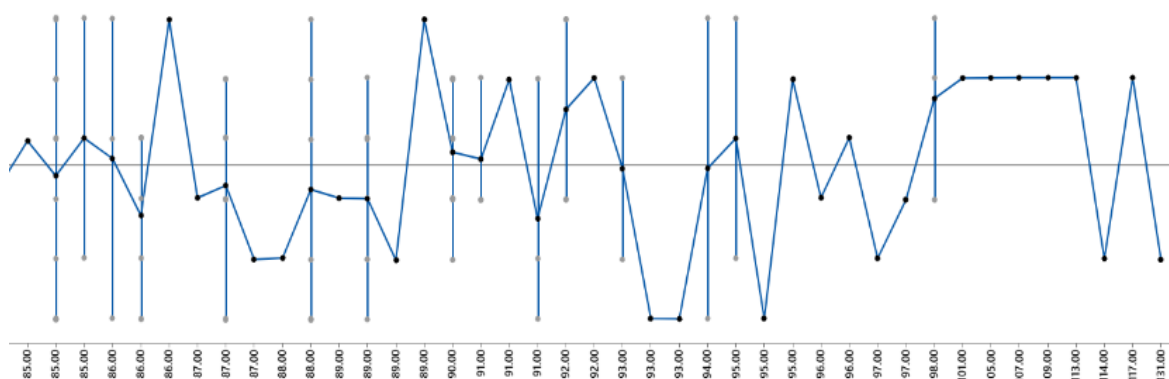


Nota: La grafica de coordenadas paralelas permite visualizar simultáneamente la relación entre los días evaluados y los tiempos de viaje de la ruta 100

Figura 184

Gráfica de variabilidad para DIA 300B por T.V.300B





Nota: la gráfica de variabilidad permite evaluar la dispersión de los días evaluados para los diferentes rangos de tiempos de viaje en la ruta 100

El análisis conjunto de las figuras 181, 182, 183 y 184 nos permiten visualizar el comportamiento de los tiempos de viaje de la Ruta 300B desde diferentes perspectivas. Se observa la existencia de variaciones entre los días evaluados, estas variaciones no son de todo el día, sino que constan solo de los viajes que se demoran más en llegar a su destino, se puede observar que en la imagen 185 un número que dice T.V. 18.038 se refiere, 18 es el día 18 de noviembre (martes), .038 se refiere al número de viaje que se realizó ese día. Evidenciando que los tiempos de recorrido no son constantes y pueden verse influenciados por factores operativos y externos, tales como la congestión vehicular, condiciones de la vía, demanda de pasajeros y eventos imprevistos. El análisis conjunto de estas representaciones facilita la identificación de eficiencia operacional de la ruta y hallar las posibles necesidades de optimización.

4.4. Resultados para el objetivo específico 04

Determinar la demanda de transporte y el nivel de recaudo en el Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-Cayma.

La demanda de transporte se debe al incremento de los pobladores en los nuevos asentamientos y las urbanizaciones que van apareciendo en los planos catastrales de la municipalidad de Cayma, si bien las flotas actuales de la empresa transcayma resuelven la máxima demanda en la hora-punta, hay flotas que depende de la demanda y la exigencia de los pobladores, estos a su vez quieren más rutas por qué no llegan a cubrir todo el distrito de Cayma, generalmente quieren rutas que los lleven a los lugares más transcurridos y que son de importancia:

- Centros comerciales
- Hospitales
- Comisarias
- Mercados

Debido a la alta demanda de transporte en los centros poblados más alejados de Cayma, los usuarios necesitan trasladarse hacia los lugares transcurridos empezaron a surgir empresas de transportes ilegales (empresas piratas) las cuales no tienen permiso como la flota de transcayma, pero hay diferentes irregularidades.

Para poder determinar la demanda, tendremos que determinar cuál será el recorrido, tener en cuenta la frecuencia y cuantos vehículos se necesitaran para abastecer a los pobladores. Podemos apreciar en la siguiente tabla el incremento de los pobladores, son datos sacados del INEI del censo realizado en el 2017 y datos de una población estimada hasta el 2021.

Tabla 37***Población censada y estimación según distritos***

Distrito	Población Censada				Población Estimada				
	1981	1993	2007	2017	2017	2018	2019	2020	2021
Arequipa	459	627	786	960		982	1 006	1 027	1 043
Metropolitana	327	889	432	594	-	790	561	818	634
Arequipa	48 801	77 209	61 519	55 437	-	55 496	55 033	54 400	54 353
Alto Selva	59 222	53 405	72 696	85 870	-	85 790	87 291	88 537	89 572
Alegre									
Cayma	22 150	47 257	74 776	91 935	-	87980	100 686	103 140	104 888
Cerro Colorado	44 621	61 865	113	197	-	206	217 894	229 142	236 087
			171	954	-	393			
Jacobo Hunter	594	39 180	46 092	50 164	-	50 879	51 442	51 848	52 299
Mariano									
Melgar	39 770	47 428	52 144	59 918	-	62 295	63 460	64 442	65 233
Miraflores	48 014	50 590	50 704	60 589	-	61 362	62 586	63 632	64 474
Paucarpata		101	120	131	-	131			
	70 585	428	446	346	-	837	131 175	134 099	135 183
Sabandia	1 907	2 792	3 699	4 368	-	4 397	4 476	4 544	4 612
Sachaca	8 653	13 261	17 537	24 225	-	25 237	26 163	27 038	27 602
Socabaya	48 530	38 288	59 671	75 351	-	77 115	79 147	80 977	82 282
Tiabaya	8 187	13 462	14 677	16 191	-	16 622	16 848	17 023	17 202
Yanahuara	15 412	17 379	22 890	25 417	-	25 766	26 099	26 354	26 616
Jose L.									
Bustamante y	42 981	64 345	76 410	81 829	-	81 621	82 261	82 642	82 231
Rivero									

Nota. Se tomó como referencia el último censo poblacional del distrito de Cayma para estimar el crecimiento de la población durante los años de Fuente: Informe de plan de Optimización de rutas de Transporte Publico

De acuerdo con los datos, podemos ver la población de Cayma en este caso utilizaremos los datos reales como la población censada en el 2017 que es de 91 935 personas y la población censada en 2007 para determinar el crecimiento poblacional anual.

- Fórmulas para la estimación del crecimiento anual

$$r = \left(\frac{P_{2017}}{P_{2007}} \right)^{1/10} - 1$$

$$r = \left(\frac{91,935}{74,776} \right)^{0.1} - 1$$

$$r = (1.2293)^{0.1} - 1$$

$$r = 0.0209 = 2.09\%$$

Tasa de crecimiento anual promedio: 2.09%

- Formula de crecimiento poblacional según el INEI, Proyección para el año 2025

$$P_t = P_0 \times (1 + r)^n$$

$$P_{2025} = 91,935 \times (1 + 0.0209)^8$$

$$P_{2025} = 91,935 \times (1.0209)^8$$

$$P_{2025} = 108,349.2 = 108,350 \text{ hab}$$

Población estimada para el distrito de Cayma en este año 2025 es de 108,350

- Población escolar para Cayma

Para el % escolar se sumó la población desde los 3 años hasta los 17 años que hay en el distrito de Cayma según el INEI y nos da un resultado de la población escolar en el año 2017.

$$\frac{P_{escolar}}{P_{total}} = \%_{escolar}$$

$$\frac{21,697}{91,935} = \%_{escolar}$$

$$0.23 = \%_{escolar}$$

Que para el año 2025 se tomara el mismo valor de **% escolar**

$$P_{escolar} = P_{total} \times \%_{escolar}$$

$$P_{escolar} = 108,350 \times 0.23$$

$$P_{escolar} = 24,920$$

Con todo lo expuesto corresponde realizar una tabla resumen colocando los valores que sacamos para poder tenerlos en orden

Tabla 38.*Tabla de resumen de datos obtenidos*

Población distrito Cayma INEI 2017	Población distrito Cayma Estimada 2025	Población Cayma Intervenida 80%	Mas 10% Población no radicada	Población escolar Cayma 2025
91,935	108,350	86,680	95,348	24,920

Nota: De acuerdo con la proyección poblacional realizada, el distrito de Cayma registra una población estimada de 108 350 habitantes.

La población del distrito de Cayma según el INEI en 2017 es de 91,935 personas se realizó una estimación proyectada de la población del distrito de Cayma en 2025 es de 108,350 personas, de la cual se intervino al 80% de la población estimada la cual es 86,680 personas, más del 10% de la población no radica en el distrito de Cayma esto equivale a las 95,348 personas, se realizó una estimación proyectada de la población escolar en Cayma es de 24,163 personas.

Tabla 39*Síntesis del reparto modal de los viajes*

Modos de Transporte	Viajes	Porcentaje
A pie	204 636	16,6
Auto Colectivo	31 527	2,6
Bicicleta	5 164	0,4
Bus	779 760	63,1
Pasajero Mototaxi	3 274	0,3
Pasajero Taxi	106 983	8,7

Nota. Del total de viajes efectuados en un día medio, el 63.1% corresponde al modo de transporte en bus. Fuente: Informe de plan de Optimización de rutas de Transporte Publico

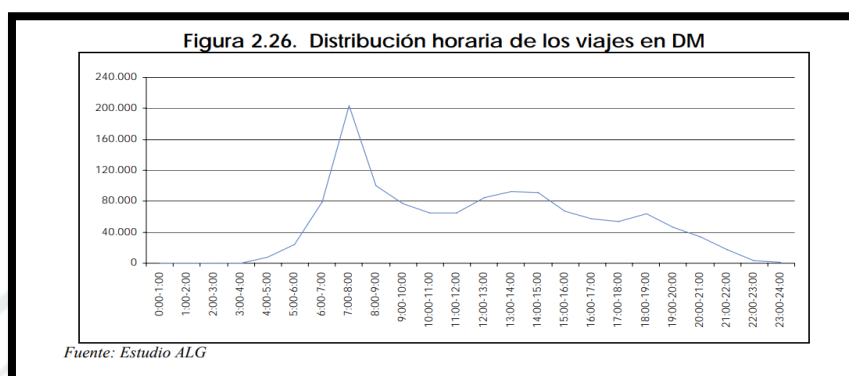
Tabla 40*Tabla de resultados de reparto modal*

F.	A pie	Colectivo	Bicicleta	Bus	Veh.	Pax.	Pax.	T.	Otros	Sin	Total,
Horaria					Privado	Mototaxi	Taxi	Escolar		Dato	General
0-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5	708	1,356	4,292	102	410	31	641	104	48	0	7,692
5-6	2,096	1,121	18,296	155	828	0	1,748		147	0	24,391
6-7	10,389	2,252	55,739	222	4,169	291	3,502	1,617	783	0	78,965
7-8	45,092	2,292	118,850	476	11,081	1,352	11,292	11,855	1,231	240	203,761
8-9	16,142	2,725	62,580	346	7,129	114	9,974	527	585	0	100,121
9-10	9,163	2,053	52,478	419	3,627	102	8,494		420	60	76,816
10-11	12,281	1,549	38,965	0	3,049	194	8,653	0	274	0	64,965
11-12	12,640	1,767	37,461	355	3,131	475	8,272	179	418	77	64,774
12-13	16,076	1,382	52,418	580	3,262		7,490	2,175	614	226	84,222
13-14	17,637	1,692	56,691	207	6,627	378	6,530	1,985	422	0	92,169
14-15	16,360	2,128	55,393	270	5,343		6,194	5,198	924	92	91,901
15-16	7,803	1,596	41,910	151	4,022	316	6,631	4,243	372	373	67,419
16-17	7,122	1,355	38,427	843	3,088	0	6,104	243	252	0	57,433
17-18	8,982	2,518	32,967	0	1,835	0	6,350	536	588	48	53,827
18-19	10,440	2,052	44,369	298	2,172	21	4,348	232	240	192	64,366
19-20	3,896	1,314	34,738	185	1,023	0	4,921	64	173	158	46,473
20-21	4,163	957	22,794	198	1,766	0	3,435	86	185	551	34,135
21-22	2,792	933	9,692	341	1,709	0	1,748	0	46	110	17,372
22-23	436	408	1,366	15	444	0	576	0	0	256	3,501
23-24	415	78	158	0	56	0	78	0	0	0	785
Sin Dato	0	0	176	0	0	0	0	0	0	0	176
Total	204,636	31,527	779,760	5,164	64,773	3,274	106,983	29,044	7,720	2,383	1,235,264

Nota. Durante el intervalo horario de 10:00 a 11:00 horas, el modo de transporte colectivo concentra 1.549 viajes. Fuente: Informe de plan de Optimización de rutas de Transporte Publico

Figura 185

Tabla de distribución horaria de los viajes



Nota. El análisis de distribución horaria de los viajes evidencia que el periodo de máxima demanda corresponde al intervalo entre las 7:00 a 8:00 horas. Fuente: Informe de plan de Optimización de rutas de Transporte Publico

Tabla 41

Distribución horaria de los viajes

Franja Horaria	Total Viajes	%
0-1	0	0,0
1-2	0	0,0
2-3	0	0,0
3-4	0	0,0
4-5	7,692	0,5
5-6	24,391	1,7
6-7	78,965	5,5
7-8	203,761	14,2
8-9	100,121	7,0
9-10	76,816	5,3
10-11	64,965	4,5
11-12	64,774	4,5
12-13	84,222	5,9
13-14	92,169	6,4
14-15	91,901	6,4
15-16	67,419	4,7
16-17	57,433	4,0
17-18	53,827	3,8
18-19	64,366	4,5
19-20	46,473	3,2
20-21	34,135	2,4

21-22	17,372	1,2
22-23	3,501	0,2
23-24	785	0,1
Sin Dato	176	0,0
Totales	1,235,264	100,0

Nota: La hora pico de viajes se registra entre las 7:00 a 8:00 horas. Fuente: Informe de plan de Optimización de rutas de Transporte Publico

De acuerdo a las imagenes que anteriormente pudimos observar, elaboraremos una tabla de resumen de las variables con los valores que se tomaron en cuenta para poder realizar los viajes de los usuarios en hora-punta.

Tabla 42.

Tabla de resumen de Variables

	Variable	Valor
1	Porcentaje poblacional de uso de transporte público	63.1 %
2	Número de viajes per/cápita día en transporte público	1.54
3	Viajes realizados en 1ra hora-pico (7.00-8.0 hrs)	14.2%

Nota: la tabla presenta los parámetros y variables considerados para el cálculo de la población estimada. *Fuente:* Estudios SIT AQP

Según el porcentaje poblacional de uso de transporte publico el valor que usaremos es 63,1%

$$\text{Usuario Serv. Pub.} = \text{Poblacion} \times 63,1\%$$

$$\text{Usuario Serv. Pub.} = 95,348 \times \frac{63.1}{100}$$

$$\text{Usuario Serv. Pub.} = 60,165 \text{ pax}$$

Para desarrollar el numero de viajes per/ capita diarios se utilizara la variable 1.54

$$\# \text{Viajes Per/Capita} = \text{Usuario Serv. Pub.} \times 1.54$$

$$\# \text{Viajes Per/Capita} = 60,165 \times 1.54$$

$$\# \text{Viajes Per/Capita} = 92,655 \text{ pax}$$

Ahora sacaremos cuantas personas aproximadamente viajan en hora-pico, que es cuando empieza el congestionamiento vehicular, la hora que tomaremos sera de las 7 am hasta las 8 am y el valor asignado en este caso sera 14.2%

$$\text{Usuario hora} - \text{punta} = \# \text{Viajes Per/Capita} \times 14.2\%$$

$$\text{Usuario hora} - \text{punta} = 92,655 \text{ pax} \times \frac{14.2}{100}$$

$$\text{Usuario hora} - \text{punta} = 13,157 \text{ pax}$$

Una vez determinado estos puntos principales ahora tendremos que obtener cuantas flotas o vehiculos seran necesario en este caso tendremos que determinar que categoria de vehiculo tendremos que elegir :

Figura 186

Tabla de categorías de vehículos según SUNAT

CONSULTA DE CATEGORIA DE VEHICULOS					
Retroceder Inicio					
Categoría	Clasif. Especial	Descripción	Fec. Inicio	Fec. Fin	Estado
L1		VEHÍCULOS CON DOS (2) RUEDAS, CON UNA VELOCIDAD MÁXIMA DE CONSTRUCCIÓN QUE NO EXCEDE DE 50 KM/H Y CON UNA CILINDRADA DE HASTA 50 CM3 EN EL CASO DE UN MOTOR TÉRMICO O DE CUALQUIER OTRO MEDIO DE PROPULSIÓN. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 11/12/2016: VEHÍCULOS DE DOS RUEDAS DE HASTA 50 CM3 Y VELOCIDAD MÁXIMA DE 50 KM/H	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
L2		VEHÍCULOS CON TRES (3) RUEDAS, CON UNA VELOCIDAD MÁXIMA DE CONSTRUCCIÓN QUE NO EXCEDE DE 50 KM/H Y CON UNA CILINDRADA DE HASTA 50 CM3 EN EL CASO DE UN MOTOR TÉRMICO O DE CUALQUIER OTRO MEDIO DE PROPULSIÓN. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 11/12/2016: VEHÍCULOS DE TRES RUEDAS DE HASTA 50 CM3 Y VELOCIDAD MÁXIMA DE 50 KM/H	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
L3		VEHÍCULOS CON DOS (2) RUEDAS, CON UNA VELOCIDAD MÁXIMA DE CONSTRUCCIÓN MAYOR A 50 KM/H Y CON UNA CILINDRADA SUPERIOR A 50 CM3 EN EL CASO DE UN MOTOR TÉRMICO. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 11/12/2016: VEHÍCULOS DE DOS RUEDAS DE MÁS DE 50 CM3 O VELOCIDAD MAYOR A 50 KM/H	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
L4		VEHÍCULOS CON TRES (3) RUEDAS SIMÉTRICAS A 90 EJE LONGITUDINAL, CON UNA VELOCIDAD MÁXIMA DE CONSTRUCCIÓN MAYOR A 50 KM/H Y CON UNA CILINDRADA SUPERIOR A 50 CM3 EN EL CASO DE UN MOTOR TÉRMICO (DE DOS CILINDROS OTRO MOTOR DE CON SUCEDEAR). DESCRIPCIÓN ANTES DEL 11/12/2016: VEHÍCULOS DE TRES RUEDAS SIMÉTRICAS A 90 EJE LONGITUDINAL DE VEHÍCULOS, DE MÁS DE 50 CM3 O VELOCIDAD MAYOR A 50 KM/H	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
L5		VEHÍCULOS CON TRES (3) RUEDAS SIMÉTRICAS A 90 EJE LONGITUDINAL, CON UNA VELOCIDAD MÁXIMA DE CONSTRUCCIÓN SUPERIOR A 50 KM/H EN EL CASO DE UN MOTOR TÉRMICO O DE CUALQUIER OTRO MEDIO DE PROPULSIÓN, EXCEPTO LOS DE LA CATEGORÍA L4. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 11/12/2016: VEHÍCULOS DE TRES RUEDAS SIMÉTRICAS AL EJE LONGITUDINAL DEL VEHÍCULO, DE MÁS DE 50 CM3 O VELOCIDAD MAYOR A 50 KM/H Y CUYO PESO BRUTO VEHICULAR NO EXCEDEA DE UNA TONELADA	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
L6		VEHÍCULOS CON CUATRO (4) RUEDAS (CUATRICICLOS LIGEROS), CON UNA VELOCIDAD MÁXIMA DE CONSTRUCCIÓN QUE NO EXCEDE DE 60 KM/H, DE MÁS DE 50 CM3 DE CILINDRADA O POTENCIA NO MAYOR DE 4 KW SI SE TRATA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS, Y CON UNA CILINDRADA TÉRMICA EN EL CASO DE UN MOTOR TÉRMICO DE ENCENDIDO POR CHISPA, O DE HASTA 4 KW DE POTENCIA NETA MÁXIMA EN EL CASO DE OTROS MOTORES ELÉCTRICOS, O DE HASTA 4 KW DE POTENCIA NOMINAL CONTINUA MÁXIMA EN EL CASO DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
L7		VEHÍCULOS CON CUATRO (4) RUEDAS (CUATRICICLOS NO LIGEROS), CON PESO NETO DE HASTA 400 KG PARA LOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS, O DE HASTA 550 KG PARA LOS DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS, SIN INCLUIR EL PESO DE LAS BATERÍAS EN EL CASO DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS, CON UNA CILINDRADA HASTA 15 KW EN EL CASO DE UN MOTOR TÉRMICO DE ENCENDIDO POR CHISPA, O DE HASTA 15 KW DE POTENCIA NETA MÁXIMA, EN EL CASO DE OTROS MOTORES ELÉCTRICOS, O DE HASTA 15 KW DE POTENCIA NOMINAL CONTINUA, EN EL CASO DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M1		VEHÍCULOS DE 8 ASIENTOS O MENOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M1	SA	CASAS RODANTES DE LA CATEGORÍA M1. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 01/11/2006: CASAS RODANTES (VEHÍCULOS DE OCHO ASIENTOS O MENOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR, VEHÍCULOS AUTOMOTORES DE CUATRO RUEDAS O MÁS DISEÑADOS Y CONSTRUÍDOS PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M1	SB	VEHÍCULOS BLINDADOS PARA EL TRANSPORTE DE VALORES; VEHÍCULOS DE OCHO ASIENTOS O MENOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR; VEHÍCULOS AUTOMOTORES DE CUATRO RUEDAS O MÁS DISEÑADOS Y CONSTRUÍDOS PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS.	01/12/2003	31/10/2006	NO VIGENTE
M1	SC	AMBULANCIAS DE LA CATEGORÍA M1. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 01/11/2006: AMBULANCIAS (VEHÍCULOS DE OCHO ASIENTOS O MENOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR, VEHÍCULOS AUTOMOTORES DE CUATRO RUEDAS O MÁS DISEÑADOS Y CONSTRUÍDOS PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M1	SD	VEHÍCULOS FUNERARIOS DE LA CATEGORÍA M1. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 01/11/2006: VEHÍCULOS FUNERARIOS, VEHÍCULOS DE OCHO ASIENTOS O MENOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR, VEHÍCULOS AUTOMOTORES DE CUATRO RUEDAS O MÁS DISEÑADOS Y CONSTRUÍDOS PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M1	SE	VEHÍCULOS BOMBEROS DE LA CATEGORÍA M1.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M1	SF	VEHÍCULOS CELULARES DE LA CATEGORÍA M1.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M2		VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE 5 TONELADAS O MENOS.	01/12/2003	31/10/2006	NO VIGENTE

Retroceder Inicio					
Categoría	Clasif. Especial	Descripción	Fec. Inicio	Fec. Fin	Estado
M2	C1	VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE 5 TONELADAS O PASAJEROS DE PIE PERMITIENDO EL DESPLAZAMIENTO FRECUENTE DE ESTOS. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 01/11/2006: VEHÍCULOS CONSTRUIDOS CON ÁREAS PARA PASAJEROS DE PIE PERMITIENDO EL DESPLAZAMIENTO FRECUENTE DE ESTOS. VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE 5 TONELADAS O MENOS. VEHÍCULOS CONSTRUIDOS EXCLUSIVAMENTE PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS SENTADOS.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M2	C2	VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE 5 TONELADAS O MENOS. CONSTRUIDOS PRINCIPALMENTE PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS SENTADOS. VEHÍCULOS DE PIE EN EL PASADO Y/O EN UN ÁREA QUE NO EXCEDE DOS ASIENTOS DOBLES. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 01/11/2006: VEHÍCULOS CONSTRUIDOS PRINCIPALMENTE PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS SENTADOS Y TAMBIÉN DISEÑADOS PARA PERMITIR EL TRANSPORTE DE PASAJEROS DE PIE EN EL PASADO Y/O EN UN ÁREA QUE NO EXCEDE EL ESPACIO PROVISTO PARA DOS ASIENTOS DOBLES.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M2	C3	VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE MÁS DE 5 TONELADAS O CONSTRUIDOS EXCLUSIVAMENTE PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS SENTADOS. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 01/11/2006: VEHÍCULOS CONSTRUIDOS EXCLUSIVAMENTE PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS SENTADOS. VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE MÁS DE 5 TONELADAS.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M2	SA	CASAS RODANTES DE LA CATEGORÍA M2. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 01/11/2006: CASAS RODANTES (VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE 5 TONELADAS O MENOS. VEHÍCULOS CONSTRUIDOS EXCLUSIVAMENTE PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M2	SB	VEHÍCULOS BLINDADOS PARA EL TRANSPORTE DE VALORES; VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE 5 TONELADAS O MENOS; VEHÍCULOS AUTOMOTORES DE CUATRO RUEDAS O MÁS DISEÑADOS Y CONSTRUIDOS PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS.	01/12/2003	31/10/2006	NO VIGENTE
M2	SC	AMBULANCIAS DE LA CATEGORÍA M2. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 01/11/2006: AMBULANCIAS (VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE 5 TONELADAS O MENOS. VEHÍCULOS AUTOMOTORES DE CUATRO RUEDAS O MÁS DISEÑADOS Y CONSTRUIDOS PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M2	SD	VEHÍCULOS FUNERARIOS DE LA CATEGORÍA M2. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 01/11/2006: VEHÍCULOS FUNERARIOS, VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE 5 TONELADAS O MENOS. VEHÍCULOS AUTOMOTORES DE CUATRO RUEDAS O MÁS DISEÑADOS Y CONSTRUIDOS PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M2	SE	VEHÍCULOS CELULARES DE LA CATEGORÍA M2.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M2	SF	VEHÍCULOS PORTA TROPAS DE LA CATEGORÍA M2.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M2	SG	VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE MÁS DE 5 TONELADAS.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M3	C1	VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE MÁS DE 5 TONELADAS. CONSTRUIDOS CON ÁREAS PARA PASAJEROS DE PIE PERMITIENDO EL DESPLAZAMIENTO FRECUENTE DE ESTOS. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 01/11/2006: VEHÍCULOS CONSTRUIDOS CON ÁREAS PARA PASAJEROS DE PIE PERMITIENDO EL DESPLAZAMIENTO FRECUENTE DE ESTOS. VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE MÁS DE 5 TONELADAS.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M3	C2	VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE MÁS DE 5 TONELADAS. CONSTRUIDOS PRINCIPALMENTE PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS SENTADOS. VEHÍCULOS DE PIE EN EL PASADO Y/O EN UN ÁREA QUE NO EXCEDE EL ESPACIO PROVISTO PARA DOS ASIENTOS DOBLES. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 01/11/2006: VEHÍCULOS CONSTRUIDOS PRINCIPALMENTE PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS SENTADOS Y TAMBIÉN DISEÑADOS PARA PERMITIR EL TRANSPORTE DE PASAJEROS DE PIE EN EL PASADO Y/O EN UN ÁREA QUE NO EXCEDE EL ESPACIO PROVISTO PARA DOS ASIENTOS DOBLES.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE
M3	C3	VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE MÁS DE 5 TONELADAS. CONSTRUIDOS EXCLUSIVAMENTE PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS SENTADOS. DESCRIPCIÓN ANTES DEL 01/11/2006: VEHÍCULOS CONSTRUIDOS EXCLUSIVAMENTE PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS SENTADOS. VEHÍCULOS DE MÁS DE 8 ASIENTOS SIN CONTAR EL ASIENTO DEL CONDUCTOR Y PESO BRUTO VEHICULAR DE MÁS DE 5 TONELADAS.	01/12/2003	31/12/9999	VIGENTE

Nota. La clasificación vehicular considera las categorías M1, M2 Y M3, diferenciadas según su capacidad de pasajeros y características operativas. Fuente: SUNAT

Según los datos brindados por la sunat en la categoria de los vehiculos, en arequipa hay tres tipos de vehiculos los cuales son los siguientes:

M1: vehiculos de 8 asientos o menos sin contar el asiento del conductor

M2: vehículos de mas de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos. construidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y, también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles. **Descripción antes del 01/11/2006:** vehi.construidos principalmente para el transp. de pasaj. sentados y tambien diseñados para permitir el transp. de pasaj. de pie en el pasadizo y/o en un area que no excede el espacio provisto para 2 asientos dobles vehi.de mas de 8 asientos sin contar el asiento del conductor, peso bruto veh.<=5 tn

M3: vehículos de mas de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de mas de 5 toneladas. construidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y, también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles. **descripción antes del 01/11/2006:** vehi.construidos principalmente para el transp. de pasaj. sentados y tambien diseñados para permitir el transp. de pasaj. de pie en el pasadizo y/o en un area que no excede el espacio provisto para 2 asientos dobles vehi.de mas de 8 asientos sin contar el asiento del conductor, peso bruto veh.> 5 tn.

En Arequipa se puede apreciar que los autos tipo M1 estan ubicados mayormente en el distrito de Miraflores, los mas comunes en el Sistema Integrado de Transporte se utilizan los tipos M2 Y M3 debido al diseño para poder transportar a los pasajeros.

Para la flota requerida que utilizaremos.

- Para la flota M2 X 18

$$M2 = \frac{\text{Usuario Hora} - \text{Punta}}{18}$$

$$M2 = \frac{13,157}{18}$$

$$M2 = 731 \text{ vehiculos}$$

- Para la flota M3 X 38

$$M3 = \frac{\text{Usuario Hora} - \text{Punta}}{38}$$

$$M2 = \frac{13,157}{38}$$

$$M3 = 347 \text{ vehiculos}$$

Para ello pondremos una tabla de resumen de todo lo desarrollado anteriormente

Tabla 43.*Resumen de resultados*

Población demanda movilidad	Usuarios Serv púb 63.1%*	Viajes día 1.54 per- cápita*	Usuarios en hora- punta 14.2%*	Flota requerida M3 x 38	Flota requerida M2 x 18
95,348	60,165 pax	92,655 pax	13,157 pax	347	731

Nota. La tabla muestra la cantidad proyectada de vehículos de categorías M2 y M3 necesarias para atender la demanda durante el año 2025.

Aplicando los índices del SIT en la hr-punta con las 95,348 personas que demanda movilidad para su desplazamiento, se estima 60,165 pasajeros que usan el servicio público (63.1%), se estima 92,655 pasajeros que usan viajes por día (1.54 viajes per-cápita), se estima 13,157 pasajeros en hora-punta (14.2%), de acuerdo a la estimación de la demanda la flota requerida en M3 es de 347 vehículos, la flota requerida en M2 es de 731 vehículos.

Tabla 44.*Oferta que ofrece el SIT*

Numero de buses	capacidad	Pax 2015	Pax 2025
79	80	6,320	
68	60	4,080	
26	42	1,092	
Total		11,492 pax/ (303 M3)	14,133 pax/ (372 M3)

Nota. La tabla muestra el análisis comparativo entre los valores por el SIT y los resultados estimados en el presente estudio. Fuente: Plan Regulador de Rutas – SIT 2015/actualización 23.8

$$r = \left(\frac{P_{2017}}{P_{2007}} \right)^{1/10} - 1$$

$$r = \left(\frac{91,935}{74,776} \right)^{0.1} - 1$$

$$r = (1.2293)^{0.1} - 1$$

$$r = 0.0209 = 2.09\%$$

Formula de Población Final

$$P_t = P_0 X (1 + r)^n$$

$$P_{2025} = 11,492 X (1 + 0.0209)^{10}$$

$$P_{2025} = 11,492 X (1.0209)^{10}$$

$$P_{2025} = 14,132.78 = 14,133 \text{ pax}$$

Fórmula para sacar los vehículos tipo M3

$$M3 = \frac{\text{Usuario Hora} - \text{Punta}}{38}$$

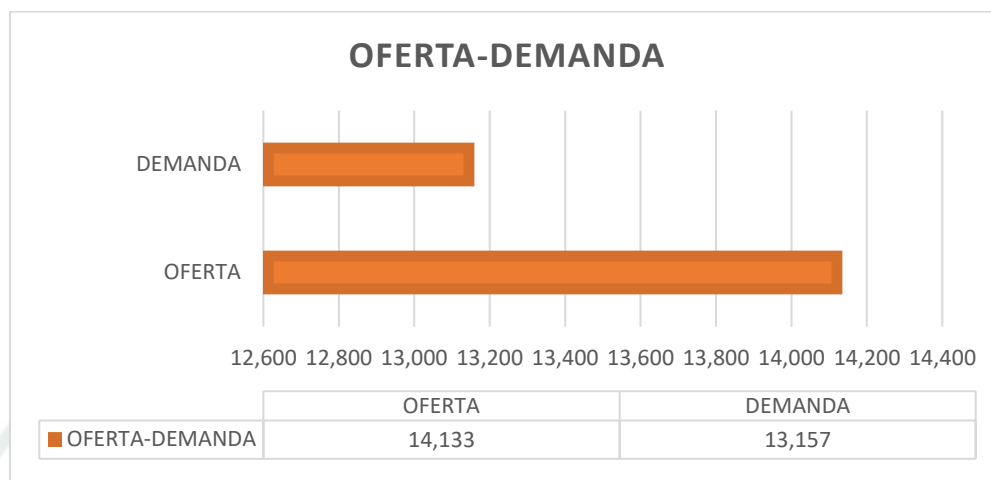
$$M2 = \frac{14,133}{38}$$

$$M3 = 372 \text{ vehiculos}$$

Según la tabla 34 se puede apreciar que según la demanda que la empresa Transcayma para el año 2015 es de 11,492 pasajeros dando un total de 303 vehículos tipo M3, para este año 2025 es de 14,133 pasajeros dando un total de 372 vehículos tipo M3.

Figura 187

Relación de Oferta y Demanda



Nota. La figura muestra la relación entre la oferta de transporte disponible y la demanda de viajes registrada en el área de estudio.

De acuerdo a la figura anterior se puede apreciar que la oferta que brinda Transcayma para el año 2025 es de 14,133 pasajeros, pero la demanda que se establece para el año 2025 es de 13,157 pasajeros, la demanda se cubre dando un saldo de 976 pasajeros.

Tabla 45*Clasificación vehicular cruce Bolognesi*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR					
TRAMO DE LA CARRETERA	CRUCE AV. BOLOGNESI CON AV. AMAZONAS				
SENTIDO	NORTE				
DIA	LUNES				
FECHA	07/07/2025				
CLASIFICACION VEHICULAR					
HORARIO	M1	M2	M2	M3	M3
					
5:00 A 6:00	16	18	11	19	
6:00 A 7:00	19	16	13	15	
7:00 A 8:00	27	40	23	29	
8:00 A 9:00	22	36	22	29	
9:00 A 10:00	19	15	13	17	
10:00 A 11:00	19	20	13	17	
11:00 A 12:00	23	37	22	28	
12:00 A 13:00	26	40	20	29	
13:00 A 14:00	23	40	24	30	0
14:00 A 15:00	25	37	23	29	
15:00 A 16:00	18	20	15	17	
16:00 A 17:00	18	19	13	18	
17:00 A 18:00	25	38	22	29	
18:00 A 19:00	24	33	21	28	
19:00 A 20:00	27	34	21	28	
20:00 A 21:00	27	33	23	29	
21:00 A 22:00	17	19	15	16	

Nota. La figura presenta la clasificación de los vehículos registrados en el cruce Bolognesi según su categoría vehicular, siendo 0 el número de vehículos que pasan por dicho cruce.

Tabla 46*Clasificación vehicular Av. Amazonas*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR					
TRAMO DE LA CARRETERA	CRUCE AV. AMAZONAS CON CALLE LOS CIPRECES				
SENTIDO	OESTE				
DIA	MARTES				
FECHA	08/07/2025				
CLASIFICACION VEHICULAR					
HORARIO	M1	M2	M2	M3	M3
					
5:00 A 6:00	16	22	12	15	
6:00 A 7:00	19	21	11	15	
7:00 A 8:00	24	33	20	30	
8:00 A 9:00	25	37	21	29	
9:00 A 10:00	17	17	14	17	
10:00 A 11:00	19	22	15	20	
11:00 A 12:00	27	40	25	28	
12:00 A 13:00	25	33	23	28	
13:00 A 14:00	25	30	24	29	0
14:00 A 15:00	23	40	24	30	
15:00 A 16:00	19	19	12	20	
16:00 A 17:00	18	16	12	20	
17:00 A 18:00	23	36	23	29	
18:00 A 19:00	22	32	22	29	
19:00 A 20:00	24	37	25	29	
20:00 A 21:00	23	31	22	30	
21:00 A 22:00	18	15	11	17	

Nota. La figura presenta la clasificación de los vehículos registrados en la Av. Amazonas según su categoría vehicular.

Tabla 47*Clasificación vehicular Plaza de Cayma*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR					
TRAMO	DE	LA	PLAZA CAYMA		
CARRETERA					
SENTIDO		SUR			
DIA		MIERCOLES			
FECHA		09/07/2025			
CLASIFICACION VEHICULAR					
	M1	M2	M2	M3	M3
HORARIO					
5:00 A 6:00		3	18	33	0
6:00 A 7:00		4	20	34	1
7:00 A 8:00		5	25	44	1
8:00 A 9:00		5	20	48	0
9:00 A 10:00		2	15	32	0
10:00 A 11:00		1	18	31	1
11:00 A 12:00		5	22	48	0
12:00 A 13:00		6	22	46	1
13:00 A 14:00	0	6	23	40	1
14:00 A 15:00		5	22	43	1
15:00 A 16:00		1	15	34	0
16:00 A 17:00		4	20	36	1
17:00 A 18:00		7	24	45	1
18:00 A 19:00		6	20	38	1
19:00 A 20:00		6	22	47	0
20:00 A 21:00		6	20	47	1
21:00 A 22:00		1	15	32	1

Nota. La figura presenta la clasificación de los vehículos registrados en la plaza de Cayma según su categoría vehicular.

Tabla 48*Clasificación vehicular AV. Ejercito*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR					
TRAMO DE LA CARRETERA		CRUCE AV. EJERCITO CON AV. CAYMA			
SENTIDO		OESTE			
DIA		JUEVES			
FECHA		10/07/2025			
CLASIFICACION VEHICULAR					
HORARIO	M1	M2	M2	M3	M3
					
5:00 A 6:00		3	17	24	1
6:00 A 7:00		4	18	22	0
7:00 A 8:00		5	25	40	0
8:00 A 9:00		6	25	42	0
9:00 A 10:00		2	15	21	1
10:00 A 11:00		3	20	22	0
11:00 A 12:00		6	20	34	0
12:00 A 13:00		6	20	46	1
13:00 A 14:00	0	6	22	36	1
14:00 A 15:00		6	20	43	0
15:00 A 16:00		3	19	21	0
16:00 A 17:00		2	20	21	0
17:00 A 18:00		6	22	37	1
18:00 A 19:00		5	23	42	0
19:00 A 20:00		6	23	36	1
20:00 A 21:00		5	25	40	1
21:00 A 22:00		2	20	23	1

Nota. La figura presenta la clasificación de los vehículos registrados en la Av. Cayma según su categoría vehicular, siendo 0 el número de vehículos que pasan por dicho cruce.

Tabla 49*Clasificación vehicular Av. Independencia*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR					
TRAMO DE LA CARRETERA		CRUCE AV. INDEPENDENCIA CON CALLE LA SALLE			
SENTIDO		OESTE			
DIA		VIERNES			
FECHA		11/07/2025			
CLASIFICACION VEHICULAR					
HORARIO	M1	M2	M2	M3	M3
					
5:00 A 6:00		2	20	3	
6:00 A 7:00		5	21	3	
7:00 A 8:00		7	29	7	
8:00 A 9:00		8	26	6	
9:00 A 10:00		3	21	1	
10:00 A 11:00		4	17	2	
11:00 A 12:00		5	28	5	
12:00 A 13:00		7	28	6	
13:00 A 14:00	0	5	27	7	0
14:00 A 15:00		5	26	5	
15:00 A 16:00		4	22	3	
16:00 A 17:00		2	18	1	
17:00 A 18:00		8	25	6	
18:00 A 19:00		8	30	7	
19:00 A 20:00		6	29	5	
20:00 A 21:00		8	28	6	
21:00 A 22:00		2	22	3	

Nota. La figura presenta la clasificación de los vehículos registrados en la calle la Salle según su categoría vehicular, siendo 0 el número de vehículos que pasan por dicho cruce.

Tabla 50*Clasificación vehicular calle puente Arnao*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR					
TRAMO DE LA CARRETERA		CRUCE CALLE PUENTE ARNAO CON CALLE PUNO			
SENTIDO		ESTE			
DIA		SABADO			
FECHA		12/07/2025			
CLASIFICACION VEHICULAR					
	M1	M2	M2	M3	M3
HORARIO					
5:00 A 6:00		5	21	1	
6:00 A 7:00		5	17	1	
7:00 A 8:00		5	25	7	
8:00 A 9:00		7	28	5	
9:00 A 10:00		3	20	4	
10:00 A 11:00		5	19	3	
11:00 A 12:00		6	30	6	
12:00 A 13:00		8	30	6	
13:00 A 14:00	0	5	27	7	0
14:00 A 15:00		6	37	7	
15:00 A 16:00		4	17	2	
16:00 A 17:00		2	18	1	
17:00 A 18:00		7	27	5	
18:00 A 19:00		8	25	7	
19:00 A 20:00		8	28	7	
20:00 A 21:00		8	29	7	
21:00 A 22:00		4	21	4	

Nota. La figura presenta la clasificación de los vehículos registrados en el puente Arnao según su categoría vehicular, siendo 0 el número de vehículos que pasan por dicho cruce.

Tabla 51*Clasificación vehicular Av. Los incas*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR					
TRAMO DE LA CARRETERA	CRUCE AV. LOS INKAS CON AV. VIDAURRAZAGA				
SENTIDO	NORTE				
DIA	LUNES				
FECHA	14/07/2025				
HORARIO	CLASIFICACION VEHICULAR				
	M1	M2	M2	M3	M3
					
5:00 A 6:00				26	
6:00 A 7:00				29	
7:00 A 8:00				36	
8:00 A 9:00				36	
9:00 A 10:00				25	
10:00 A 11:00				26	
11:00 A 12:00				39	
12:00 A 13:00				38	
13:00 A 14:00	0	0	0	37	0
14:00 A 15:00				38	
15:00 A 16:00				30	
16:00 A 17:00				29	
17:00 A 18:00				35	
18:00 A 19:00				37	
19:00 A 20:00				39	
20:00 A 21:00				38	
21:00 A 22:00				29	

Nota. La figura presenta la clasificación de los vehículos registrados en la Av. Los incas según su categoría vehicular, siendo 0 el número de vehículos que pasan por dicho cruce.

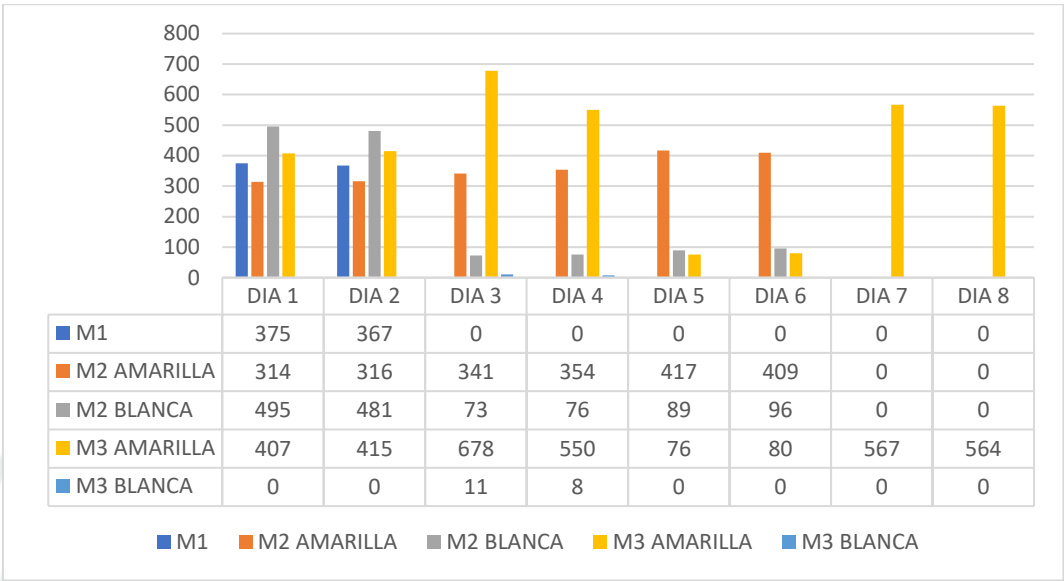
Tabla 52*Clasificación vehicular ovalo del terminal*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR					
TRAMO DE LA CARRETERA		OVALO DEL TERMINAL			
SENTIDO		ESTE-SUR			
DIA		MARTES			
FECHA		15/07/2025			
CLASIFICACION VEHICULAR					
	M1	M2	M2	M3	M3
HORARIO					
5:00 A 6:00				29	
6:00 A 7:00				25	
7:00 A 8:00				35	
8:00 A 9:00				36	
9:00 A 10:00				30	
10:00 A 11:00				26	
11:00 A 12:00				40	
12:00 A 13:00				38	
13:00 A 14:00	0	0	0	39	0
14:00 A 15:00				39	
15:00 A 16:00				24	
16:00 A 17:00				27	
17:00 A 18:00				38	
18:00 A 19:00				40	
19:00 A 20:00				35	
20:00 A 21:00				39	
21:00 A 22:00				24	

Nota. La figura presenta la clasificación de los vehículos registrados en el ovalo del terminal según su categoría vehicular, siendo 0 el número de vehículos que pasan por dicho cruce

Figura 188

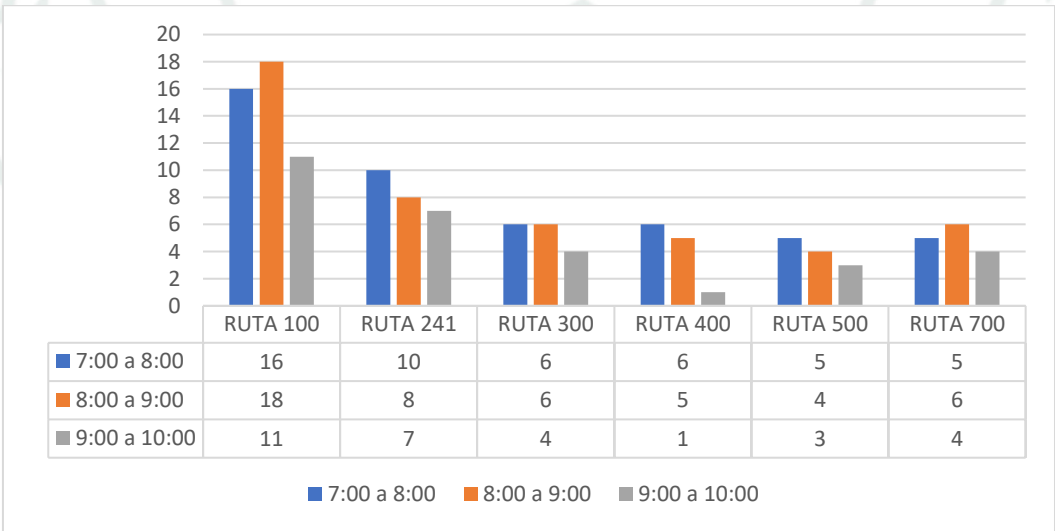
Distribución diaria de unidades M1, M2, M3



Nota. La tabla presenta la distribución diaria del flujo vehicular en los puntos de control considerados en el estudio, evidenciándose que los días 7 y 8 son utilizados únicamente por vehículos de categoría M3.

Figura 189

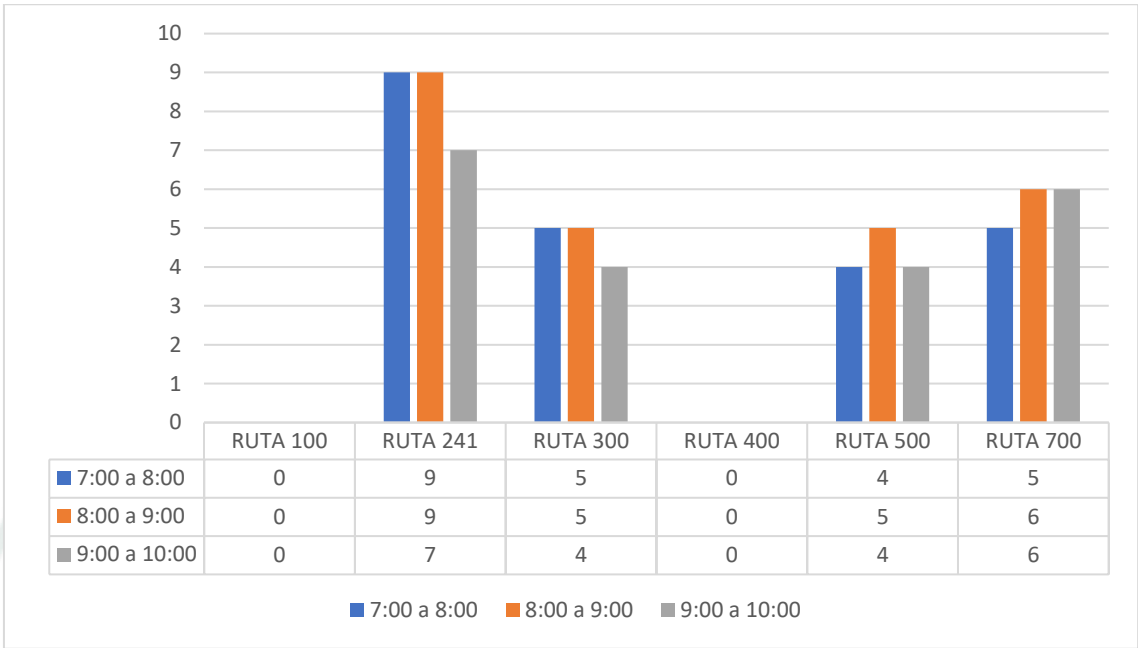
Distribución diaria de unidades según Abexa Cruce Bolognesi



Nota. La tabla muestra la distribución horaria del tránsito vehicular en el punto de control evaluado, de acuerdo con la información proporcionada por la plataforma Abexa. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

Figura 190

Distribución diaria de unidades según Abexa AV. Vidaurrazaga



Nota: La tabla muestra la distribución horaria del tránsito vehicular en el punto de control evaluado, de acuerdo con la información proporcionada por la plataforma Abexa. Fuente: Abexa Cloud Company S.A.C. (2025).

En la figura 188 se puede apreciar que el conteo vehicular en el día 1 se cuenta con 375 vehículos tipo M1, 314 vehículos tipo M2 de color amarillos, 495 vehículos tipo M2 de color blanco, 407 vehículos tipo M3 de color amarillo, 0 vehículos tipo M3 color blanco. En el día 2 se cuenta con 367 vehículos tipo M1, 316 vehículos tipo M2 de color amarillos, 481 vehículos tipo M2 de color blanco, 415 vehículos tipo M3 de color amarillo, 0 vehículos tipo M3 color blanco.

En el día 3 se cuenta con 0 vehículos tipo M1, 341 vehículos tipo M2 de color amarillos, 73 vehículos tipo M2 de color blanco, 678 vehículos tipo M3 de color amarillo, 11 vehículos tipo M3 color blanco. En el día 4 se cuenta con 0 vehículos tipo M1, 354 vehículos tipo M2 de color amarillos, 76 vehículos tipo M2 de color blanco, 550 vehículos tipo M3 de color amarillo, 8 vehículos tipo M3 color blanco.

En el día 5 se cuenta con 0 vehículos tipo M1, 417 vehículos tipo M2 de color amarillos, 89 vehículos tipo M2 de color blanco, 76 vehículos tipo M3 de color amarillo, 0 vehículos tipo M3 color blanco. En el día 6 se cuenta con 0 vehículos tipo M1, 409 vehículos

tipo M2 de color amarillos, 96 vehículos tipo M2 de color blanco, 80 vehículos tipo M3 de color amarillo, 0 vehículos tipo M3 color blanco.

En el día 7 se cuenta con 0 vehículos tipo M1, 0 vehículos tipo M2 de color amarillos, 0 vehículos tipo M2 de color blanco, 567 vehículos tipo M3 de color amarillo, 0 vehículos tipo M3 color blanco. En el día 8 se cuenta con 0 vehículos tipo M1, 0 vehículos tipo M2 de color amarillos, 0 vehículos tipo M2 de color blanco, 564 vehículos tipo M3 de color amarillo, 0 vehículos tipo M3 color blanco. En algunas zonas se contaron 0 vehículos debido a que por dichas calles donde estuvimos haciendo el conteo vehicular no pasan las unidades M1, M2 y M3.

Tabla 53

ruta 300 a-b

PUNTOS DE CONTROL	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
TERMINAL A	0.00	39.43	26.50	22.98	21.01	54.01	0.00
P 1	25.88	32.42	21.44	12.06	17.79	101.21	33.51
P 2	35.27	58.14	20.01	14.56	10.94	10.99	61.98
P 3	23.84	49.03	46.48	72.33	19.78	45.44	58.65
PUEBLO J. MILAGROS	12.77	58.28	38.97	5.62	35.64	53.59	62.88
ONCE DE MAYO	12.61	0.00	20.38	18.29	21.32	0.00	49.35
C.E. ONCE DE MAYO A	16.01	14.55	40.78	14.38	11.31	33.24	41.23
LA LOMADITA	22.93	25.93	62.48	13.88	15.05	48.99	70.33
PARQUE PRIMERO	17.93	34.99	34.79	10.39	31.55	55.21	81.35
JUNIO	14.54	61.72	88.20	81.90	45.81	46.70	75.93
AV PRIMERO DE	40.07	30.38	26.02	11.63	14.00	23.52	75.93
JUNIO	23.32	58.51	43.24	10.69	64.26	62.86	88.12
ENACE QUIOSCO	30.61	60.12	9.34	26.56	58.74	54.66	93.09
CALLE RAFAEL	21.20	22.16	62.99	56.70	13.30	40.80	72.81
BELAUNDE	11.70	64.99	46.15	32.80	31.97	16.37	57.35
GRIFO RADIO AZUL	38.07	77.99	32.33	79.29	59.34	35.66	43.51
CEMENTERIO	3.05	66.39	21.95	9.85	36.87	50.96	5.21
BOLOGNESI	16.60	113.19	22.84	3.66	97.00	46.04	12.44
AV. SAN MARTIN	32.01	35.05	93.95	30.21	29.05	54.76	7.86
CRUCE BOLO A	15.71	46.04	5.84	55.95	5.25	21.88	39.33
CALLE MANCO CAPAC	9.07	10.03	18.56	23.43	20.57	67.94	13.00
A							
RAMON.C							
PLAZA DE BOLOGNESI							
A							
20 ABRIL - A							
GRIFO TOMILLA							

PLAZA TOMILLA	27.38	64.95	4.98	44.01	64.73	12.39	28.84
INST. ISPA A	41.77	43.11	18.60	0.00	27.74	68.01	70.74
ESTADIO T. A	23.98	39.43	82.28	19.19	56.30	61.55	50.47
P. TOMILLA - A	21.52	35.47	30.77	15.53	0.00	47.75	65.88
GIRASOLES A	18.09	40.85	12.15	6.78	9.84	28.30	56.23
BELLO HORIZONTE A	18.72	25.99	16.15	14.37	16.44	26.01	50.07
HOSPITAL POLICIA A	21.04	118.03	25.51	32.35	17.04	39.58	42.79
MAYTA CAPAC A	34.28	34.81	38.16	18.41	25.38	30.83	37.02
MELGAR A	58.68	19.22	27.23	8.86	18.58	97.18	52.37
GUINDOS A	13.40	49.19	20.97	16.41	18.89	4.69	48.74
AV. EJERCITO A	80.06	46.49	23.02	12.71	46.81	42.38	140.58
SAGA A	48.90	38.27	23.41	21.97	43.57	62.31	114.51
COMISARIA A	36.82	37.07	17.35	17.16	26.93	73.30	79.19
RECOLETA A	26.35	24.00	92.69	38.05	68.65	40.51	74.91
AV. LA MARINA A	49.56	86.49	18.28	11.85	46.55	181.38	63.95
PUENTE GRAU A	47.18	7.99	19.91	36.71	22.91	39.48	33.67
SAN AGUSTIN A	42.68	38.36	12.22	8.54	27.91	34.99	36.23
CONSUELO A	42.06	47.01	61.40	44.97	27.26	33.20	22.16
CALLE TRISTAN	59.98	45.11	29.83	37.05	15.17	25.24	37.67
LA MERCED A	79.37	54.37	36.19	21.49	16.55	32.28	158.67
SALAVERRY A	82.04	33.16	31.88	28.06	86.49	31.93	97.16
UTP A	11.01	4.76	31.24	9.59	5.66	38.87	11.07
PARQUE EL TREN A	6.54	22.99	27.63	12.88	21.01	42.65	6.58
VENEZUELA A	38.98	96.47	12.15	24.00	32.29	32.11	74.16
COMPANI B. A	29.07	37.59	50.19	35.83	14.18	33.37	62.28
LO VIDAURRAZAGA A	26.52	31.77	0.00	13.08	11.55	19.23	31.47
CRUZE LOS INCAS A	121.99	12.08	60.38	46.75	93.10	29.72	116.44

Nota. La tabla presenta los tiempos promedio de demora registrados por punto de control en el sentido A-B de la ruta 300, permitiendo evaluar el comportamiento operativo del recorrido durante 7 días.

Tabla 54
ruta 300 b-a

PUNTOS DE CONTROL	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
TERMINAL B	0.00	12.50	26.67	6.30	37.99	73.06	0.98
TERMINAL TERRESTRE	7.46	70.10	12.97	59.28	20.71	19.27	6.76
Z. BALLON B	39.49	45.97	45.93	15.99	15.96	15.06	28.66
URB_ LOS INCAS I	58.52	36.37	12.29	60.16	15.90	45.67	87.88
AVENIDA VIDAURRAZAGA	12.31	66.76	90.53	14.42	8.09	53.32	71.88
LOS BANCOS B	10.87	69.27	73.99	9.36	28.47	85.81	65.05
SUR MOTOR B	11.58	30.60	6.73	56.16	40.46	26.14	61.61
PALOMAR B	12.94	6.37	14.33	0.00	16.54	12.40	44.63
BONIFAZ B	14.67	67.60	12.96	26.19	51.00	42.00	35.61
QUIROZ B	21.79	15.14	12.86	13.19	33.08	10.14	88.76
SALAVERRY B	72.45	62.20	42.40	42.23	64.15	43.59	126.90
INST. SUR B	66.10	14.09	17.51	10.23	16.85	32.92	121.78
28 JULIO B	21.75	10.06	110.41	31.62	9.79	52.81	43.46
AV. MARINA B	14.46	127.89	13.10	12.30	67.19	16.38	40.44
GRIFO LA MARINA B	18.34	0.00	4.75	4.14	0.00	69.60	43.41
UGARTE B	3.76	71.21	69.71	30.41	114.10	16.17	63.44
PUENTE GRAU B	60.33	6.31	18.01	17.50	121.10	17.68	122.80
MISTI B	25.16	12.59	0.00	27.23	12.69	35.50	89.56
COMISARIA B	47.21	11.80	5.00	61.49	11.91	0.00	95.02
SAGA B	78.58	83.68	55.97	58.86	42.28	38.14	123.05
CRUCE CAYMA B	14.51	105.93	17.33	66.93	15.03	4.68	56.49
GUINDOS B	5.55	28.79	0.00	6.68	34.96	24.81	48.49
MELGAR B	44.63	48.01	21.23	13.73	33.63	21.73	75.05
MAYTA CAPAC B	20.55	26.61	14.89	9.72	29.71	26.14	78.39
HOSPITAL POLICIA B	15.93	17.21	16.89	47.24	13.47	125.29	66.00
BELLO HORIZONTE B	12.00	25.87	46.90	68.77	50.72	87.32	95.22
GIRASOLES B	12.00	123.04	13.42	77.45	10.69	100.98	90.66
PLANTA LA TOMILLA B	11.36	20.44	71.10	19.88	97.18	8.97	82.10
ESTADIO B	11.36	72.83	55.74	5.11	55.01	23.00	76.68
MERCADO TOMILLA B	38.97	25.10	37.33	12.00	8.40	12.68	104.88
ISPA B	17.54	7.33	10.59	28.19	43.15	6.19	62.07
PLAZA TOMILLA B	12.72	31.84	116.71	24.81	16.94	60.14	47.80
20 DE ABRIL PLAZA	26.24	47.26	32.22	12.11	25.49	30.12	50.44
BOLOGNESI B	8.01	86.87	44.64	68.58	109.60	21.84	35.90
MERCADO 24 B	30.42	11.30	68.32	56.36	23.31	14.95	44.73

COLISEO B	8.16	60.74	78.90	38.45	81.65	16.46	35.02
CRUCE BOLO B	71.18	27.13	80.53	73.18	23.75	8.52	116.54
AV. RAMON CASTILLA	25.25	16.83	21.74	46.69	6.76	27.25	138.15
CEMENTERIO BOLOGNESI	22.07	40.83	7.25	30.19	23.63	38.29	145.88
AVENIDA CHARCANI	50.27	31.94	34.81	0.00	42.01	81.75	108.98
GRIFO RADIO AZUL	102.73	66.30	52.52	19.34	65.32	92.27	129.00
RAFAEL BELAUNDE	33.33	19.73	109.15	15.45	12.59	11.08	101.29
QUIOSCO PRIMERO DE JUNIO	58.84	14.03	30.41	56.57	74.47	54.90	110.12
PARQUE PRIMERO J.	72.65	13.69	27.99	12.20	59.32	44.54	120.22
LAS LOMADITAS	56.33	10.66	122.04	28.54	37.03	41.54	163.12
INICIO ONCE DE MAYO	111.48	37.41	165.37	12.73	73.01	73.49	147.20
C.E. ONCE MAYO	114.78	18.14	25.55	44.78	61.38	105.76	193.37
ONCE DE MAYO	61.69	118.23	144.60	61.91	95.29	21.46	162.73
SEÑOR DE LOS MILAGROS	63.18	155.54	118.70	8.74	68.09	65.59	129.78
MUJERES CON ESPERANZA	65.10	27.30	11.51	9.91	9.96	6.37	108.15
MUJERES AV. ANA JARVI B	114.13	13.34	10.73	23.45	13.03	14.30	144.61
TERMINAL DE MUJERES	75.94	44.57	115.23	17.95	10.78	10.92	105.63
	37.15	10.19	75.08	6.14	56.82	76.00	40.71

Nota. La tabla presenta los tiempos promedio de demora registrados por punto de control en el sentido B-A de la ruta 300, permitiendo evaluar el comportamiento operativo del recorrido durante 7 días.

En las tablas 35 y 36 nos da a conocer las demoras por día y por punto de control en un mapa de calor que nos da los datos que tenemos, dando a conocer que el día que tiene más demora son los días domingos debido a que la cantidad de vehículos disminuye debido a que en el transcurso del día se tiene que esperar a más usuarios para poder tener un ingreso económico parecido a lo de un día normal. Por lo cual se evaluará con otra ruta que según los estudios se dice que es más eficiente según graficas que se establecieron en el objetivo 3 de esta investigación.

Tabla 55
ruta 500 a-b

PUNTOS DE CONTROL	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
TERMINAL	8.85	0.00	10.99	20.59	10.99	1.85	
INICIO P. JUNIO A	19.50	63.78	27.90	31.49	72.35	4.92	
QUIOSCOS SECTOR-8							
A	10.61	8.63	4.41	15.65	9.40	29.15	
DEAN VALDIVIA A	13.68	18.08	9.74	18.05	16.03	14.69	
CIRCA A	20.92	4.05	106.59	20.70	5.65	12.85	
GRIFO DE AGUA A	10.82	20.83	16.95	5.46	20.88	26.85	
SECTOR 02 A	18.34	76.95	6.54	58.81	68.23	74.08	
SOL DE ORO A	36.42	21.73	60.05	65.62	56.53	6.08	
SAN MIGUEL A	10.95	31.18	61.33	5.19	40.45	11.77	
SECTOR 12 A	17.45	12.90	4.85	10.70	7.70	15.92	
CHAPI A	23.74	16.68	8.18	17.49	23.10	15.20	
AV. SAN MARTIN A	7.55	3.90	20.44	13.16	27.03	22.13	
CALLE AMAZONA A	19.11	6.93	4.49	22.35	19.80	9.31	
CRUZE BOLOGNESI A	65.92	28.70	31.31	2.95	32.25	14.85	
CALLA TUPA AMURU							
A	5.82	15.13	33.15	11.43	5.73	1.54	
PLAZA BOLOGNESI A	9.26	15.10	17.26	96.03	16.78	18.69	
20 DE ABRIL - A	16.26	34.08	13.92	36.30	3.93	104.85	
CALLE F. PIEROLA A	25.66	10.23	19.77	11.19	13.05	36.46	
PLAZA TOMILLA A	12.92	30.00	46.18	31.51	34.90	8.92	
MERCADO PUEBLO A	34.42	25.68	12.00	24.11	15.85	28.73	
ESTADIO TOMILLA A	25.95	9.20	20.05	8.57	14.50	21.46	
TOMILLA A	5.26	0.00	35.26	0.00	35.25	6.77	
GIRASOLES A	10.42	18.95	8.92	36.62	8.68	0.00	
BELLO HORIZONTE A	9.16	36.76	36.13	41.51	32.88	17.08	
HOSPITAL POLOCIA A	9.34	9.03	22.13	6.68	25.98	37.46	
MAYTA CAPAC A	28.53	26.33	8.31	26.14	7.83	5.31	
MELGAR A	34.45	16.58	0.00	33.43	0.00	13.54	
GUIDOS A	3.05	13.40	25.21	12.34	21.28	11.00	
EJERCITO A	52.05	21.03	18.31	76.54	6.80	20.54	
AV. PANPITA							
ZEBALLOS A	15.63	4.00	6.67	9.24	54.48	2.77	
AV. CALLE CHULLO A	13.58	10.35	25.28	13.84	56.63	10.23	
POLICLINICO A	63.95	92.10	21.92	5.41	4.85	100.77	
ESTADIO UMACOLLO							
A	4.97	10.45	7.69	23.78	7.08	7.92	
BALLON FARFAN A	13.89	20.80	22.69	89.30	19.25	22.31	
PARQUE CATOLICA A	19.66	14.43	8.97	11.68	14.40	15.88	
PUENTE CHILI A	18.89	2.95	23.92	23.57	24.55	4.23	
SALAVERRY A	88.32	21.70	6.64	16.70	15.18	18.69	
CALLE QUIROS A	8.34	8.20	20.54	4.62	6.15	7.08	
CALLE MANZANITOS							
A	5.00	13.15	78.36	25.35	19.75	12.54	
AV. VENEZUELA A	18.82	18.15	12.10	9.95	10.28	16.81	

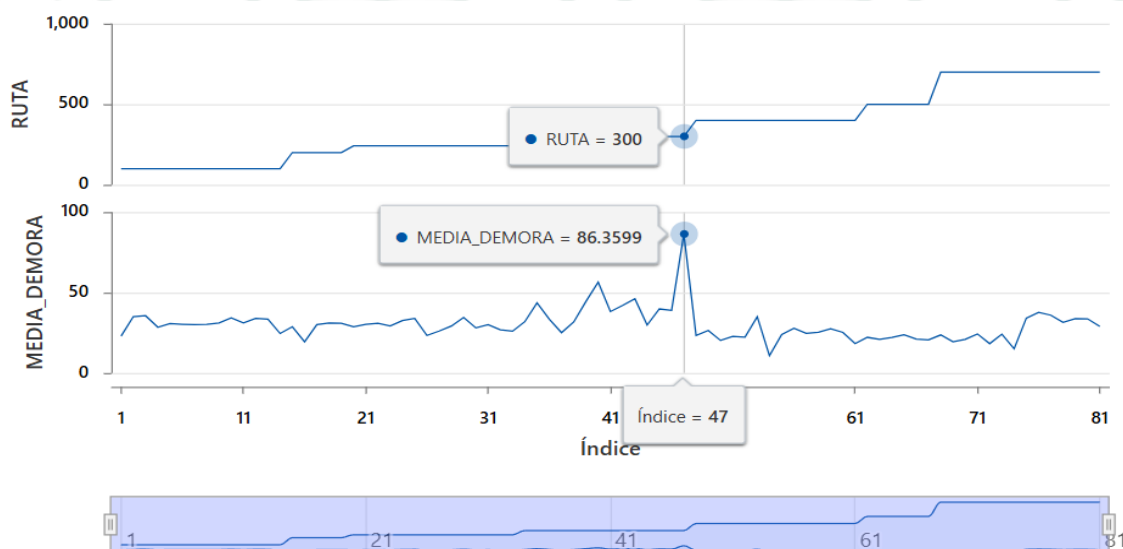
AV. VIDAURRAZAGA						
A	7.95	7.23	23.13	12.05	11.23	5.31
AV. LOS INCAS A	102.97	52.03	14.87	2.86	14.35	52.73
PARQUE INDUSTRIAL						
A	14.11	55.00	4.41	8.62	22.85	48.23
T. TERRESTRE A	18.16	5.43	21.90	32.30	2.98	2.62
AV. FRANCISCO						
MOSTAJO A	17.68	7.18	7.95	20.30	9.45	7.38

Nota. La tabla presenta los tiempos promedio de demora registrados por punto de control en el sentido A-B de la ruta 500, permitiendo evaluar el comportamiento operativo del recorrido durante 6 días.

En la tabla 37 se aprecia que sus días son iguales, pero en algunos puntos de control se ve que demoran debido a otros factores durante su recorrido que los pueden hacer demorar para que obtengan ese tiempo de demora, por lo cual se quiso compara con una ruta que es un poco más eficiente y que los domingos no circula ningún vehículo por dicha ruta, debido a que cuenta con vehículos que solo hacen una vuelta en dicha ruta.

Figura 191

Gráfica de series de tiempo de RUTA; MEDIA_DEMORA



Nota: la figura presenta la demora promedio de ruta, destacando la ruta 300 con el mayor valor registrado (86.35 segundos).

Tabla 56*Déficit de transporte*

Rut a	Sentid o	Cantidad Viajes	Unidad es	VI_porUn id	Indice_sobrecarga	Deficit_Flo ta	Recomendad os	Rankin g
100	A-B	1039	40	26	1.66	26.49	27.00	1
100	B-A	1013	40	25	1.62	24.82	25.00	2
241	B-A	1041	51	20	1.31	15.61	16.00	3
300	A-B	459	20	23	1.47	9.37	10.00	4
300	B-A	452	20	23	1.45	8.92	9.00	5
241	A-B	817	51	16	1.03	1.28	2.00	6
400	A-B	294	18	16	1.05	0.81	1.00	7
400	B-A	288	18	16	1.02	0.43	1.00	8
200	A-B	23	9	3	0.16	0.00	0.00	9
500	A-B	169	37	5	0.29	0.00	0.00	9
700	A-B	329	44	7	0.48	0.00	0.00	9
700	B-A	329	45	7	0.47	0.00	0.00	9

Nota. El ranking establece la prioridad de asignación de unidades vehiculares por ruta, de acuerdo con los niveles de demora promedio registrados en los puntos de control.

En la figura 191 se puede apreciar que en la ruta 300 tiene el promedio de demora más alto que todas las rutas dando a conocer que es la ruta más solicitada, algo un poco lejos de la realidad porque es la segunda ruta más larga y que tiene menos vehículos circulando el día domingo debido a que ese día tiene que esperar usuarios por eso tiene una media demora de 86.36 segundos por punto de control dando nos 1 minuto con 30 segundos aproximadamente. Pero hay otras rutas que, si necesitan más vehículos para abastecer, dando a conocer una relación a más unidades operativas se podrán realizar más viajes, así crean más rutas, siempre contara con una media demora por factores que se presentan mientras estén en su viaje.

En la tabla 56 se realizó un aproximado de cuantas unidades se necesitarían para cada ruta y satisfacer las necesidades de la demanda, dando a conocer que la primera y segunda ruta que necesita unidades es la 100 con un total de 26 unidades aproximadamente ya que están divididas en sentidos, ya que también a la semana realizan más tipos de viaje dando un total de 1039 viajes de A-B y 1013 viajes de B-A; nuestra relación que se sacó con la imagen 207 a más unidades se podrán realizar más viajes, cumplimos con la oferta y la demanda de mejorar el servicio del SIT.

4.5. Planteamiento de la Propuesta

Manual de herramientas de sistemas de información geográfica aplicado al transporte-Sumo

A. Creación de un archivo

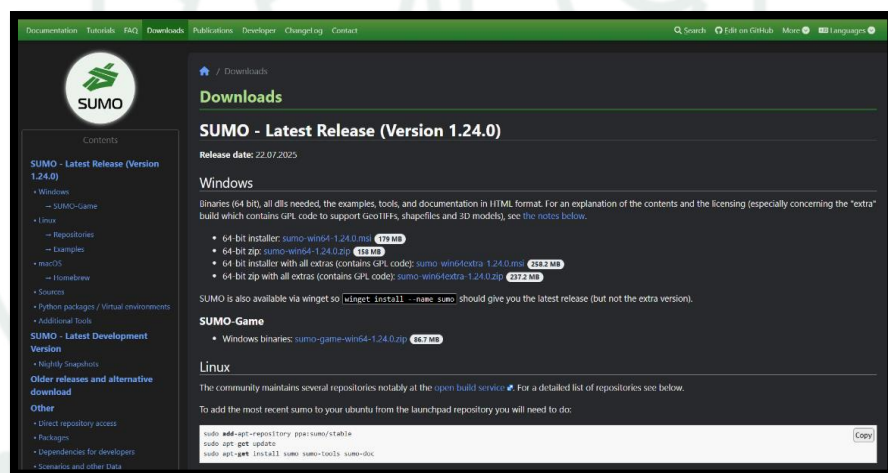
Una vez instalado el programa SUMO tendremos dos opciones para desarrollar la simulación en el programa, para lo cual debemos de seguirlos siguientes pasos:

B. Instalación del programa

Primero buscamos el programa SUMO en internet donde buscaremos el siguiente logo y lo instalaremos. Donde descargaremos todos los archivos que aparecen en la página ya que estos archivos binarios ayudan al programa a poder desarrollarlo más simple y obtener algunos atajos.

Figura 192

Descarga del programa sumo

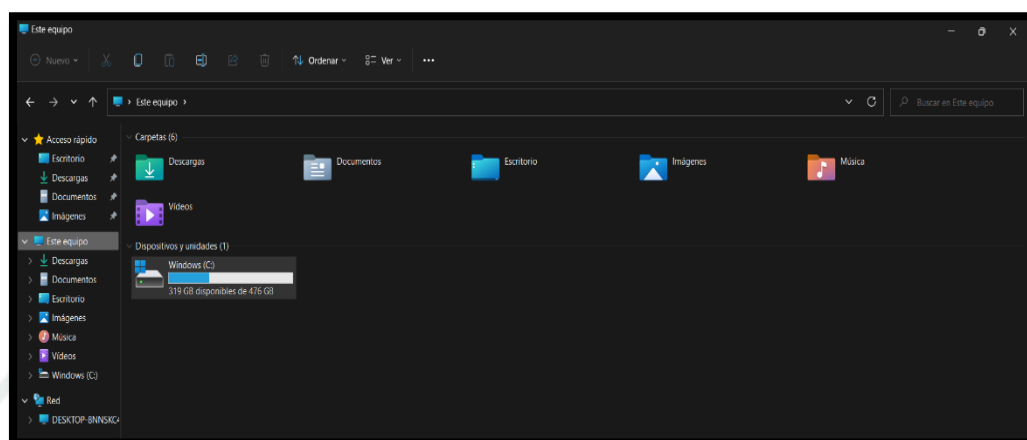


Nota. Descarga del programa sumo. Fuente: Sumo

Una vez instalado se entrará a este equipo y entraremos a disco local "C" y buscaremos posterior mente la carpeta archivo de programa (x86)

Figura 193

Dirigirse a este equipo

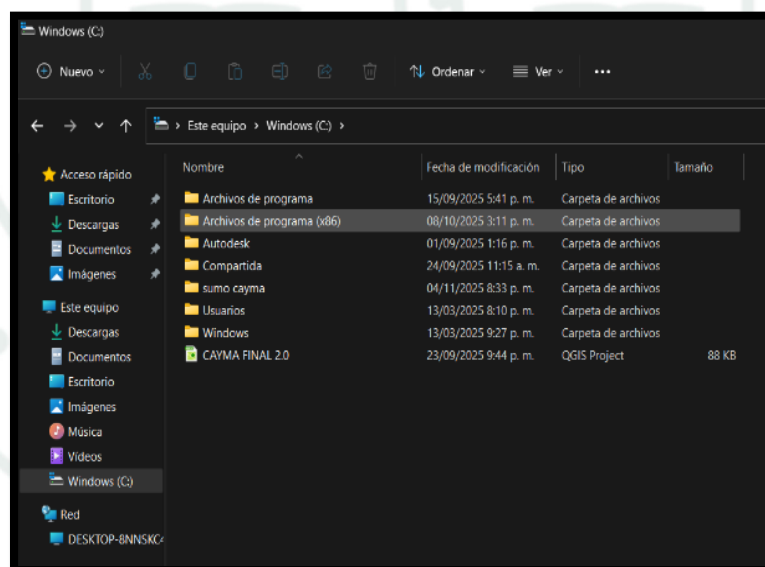


Nota. Búsqueda del programa sumo para su instalación

Nos dirigimos a la carpeta que tiene el nombre de eclipse donde abriremos dicha carpeta y encontraremos la carpeta llamada SUMO.

Figura 194

Dirigirse a carpeta sumo

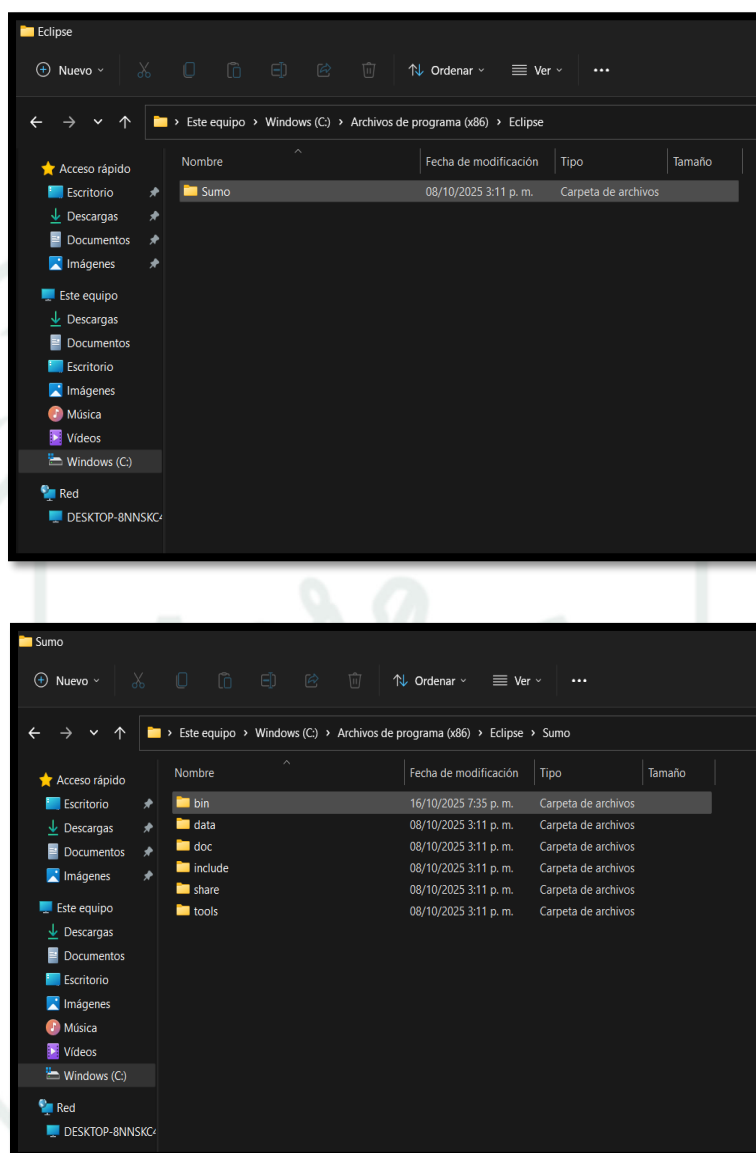


Nota. Dirigirse a la carpeta Archivos de Programa

Entramos a la carpeta sumo y buscaremos la carpeta "bin"

Figura 195

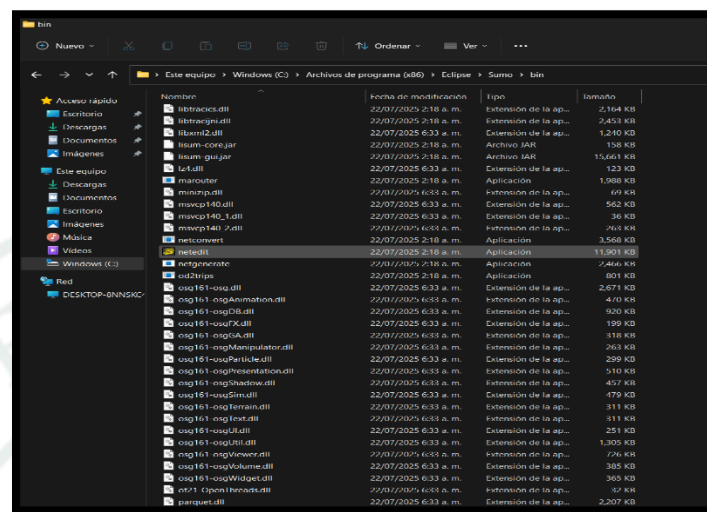
Dirigirse a carpeta bin



Nota. Buscar la carpeta Sumo y luego la carpeta Bin.

Donde abriremos la carpeta para ubicar el programa "netedit" que es donde simularemos la nueva ruta de transcayma

Dirigirse a netedit

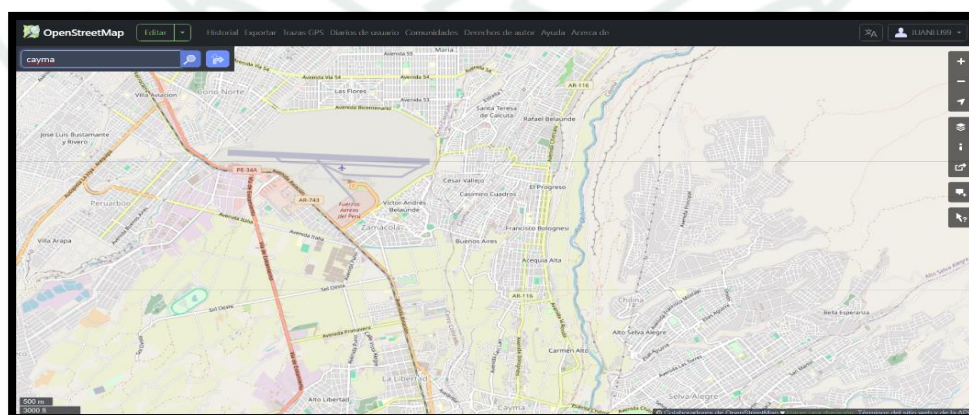


Nota. Dirigirse a la aplicación netedit.

C. Planos para abrir en NETEDIT

Para hacer la simulación en el netedit primero tendremos que descargar un croquis del mapa donde desarrollaremos la zona de transporte a la cual elaboremos la simulación de transporte. Abriremos el programa en internet llamado OpenStreetMap donde descargaremos una parte del mapa de Cayma.

Dirigirse a openstreetmap

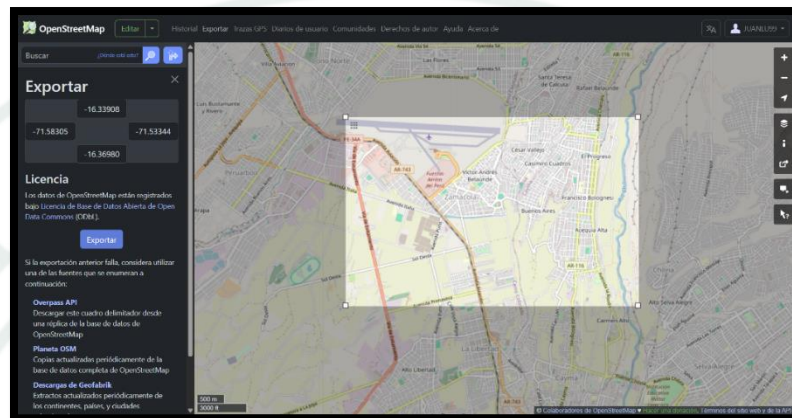


Nota. Dirigirse a [openstreetmap](https://openstreetmap.org)

Una vez ubicada la zona a la que se presiona en exportar y ubicaremos la zona donde pasa la ruta nueva pero el límite para que pueda exportar la imagen el límite es de 50000 de área

Figura 198

Dirigirse a openstreetmap en exportar

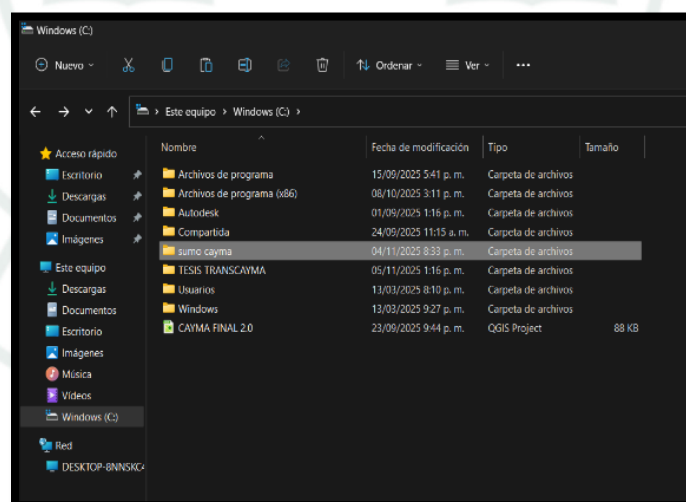


Nota. Seleccionar un área determinada y luego dirigirse a exportar

Una vez descargado la exploración crearemos una carpeta y guardaremos en el disco local C

Figura 199

Dirigirse a la carpeta donde descargo el openstreetmap

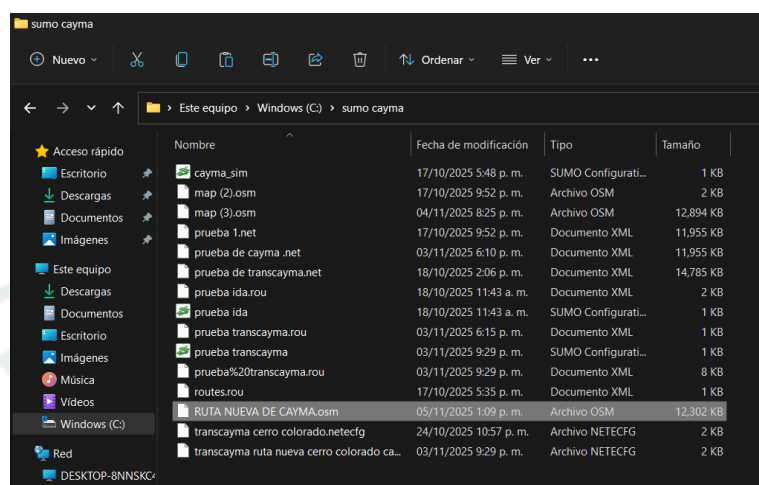


Nota. Dirigirse a la carpeta de descargas de openstreetmap

Y lo guardamos con un nombre el cual lo identifiquemos más rápido para poder usar en el programa SUMO en la parte de NETEDIT

Figura 200

Dirigirse la descarga que se hizo del openstreetmap



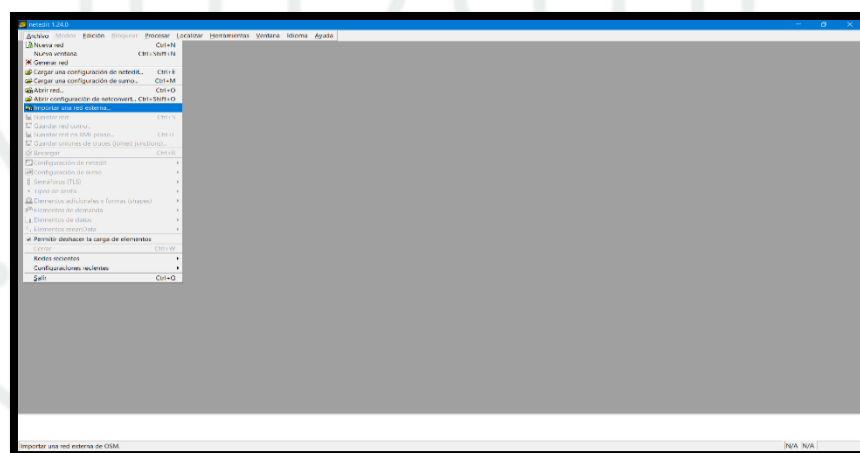
Nota. Buscar a la descarga del área que seleccionamos en el openstreetmap.

D. Programa NETEDIT

Para poder abrir el archivo que descargamos primero se abrirá el programa NETEDIT y podremos primero archivo y buscaremos donde dice importar una red externa.

Figura 201

Dirigirse a importar una red externa

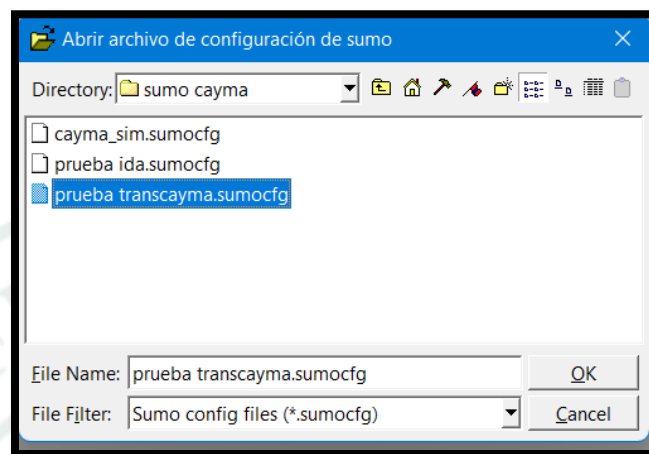


Nota. dirigirse a importar el área que seleccionamos.

Una vez abierto buscaremos el nombre con el que guardamos nuestra descarga en este caso colocamos como ruta nueva de Cayma y colocamos ok.

Figura 202

Seleccionar la red

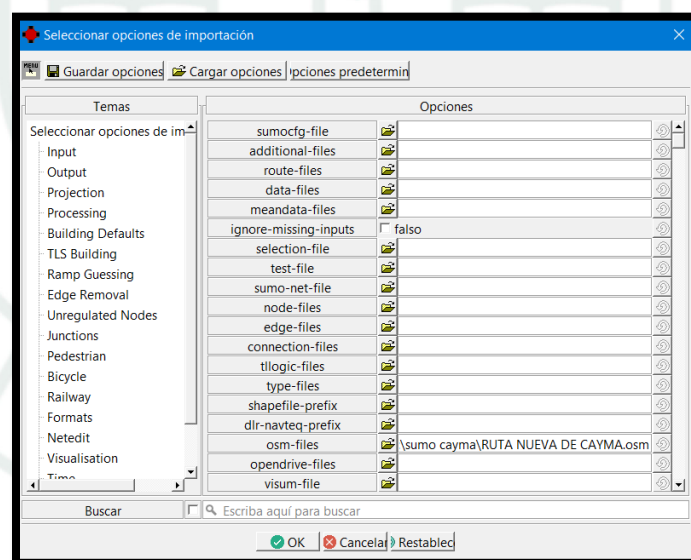


Nota. Seleccionar nuestra área descargada.

Luego nos saldrá un cuadro donde dice seleccionar opciones de importación omitimos lo demás y colocamos donde dice ok

Figura 203

Apretar ok para graficar la red

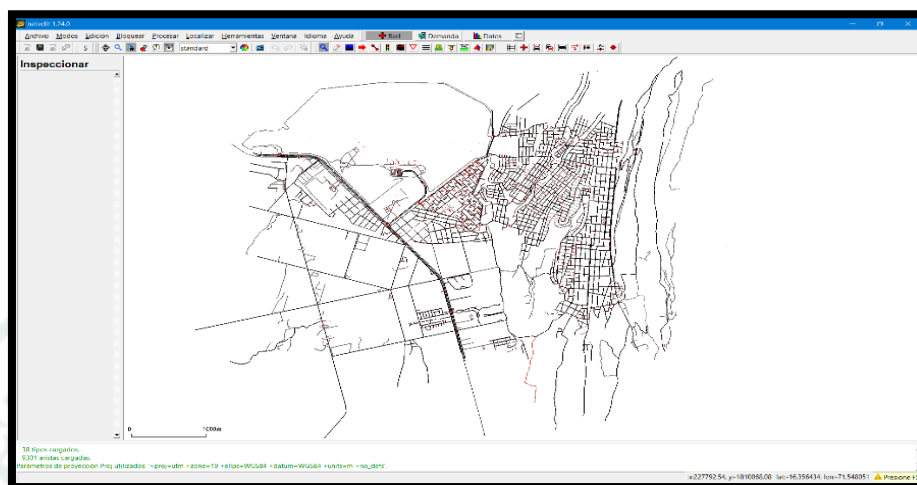


Nota. Graficar el área seleccionada.

Una vez aparecerá el límite de las calles del lugar donde exportamos la imagen

Figura 204

Se dibujará la red

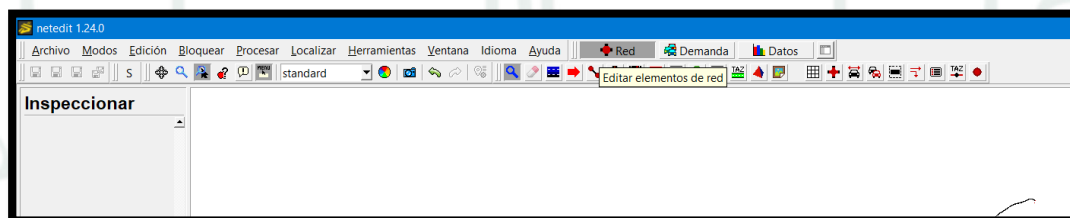


Nota. Sumo dibujara tu área descargada

Ahora nos iremos a editar elementos de red

Figura 205

Editar elementos de red

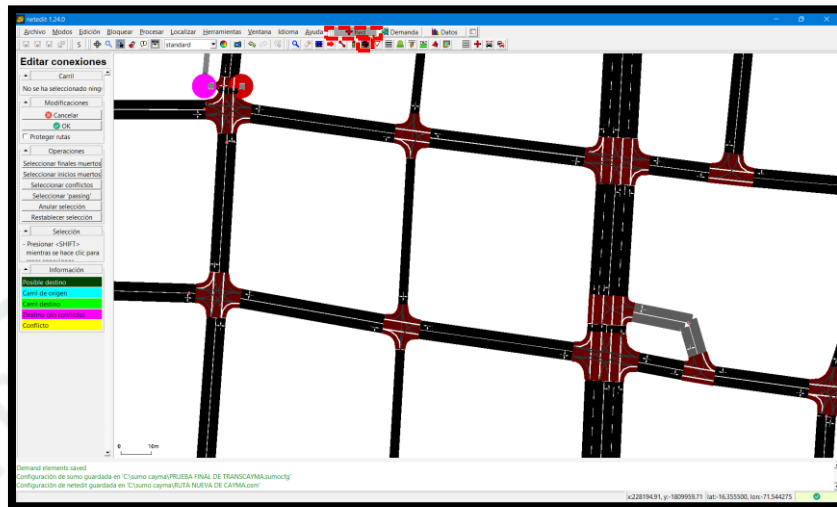


Nota. Editaremos los elementos de red

Con esta ventana podremos colocar semáforos, terminar de colocar las calles que se necesitan para que puedan circular bien los vehículos y podremos visualizar los cruces y hacia donde pueden circular los vehículos.

Figura 206

Verificar cruces y sus direcciones

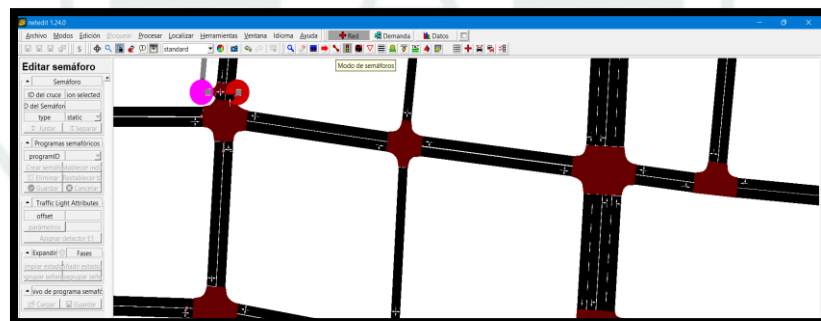


Nota. Verificamos si los cruces y las calles están bien según su sentido.

Ahora colocaremos semaforización donde hay en el cruce de las calles por donde circulan el transporte, para esto iremos a donde la imagen del semáforo que dice modo de semáforos y al costado izquierdo aparecerá editar semáforo.

Figura 207

Verificar la semaforización en las vías



Nota. Verificamos si la semaforización está bien colocada según el Google maps

Para poder crear la semaforización primero debemos identificar el cruce donde existe el semáforo en este caso es el cruce de la Cesar Vallejo con la Av. Ramón castilla

Figura 208

Ubicación de semaforización

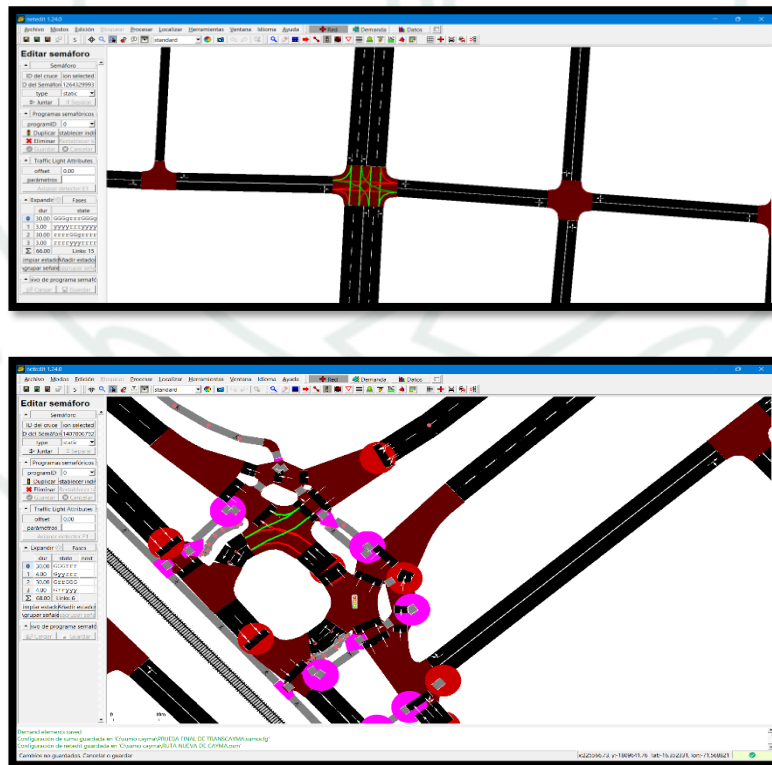


Nota. Ubicación de los semáforos en las Avenida principales según Google maps. Fuente: Google maps.

Se colocará el tiempo establecido en este caso que tiene dicha avenida, pero en la tabla de la izquierda donde dice EXPANDIR ahí nos indica números y también duración del semáforo cuando este en rojo, ámbar y verde.

Figura 209

Verificación del sentido de los semáforos



Nota: Corregir y verificar el sentido de la semaforización

Una vez terminado de colocar podremos visualizar como se colocaron los semáforos en todo el mapa

Figura 210

Verificación de ubicación de todos los semáforos

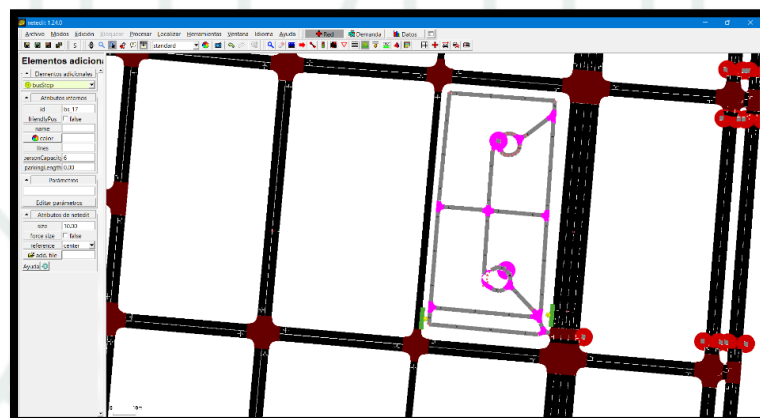


Nota. Ubicar todos los semáforos

Colocaremos el modo de elementos adicionales que ayudara a colocar donde se encuentran mayormente los paraderos donde se podrá visualizar los paraderos estratégicos

Figura 211

Verificación de ubicación de todos los semáforos



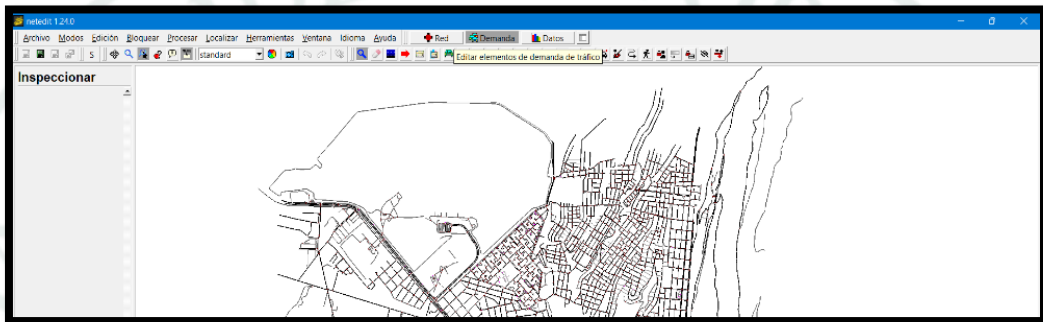
Nota: Ubicar todos los semáforos y paraderos

E. Para la creación de la demanda de transporte

Una vez teniendo las calles identificaremos cuales son las calles por donde pasaran nuestra ruta de transporte de Cayma ero para esto tendremos que crear nuestra unidad de transporte a la cual llamaremos ruta "PE15" y también determinaremos la velocidad mínima y la velocidad máxima según lo estipula el plan regulador de rutas de Cayma

Figura 212

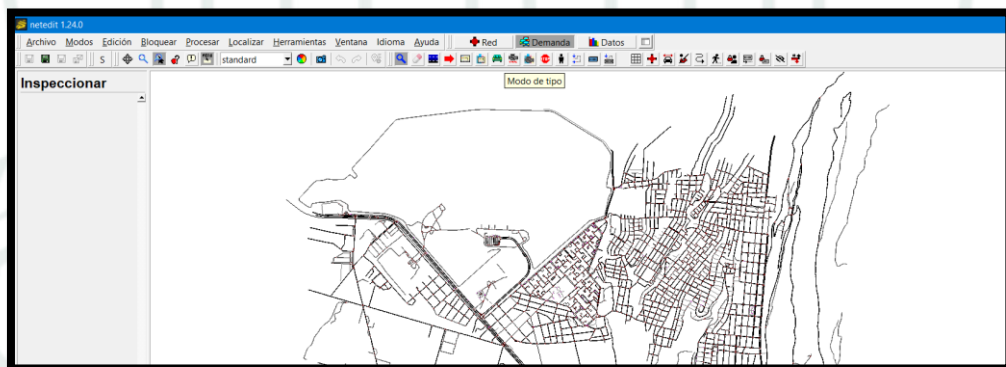
Editar elementos de demanda de trafico



Nota. Editar la demanda de trafico

Figura 213

Editar modo de tipo

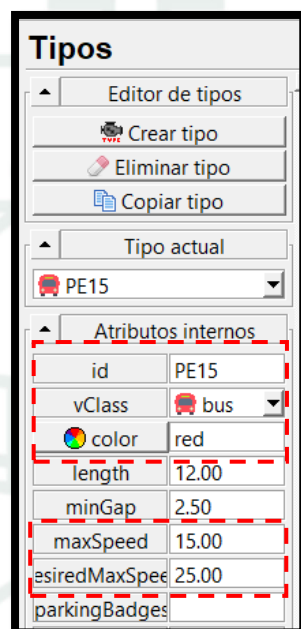
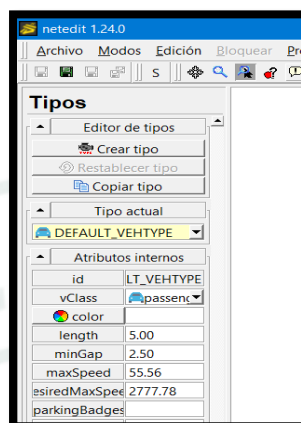


Nota. Nos dirigimos a Modo de tipo

Colocaremos donde dice crear tipo de vehículo

Figura 214

Creación de tipo de vehículos

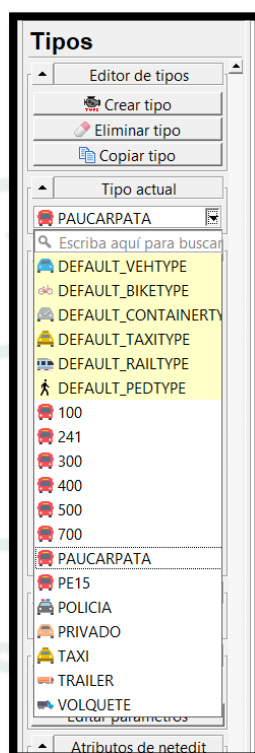


Nota. Elaboración de los tipos de vehículos que circulan por el área descargada

Así podremos crear diferentes tipos de vehículos y seleccionar el color que nosotros colocamos en este caso al pe15 colocaremos de color rojo para identificarlo mientras colocaremos a las demás rutas de color amarillo las rutas que son existentes, también se puede crear cualquier tipo de vehículo que circulan por las vías que circular el transporte de transcayma.

Figura 215

Creación de tipo de vehículos



Nota. Lista de todos los vehículos que circulan por las calles principales

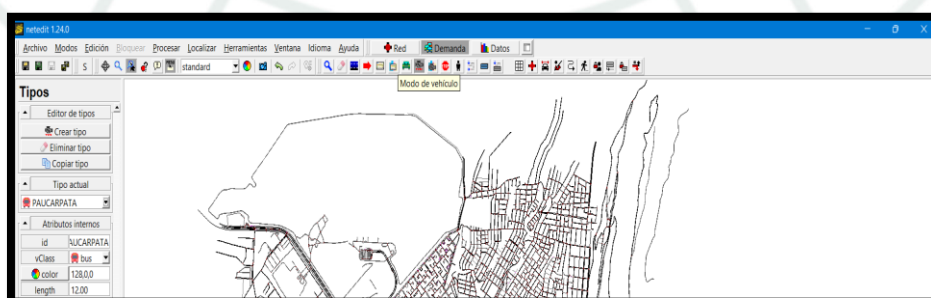
F. Creación de ruta de transporte

Y ahora colocaremos primero la ruta PE15 donde circulara es lo que identificaremos mediante los siguientes pasos.

- Primero colocaremos el modo de vehículo

Figura 216

Nos dirigimos a modo de viaje

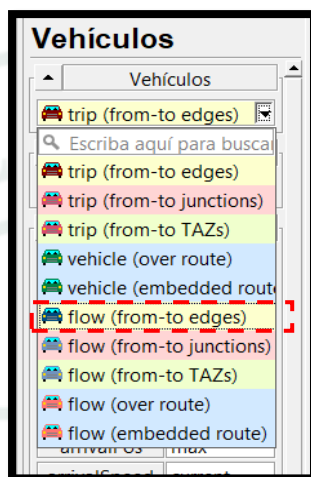


Nota. Nos dirigimos a modo de viaje

- Segundo iremos a donde dice vehículos para colocar la parte de “Flow (from-to edges)”

Figura 217

Nos dirigimos a Flow (from-to edges)

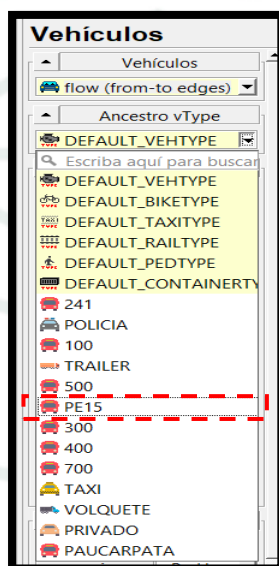


Nota. Elegiremos Flow (from-to edges)

- Tercero una vez colocado la parte de vehículo colocaremos lo siguiente Ancestro vType y colocaremos la ruta PE15

Figura 218

Nos dirigimos a PE15



Nota. Elegiremos el vehículo de nuestra ruta que diseñaremos

- Cuarto una vez colocado se colocará lo que es en id el nombre de la ruta ejem. RUTA "PE15" así colocaremos y llenaremos los demás datos importantes para nosotros como la cantidad de personas que pueden estar dentro de las unidades de transporte.

Figura 219

Nos dirigimos a modificar lo necesario

Vehiculos	
Vehiculos	
flow (from-to edges)	
Ancestro vType	
PE15	
Atributos internos	
id	RUTA PE15
color	yellow
departLane	first
departPos	base
departSpeed	0
arrivalLane	current
arrivalPos	max
arrivalSpeed	current
line	
personNumber	12
containerNumber	0
departPosLat	center
arrivalPosLat	center
insertionCheck	all
begin	0.00

Nota. Modificaremos lo necesario para simular nuestra ruta

Después nos iremos más abajo donde dice atributos del flujo en terminate colocaremos la palabra end, en spacing colocaremos period, end se colocará 3600 que es la hora en segundos y en period se colocara lo que es el periodo a lo que quieres que salgan los vehículos, pero en segundos en este caso se colocara 240 seg que es 4 minutos de salida de los vehículos de la RUTAPE15

Figura 220

Colocamos todo en segundos

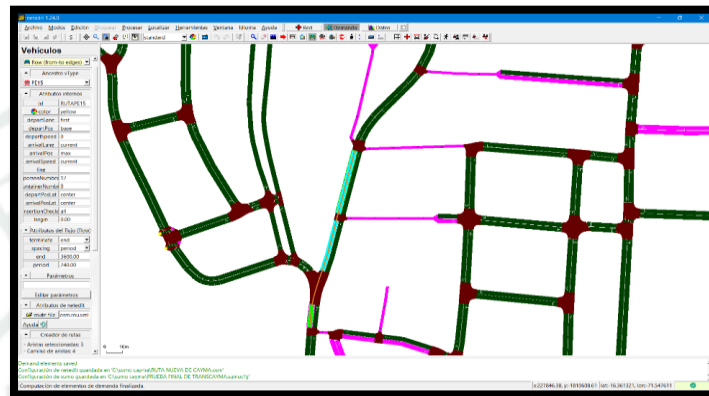
Atributos del flujo (flow)	
terminate	end
spacing	period
end	3600.00
period	240.00

Nota. Colocaremos todos nuestros datos, pero en segundos

Ahora se colocará el inicio de la ruta y se aprieta el click izquierdo encima de la vía por donde circula la ruta PE-15 como se muestra a continuación:

Figura 221

Empezaremos a trazar la ruta PE15



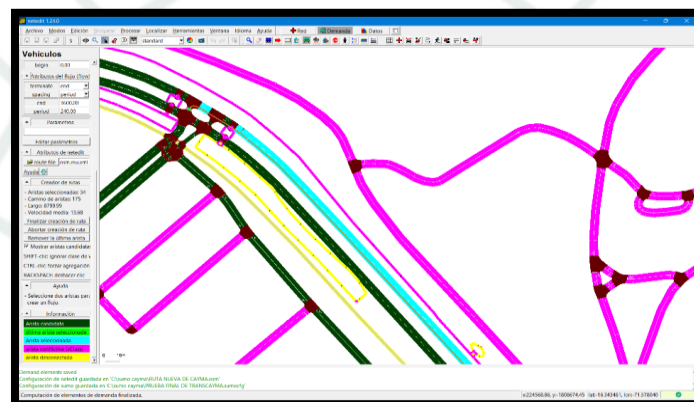
Nota. Trazaremos el recorrido demuestra nueva ruta PE15

Una vez terminado de diseñar la ruta se colocará finalizar creación de ruta y es por donde nuestro vehículo en este caso denominado PE-15

Ahora también se puede crear rutas para poder generar congestión vehicular y poder generar tráfico como se ve en las calles de Arequipa, una vez creadas las rutas de los vehículos aparecerá de la siguiente manera donde se visualiza las imágenes de los vehículos.

Figura 222

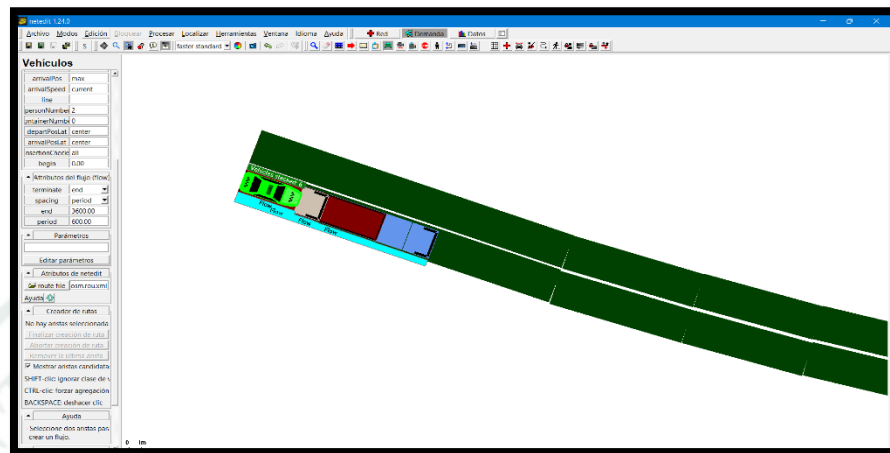
Terminal de la ruta PE15



Nota. Una vez terminado el diseño de toda la ruta, el último punto es nuestro paradero

Figura 223

Se visualiza los vehículos que se colocaron en netedit

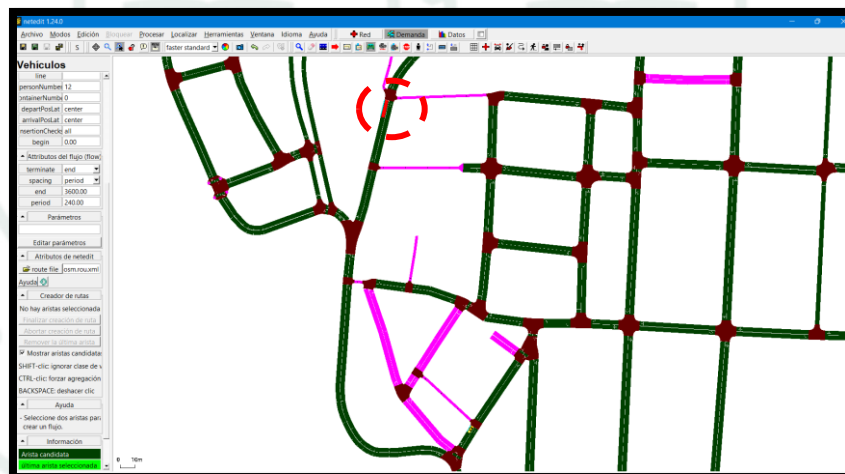


Nota. Se crearon vehículos que también circulan por dichas calles

También crearemos los vehículos informales llamados loncheritas y que se encuentran ubicados cerca del paradero nuevo de transcayma

Figura 224

Se visualiza los vehículos que se colocaron en el inicio de la ruta



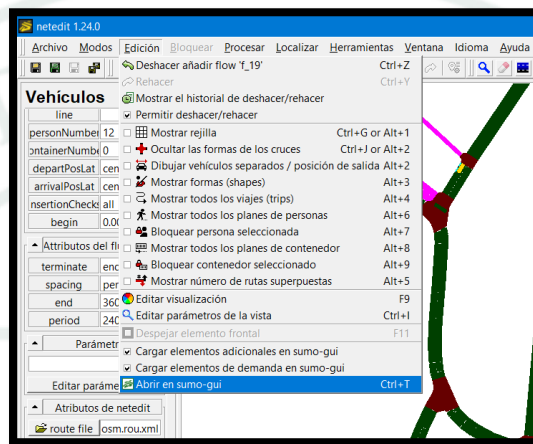
Nota. Nos dirigimos donde iniciara nuestra ruta

G. Simulación en SUMO

Ahora para la simulación que se necesita colocaremos en donde dice edición e iremos a donde dice abrir en SUMO-GUI

Figura 225

Abrir en sumo-gui para la simulación

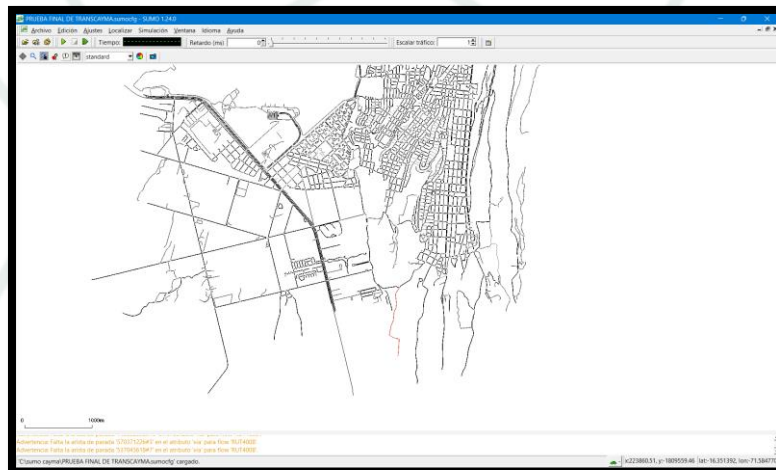


Nota. Nos dirigimos a edición y abrimos el sumo-gui.

Nos abrirá la ventana SUMO donde colocaremos el retardo en 50 para que se vea como fluye el tránsito en velocidad mínima

Figura 226

Se abrirá una ventana en sumo

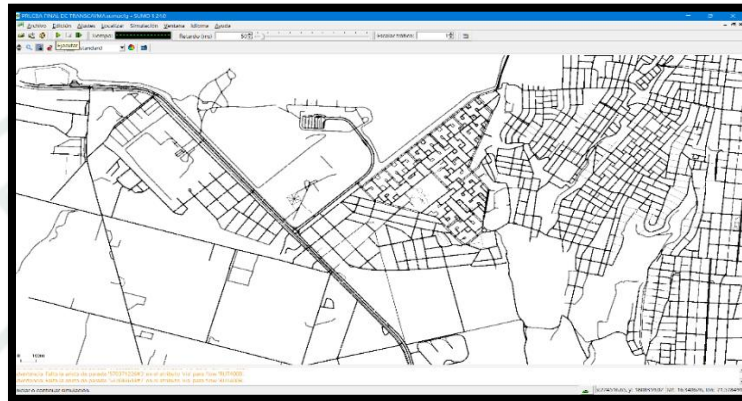


Nota. Una ventana se abrirá.

Pondremos ejecutar, pero antes podremos la escala de tráfico en este caso podremos colocar en 3 que es una escala donde se puede mantener el tráfico vehicular.

Figura 227

Ir a la barra de retardo

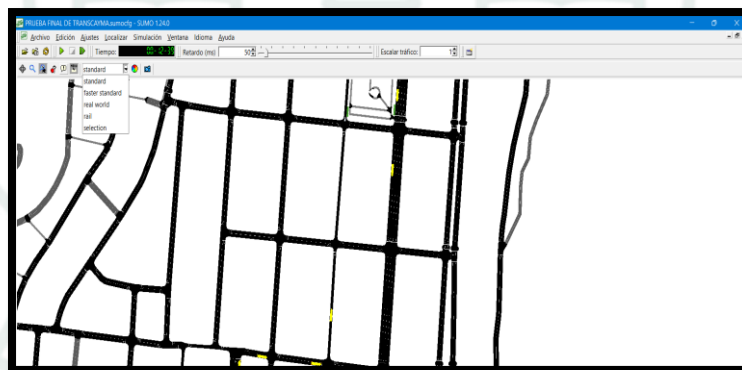


Nota. Nos dirigimos a la barra de retardo para reducir la velocidad

Ahora se coloca ejecutar y saldrá las siguientes imágenes, pero par que nos pueda salir verde en la parte standard colocaremos lo que es real world para que se vea real

Figura 228

Ir a la barra de retardo



Nota. Colocar la barra de retardo en 50 para visualizar bien la simulación.

Figura 229

Simulación de las unidades



Nota. Hacer zoom y visualizar las unidades que circulan por las vías.

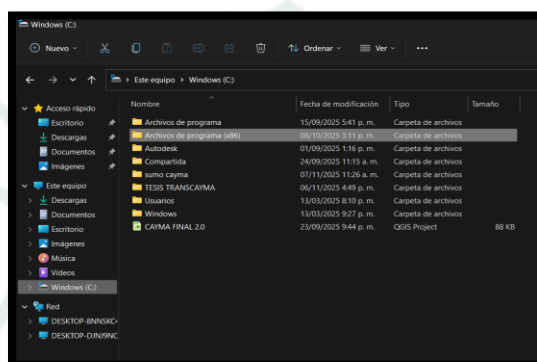
Y es así como se termina la simulación de nuestras unidades de transporte para el primer paso después tenemos otra simulación, también podemos colocar que siga a un carro y dividir la pantalla.

H. Segunda simulación

Para simular por segunda vez según el sumo nos colocaremos en la parte de disco local c y colocaremos lo que es archivo de programa (X86)

Figura 230

Ir a archivos de programa (x86)

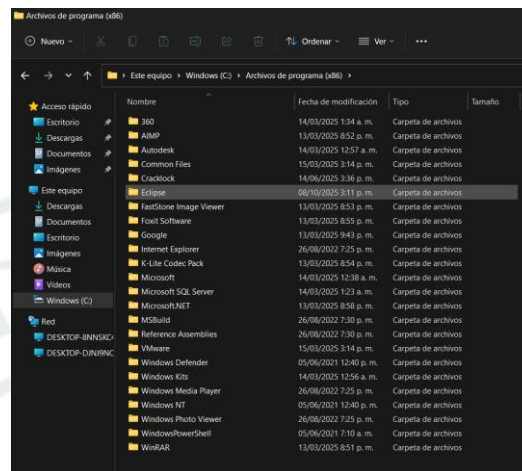


Nota. Dirigirse a Archivos de programa(x86)

Nos dirigimos donde dice eclipse y abrimos la carpeta suma

Figura 231

Ir a la carpeta eclipse

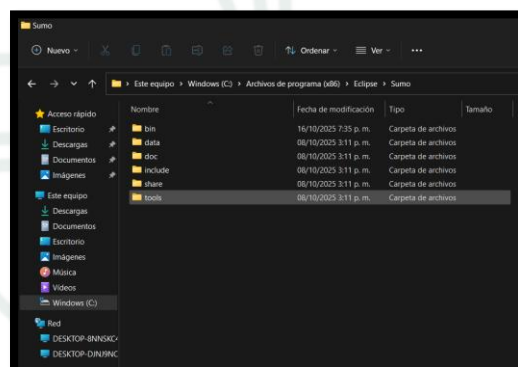


Nota. Dirigirse a eclipse.

Buscaremos la carpeta que dice tolos

Figura 232

Ir a la carpeta tools



Nota. Seleccionar la carpeta tools

Colocaremos donde dice osmWebWizard

Ir a osmWebWizard



Figura 234

The screenshot shows the OpenStreetMap web interface. The map displays a section of Berlin, Germany, with a custom route highlighted in red. The route starts near the Spree river and winds through the city. The right sidebar is open, showing the 'Generate Scenario' button at the top. Below it, the 'Position' section shows the current location as Berlin (52°51'08.89"N, 13°30'20.95"E). The 'Options' section includes checkboxes for 'Show current location', 'Select Area', 'Duration' (set to 3000), 'Add Polygons', 'Import Public Transport', 'Car-only Network', 'Exclude background', and 'Left Hand Traffic'. The 'Duration' field is highlighted with a red box.

Ahora donde dice position colocaremos lo que es el lugar en este caso Cayma

Figura 235

Colocar la ubicación de la ciudad

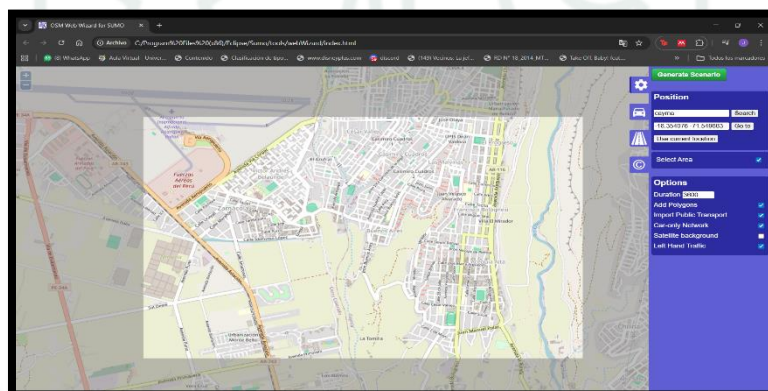


Nota. Ubicamos mediante zoom las calles principales

Colocaremos donde dice select área y pondremos un área seleccionada y colocaremos el cjeck en import Public Transport, car-only network, left hand traffic

Figura 236

Seleccionar el área para desarrollar



Nota. Seleccionar el área de desarrollo.

Ahora colocaremos en la imagen de carrito que dice vehicles para colocar lo siguiente:

Figura 237

Colocar el flujo y la cantidad de vehículos

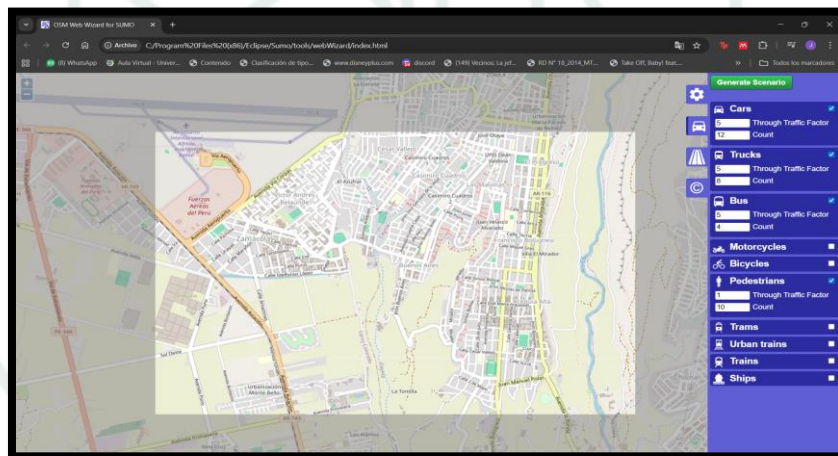


Nota. Colocar el flujo y la cantidad de vehículos

Los siguientes nombres Through Traffic Factor (pondera el flujo vehicular en las calles) y count (cantidad de vehículos en la ruta)

Figura 238

Colocar el flujo y la cantidad de vehículos (buses, carros, personas)

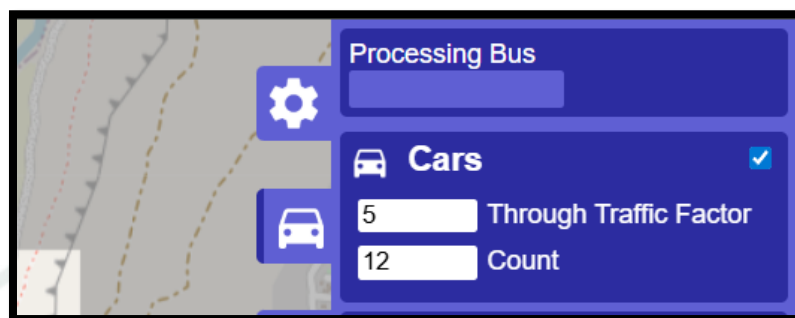


Nota. Colocar el flujo en buses, carros y personas

Una vez colocado lo siguiente solo colocaremos generate scenario, esperamos y abrirá en sumo

Figura 239

Empezar a procesar para la simulación

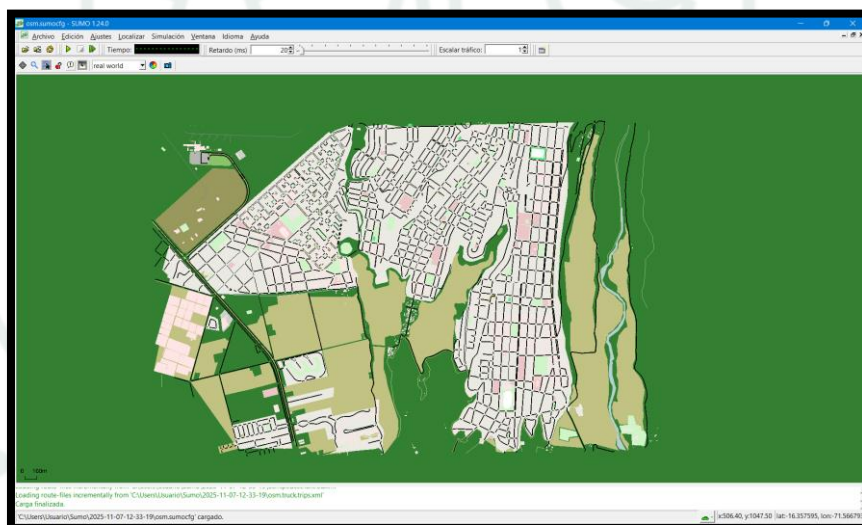


Nota. Seleccionar generate escenario y cargara el proceso.

Y nos abrirá la ventana de SUMO y colocaremos ejecutar, pero con el retardo que se necesite.

Figura 240

Empezar la simulación

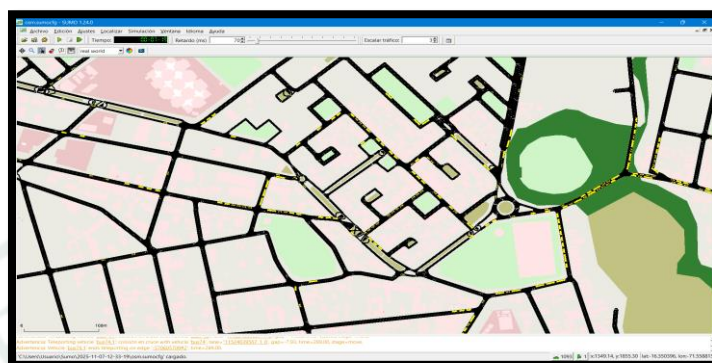


Nota. Empezara la simulación.

Colocaremos la escala de tráfico en 3 para generar el tráfico en las avenidas como se muestra en la imagen

Figura 241

Empieza la simulación



Nota. Hacer zoom y ver la simulación.

Con esto se puede simular el tráfico vehicular en las calles, pero aquí no presenta restricciones como la simulación que hicimos y decidimos por donde circula las combis.

Ejemplos de nueva ruta en Cayma (oferta y demanda)

Debido a la alta demanda de pobladores en el distrito de Cayma se establecieron nuevas rutas de transporte en transcayma dando a conocerse en el año 2025, siendo acreditadas por la municipalidad de Arequipa:

Ruta PE-15 (Ida)

Figura 242

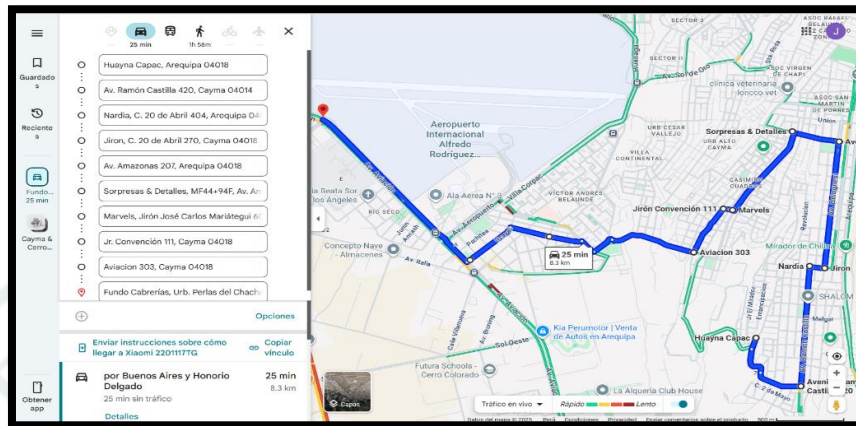
Ruta PE-15



Nota. Diseño de la nueva ruta PE-15 de transcayma. Fuente: Municipalidad Provincial de Arequipa

Figura 243

Rutas PE-15 en Google maps

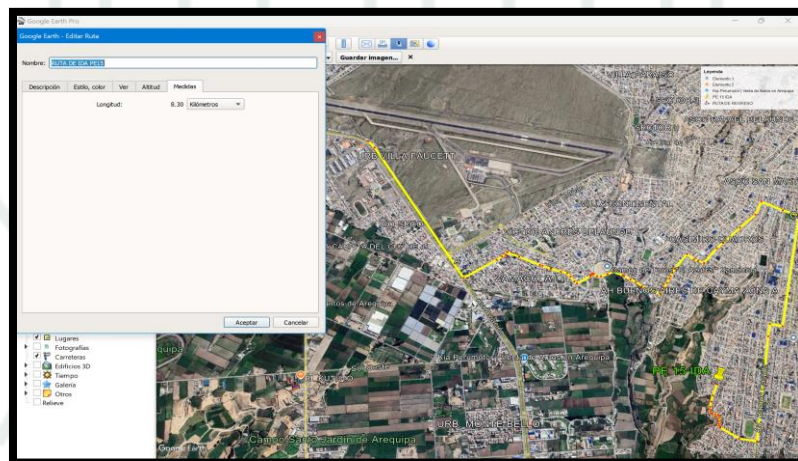


Nota: Simulación de la nueva ruta PE-15 en Google maps. Fuente: Google maps 2025.

Según lo diseñado en lo google maps npos indica que la ruta tiene una distancia de 8.3 Km de recorrido de ida para trasladar a los usuarios de cayma hacia el terminal pesquero que queda en el distrito de cerro colorado.

Figura 244

Ruta PE-15 en Google earth



Nota: Simulación de la nueva ruta PE-15 en Google earth. Fuente: Google earth 2025.

La comparativa viene en el diseño ejecutada en el google earth pro, la distancia indica tambien es de 8.3 Km este dato es muy importante debido a que este programa es mas exacto en medidas.

Ruta PE-15 (Vuelta)

Figura 245

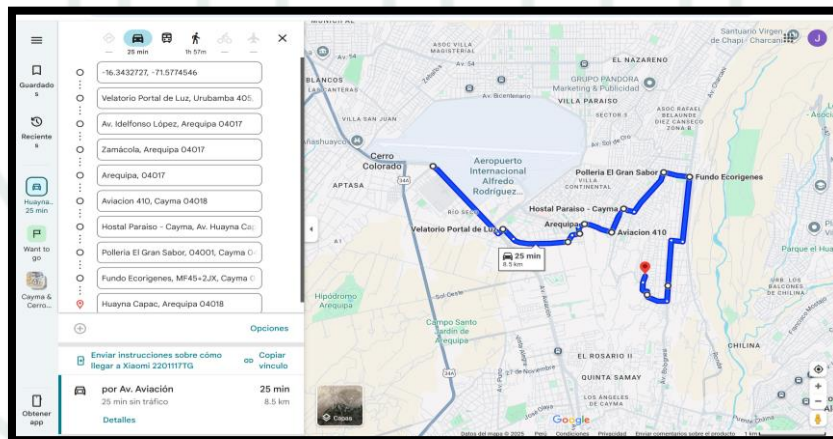
Ruta PE-15



Nota. Diseño de la nueva ruta PE-15 de transcayma. Fuente: Municipalidad Provincial de Arequipa

Figura 246

Ruta PE-15 en Google maps

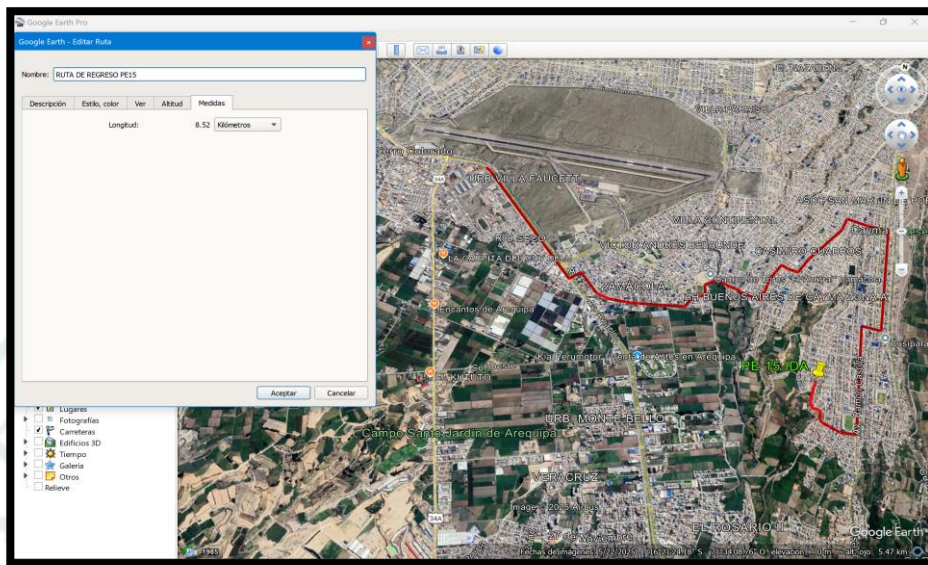


Nota: Simulación de la nueva ruta PE-15 en Google maps. Fuente: Google maps 2025.

Según lo diseñado en lo google maps nos indica que la ruta tiene una distancia de 8.5 Km de recorrido de ida para trasladar a los usuarios de cayma hacia el terminal pesquero que queda en el distrito de cerro colorado.

Figura 247

Ruta PE-15 en Google earth



Nota: Simulación de la nueva ruta PE-15 en Google earth. Fuente: Google earth 2025.

La comparativa viene en el diseño ejecutada en el google earth pro, la distancia de nos indica también es de 8.52 Km este dato es muy importante debido a que este programa es más exacto .

De acuerdo a datos establecidos en un estudio que realizaron para la matriz de rutas de transporte público urbano distrito de Cayma nos indica que para poder desarrollar y realizar dicho estudio, se toma en cuenta a los pobladores que se trasladan de Cayma hacia distintos puntos de la ciudad de Arequipa por lo cual se generan rutas y cuáles son los usuarios en hora punta que se trasladan a esos destinos.

Poblacion total = 108,350hab

Las Rutas que se hicieron el estudio:

- 1) Ec01-A Los Jazmines-La Tomilla-S Social-Altiplano Y Viceversa
- 2) Ec01-B Los Jazmines-La Tomilla-Palomar-Avelino Y Viceversa
- 3) Ec01-C Los Jazmines-Zamacola-Rio Seco Y Viceversa
- 4) Ec02-A Cementerio Nuevo -La Tomilla-S Social-Altiplano Y Viceversa
- 5) Ec02-B Cementerio Nuevo- La Tomilla-Palomar-Avelino Y Viceversa
- 6) Ec02-C Cementerio Nuevo-Zamacola-Rio Seco Y Viceversa
- 7) Ec03-A Upis 19-La Tomilla-S Social-Altiplano-Unsa Y Viceversa

- 8) Ec03-B Upis 19- La Tomilla-Ormeño-Avelino Y Viceversa
- 9) Ec03-C Upis 19-Zamacola-Rio Seco Y Viceversa
- 10) Ec04-A 1 De Junio Zona A- La Tomilla-S Social-Altiplano-Unsa Y Viceversa
- 11) Ec04-B 1 De Junio Zona A- La Tomilla-Ormeño-Avelino Y Viceversa
- 12) Ec04-C 1 De Junio Zona A-Zamacola-Rio Seco Y Viceversa
- 13) Ec05-A 1 De Junio Zona B-La Tomilla- S Social-Altiplano-Sedapar Y Viceversa
- 14) Ec05-B 1 De Junio Zona B- La Tomilla-Palomar-Avelino Y Viceversa
- 15) Ec05-C 1 De Junio Zona B-Zamacola-Rio Seco Y Viceversa
- 16) Ec06-A Enace- La Tomilla-S Social-Altiplano-Sedapar Y Viceversa
- 17) Ec06-B Enace- La Tomilla-Palomar-T Terrestre Y Viceversa
- 18) Ec06-C Enace-Zamacola-Rio Seco Y Viceversa
- 19) Ec07-A Mercado Amazonas- La Tomilla-S Social-Altiplano-Av Eeuu Y Viceversa
- 20) Ec07-B Mercado Amazonas- La Tomilla-La Pampilla-Cementerio-T Terrestre Y Viceversa
- 21) Ec07-Bb Mercado Amazonas-La Tomilla- Carmen Alto-La Pampilla-Cementerio-T Terrestre Y Viceversa
- 22) Ec07-C Mercado Amazonas-Zamacola-Rio Seco Y Viceversa
- 23) Ec08-A La Tomilla- Cayma-S Social-Altiplano-Av Eeuu Y Viceversa
- 24) Ec08-B La Tomilla- Palomar-T Terrestre-Cementerio Y Viceversa
- 25) Ec08-Bb La Tomilla- Catolica-Palomar-T Terrestre-Cementerio Y Viceversa
- 26) Ec08-C La Tomilla-Zamacola-Rio Seco Y Viceversa
- 27) Ec09-A Los Tucos- La Tomilla-S Social-Altiplano-Av Eeuu Y Viceversa
- 28) Ec09-B Los Tucos-La Tomilla- Ormeño-T Terrestre Y Viceversa
- 29) Ec09-Bb Los Tucos- La Tomilla- Catolica-Ormeño-T Terrestre Y Viceversa
- 30) Ec09-C Los Tucos-Zamacola-Rio Seco Y Viceversa

Tabla 57.*Cálculo aproximado de operaciones del STPU*

Terminal	Total pax	subr uta	M3 X 38			M2 X 18			M1 x 12		
			flota	frecuencia	pax	flota	frecuencia	pax	flota	frecuencia	pax
01	270	A				15.0	4.0 min	270			
750	315	B				17.5	3.4 min	315			
	165	C							13.75	4.4 min	165
02	270	A				15.0	4.0 min	270			
750	315	B				17.5	3.4 min	315			
	165	C							13.75	4.4 min	165
03	828	A	10.9	5.5 min	414	23.0	2.6 min	414			
2300	966	B	25.4	2.4 min	966						
	506	C				14.0	4.3 min	253	21.0	2.9 min	253
04	486	A	6.4	9.4 min	243	13.5	4.4 min	243			
1350	567	B	14.9	4.0 min	567						
	297	C				8.3	7.2 min	149	12.4	4.8 min	148
05	486	A	6.4	9.4 min	243	13.5	4.4 min	243			
1350	567	B	14.9	4.0 min	567						
	297	C				8.3	7.2 min	149	12.4	4.8 min	148
06	486	A	6.4	9.4 min	243	13.5	4.4 min	243			
1350	567	B	14.9	4.0 min	567						
	297	C				8.3	7.2 min	149	12.4	4.8 min	148
07	828	A	10.9	5.5 min		23.0	2.6 min	414			

2300	966	B	16.8	2.4 min	644							
	--	BB	8.6	7.0 min	322							
	506	C				14.0	4.3 min	253	21.0	2.9 min	253	
08	828	A	10.9	5.5 min		23.0	2.6 min					
2300	966	B	16.8	2.4 min	644							
	--	BB	8.6	7.0 min	322							
	506	C				14.0	4.3 min	253	21.0	2.9 min	253	
09	486	A	6.4	9.4 min	243	13.5	4.4 min	243				
1350	567	B	7.5	8.0 min	284							
	--	BB	7.5	8.0 min	283							
	297	C				8.3	7.2 min	149	12.4	4.8 min	148	
TOT	13,800											

Nota. Tabla de cálculo aproximado de pasajeros en nuevas rutas que se podrían crear en Transcayma. Fuente: Informe de plan de Optimización de rutas de Transporte Publico

De la tabla anterior podemos ver que los cuadros de terminal se refieren a las nuevas rutas a las cuales se las añadió por las demandas que tiene los pobladores de Cayma hacía otros lugares de Arequipa los cuales son las siguientes:

- LA SUB-RUTA A: Son los pobladores de Cayma que se trasladan hacia lo que es el seguro social.
- LA SUB-RUTA B: Son los pobladores de Cayma que se trasladan hacia el mercado Avelino.
- LA SUB-RUTA C: Son los pobladores de Cayma que se trasladan hacia lo que es rio seco que está en cerro colorado.

Y debajo de cada terminal aparece un número el cual indica que eso es el número total de pasajeros que se trasladan en horas punta por cada ruta en la siguiente casilla encontramos el total de pax que es la cantidad de gente que se mueve en cada ruta en hora punta, la cual investigamos y la que tiene una similitud a la ruta establecida por la

municipalidad distrital de Arequipa es la EC 08-C, Para lo cual nosotros tomaremos como estudio dicha ruta para completar nuestro estudio de buses que se necesita.

Teniendo el valor de usuarios en hora punta podremos determinar cuántos vehículos (flota) se debería de tener en la ruta para abastecer y trasladar a los usuarios a su destino, también podremos determinar cuanta es la población que se estudió para determinar a los usuarios en hora punta.

$$\text{Usuario hora} - \text{punta} = \# \text{Viajes Per/Capita} \times 14.2\%$$

$$506 = \# \text{Viajes Per/Capita} \times \frac{14.2}{100}$$

$$506/0.142 = \# \text{Viajes Per/Capita}$$

$$3,563.38 = \# \text{Viajes Per/Capita}$$

$$3,564 = \# \text{Viajes Per/Capita}$$

$$\# \text{Viajes Per/Capita} = \text{Usuario Serv. Pub.} \times 1.54$$

$$3,564.38 = \text{Usuario Serv. Pub.} \times 1.54$$

$$3,564/1.54 = \text{Usuario Serv. Pub.}$$

$$2,314.29 = \text{Usuario Serv. Pub.}$$

$$2,315 = \text{Usuario Serv. Pub.}$$

$$\text{Usuario Serv. Pub.} = \text{Poblacion} \times 63.1\%$$

$$2,315 = \text{Poblacion} \times \frac{63.1}{100}$$

$$\frac{2,315}{0.631} = \text{Poblacion}$$

$$3,668.78 = \text{Poblacion}$$

$$3,669 = \text{Poblacion}$$

- Para la flota M3 X 38

$$M3 = \frac{\text{Usuario Hora} - \text{Punta}}{38}$$

$$M3 = \frac{506}{38}$$

$$M3 = 13.32$$

$$M3 = 14 \text{ vehiculos}$$

- Para la flota M2 X 18

$$M2 = \frac{\text{Usuario Hora} - \text{Punta}}{18}$$

$$M2 = \frac{506}{18}$$

$$M2 = 28.11$$

$$M2 = 29 \text{ vehiculos}$$

Para la frecuencia de las unidades realizaremos las siguiente formulas

$$FRECUENCIA M3 = \frac{\text{Longitud} * 60}{\text{flota} * \text{velocidad}}$$

$$FRECUENCIA M3 = \frac{16.82 * 60}{14 * 15}$$

$$FRECUENCIA M3 = \frac{1,009.2}{210}$$

$$FRECUENCIA M3 = 4.81$$

$$FRECUENCIA M3 = 5$$

$$FRECUENCIA M2 = \frac{\text{Longitud} * 60}{\text{flota} * \text{velocidad}}$$

$$FRECUENCIA M2 = \frac{16.82 * 60}{29 * 15}$$

$$FRECUENCIA M2 = \frac{1,009.2}{435}$$

$$FRECUENCIA M2 = 2.32$$

$$FRECUENCIA M2 = 3$$

- para el tiempo

$$TIEMPO = \frac{\text{LONGITUD}}{\text{VELOCIDAD}}$$

$$TIEMPO = \frac{16.82 \text{ km}}{15 \text{ km/h}}$$

$$TIEMPO = 1.12h$$

$$TIEMPO = 67.2 \text{ min (1h y 8min)}$$

$$FLOTA OPERATIVA M3 = \frac{TIEMPO * 60}{FRECUENCIA}$$

$$FLOTA OPERATIVA M3 = \frac{1.12 * 60}{5}$$

$$FLOTA OPERATIVA M3 = 13.44$$

$$FLOTA OPERATIVA M3 = 14$$

$$FLOTA OPERATIVA M2 = \frac{TIEMPO * 60}{FRECUENCIA}$$

$$FLOTA OPERATIVA M2 = \frac{1.12 * 60}{3}$$

$$FLOTA OPERATIVA M2 = 22.4$$

$$FLOTA OPERATIVA M2 = 23$$

$$FLOTA RETEN M3 = 10\% \text{ de la flota operativa}$$

$$FLOTA RETEN M3 = 10\% * 14$$

$$FLOTA RETEN M3 = 1.4$$

$$FLOTA RETEN M3 = 2$$

$$FLOTA RETEN M2 = 10\% \text{ de la flota operativa}$$

$$FLOTA RETEN M2 = 10\% * 23$$

$$FLOTA RETEN M2 = 2.3$$

$$FLOTA RETEN M2 = 3$$

$$FLOTA REQUERIDA M3 = FLOTA OPERATIVA M3 + FLOTA DE RETEN M3$$

$$FLOTA REQUERIDA M3 = 14 + 2$$

$$FLOTA REQUERIDA = 16$$

$$FLOTA REQUERIDA M2 = FLOTA OPERATIVA M2 + FLOTA DE RETEN M2$$

$$FLOTA REQUERIDA M3 = 23 + 3$$

$$FLOTA REQUERIDA = 26$$

Con los resultados se elabora la ficha técnica para la flota que se está desarrollando.

Tabla 58.*Ficha técnica de la ruta PE 15*

Empresa		Codigo		
Ruta	Cayma - Cerro Colorado		Codigo	Pe-15
Terminal	Terminal Pesquero (Rio Seco)			
Recorrido				
Ida: Cl. Huayna Capac (Frente Al Parque De La Tomilla)- Cl. Buenos Aires- Cl. Honorio Delgado- Av. Ramon Castilla- Cl.20 De Abril- Av. Bolognesi- Av Amazonas- Jiron Jose Carlos Mareategui- Cl. Ayacucho- Jr. Convencion-Cl. Peru- Cl. Aviacion- Av. Aeropuerto- Cl. Shanusi- Cl. Ucayali-Av. Aviacion (Frente Al Terminal Pesquero) -...				
Vuelta: Aviacion (Frente Al Terminal Pesquero)- Cl. Pachitea- Cl. Urubamba- Av. Idelfonso Lopez- Cl. Gueppi- Cl. Rimac- Cl. Aviacion- Cl. Huayna Capac- Cl. Vizcardo Y Guzman- Cl. Ayacucho- Jiron Jose Carlos Mareategui- Av Amazonas- Av. Bolognesi- Cl.20 De Abril- Av. Ramon Castilla- Cl. Honorio Delgado- Cl. Buenos Aires- Cl. Huayna Capac (Frente Al Parque De La Tomilla).				
Horario De Servicio	Controlado	6.00-22.00	Adicional	--
Distancia Recorrido I/V	Km	16.82 Km	 Tipo Flota	M3
Tiempo De Vuelta/15 Km/Hr	Hr/Pico	67.2 Min	Hr/Valle	
Frecuencia	Hr/Pico	05	Hr/Valle	06 Min
Flota En Ruta	Hr/Pico	14	Hr/Valle	Variable
Flota Adicional	Despacho	01	Reten	02
Flota Total	15 M3		02 M3	

Nota. La ficha técnica de la ruta PE-15, es un resumen de todo lo hallado anteriormente.

Tabla 59.*Ficha técnica de la ruta PE 15*

Empresa			Codigo	
Ruta	Cayma - Cerro Colorado		Codigo	Pe-15
Terminal	Terminal Pesquero (Rio Seco)			
Recorrido				
Ida: Cl. Huayna Capac (Frente Al Parque De La Tomilla)- Cl. Buenos Aires- Cl. Honorio Delgado- Av. Ramon Castilla- Cl.20 De Abril- Av. Bolognesi- Av Amazonas- Jiron Jose Carlos Mareategui- Cl. Ayacucho- Jr. Convencion-Cl. Peru- Cl. Aviacion- Av. Aeropuerto- Cl. Shanusi- Cl. Ucayali-Av. Aviacion (Frente Al Terminal Pesquero) -... Vuelta: Aviacion (Frente Al Terminal Pesquero)- Cl. Pachitea- Cl. Urubamba- Av. Idelfonso Lopez- Cl. Gueppi- Cl. Rimac- Cl. Aviacion- Cl. Huayna Capac- Cl. Vizcardo Y Guzman- Cl. Ayacucho- Jiron Jose Carlos Mareategui- Av Amazonas- Av. Bolognesi- Cl.20 De Abril- Av. Ramon Castilla- Cl. Honorio Delgado- Cl. Buenos Aires- Cl. Huayna Capac (Frente Al Parque De La Tomilla).				
Horario De Servicio	Controlado	6.00-22.00	Adicional	.-
Distancia Recorrido I/V	Km	16.82 Km	 Tipo Flota	M2
Tiempo De Vuelta/15 Km/Hr	Hr/Pico	67.2 Min	Hr/Valle	
Frecuencia	Hr/Pico	03	Hr/Valle	06 Min
Flota En Ruta	Hr/Pico	23	Hr/Valle	Variable
Flota Adicional	Despacho	01	Reten	03
Flota Total		24 M2		03 M2

Nota. La ficha técnica de la ruta PE-15, es un resumen de todo lo hallado anteriormente.

Realidad del ejemplo que utilizamos en la nueva ruta

La comparativa con la realidad que nos brinda el SIT, donde nos indica que ellos estimaron es de 27 unidades de transporte para esta nueva ruta denominada PE-15, con estos datos determinaremos la cantidad de población que se traslada de Cayma hacia lo que es río seco en cerro colorado.

Figura 248

Rutas existentes antes del SIT



Nota. Ruta PE-15 ya consolidada en Transcayma con 27 unidades formales. Fuente: la Municipalidad Provincial de Arequipa, 2024.

De las 27 unidades se usarán 24 ya que 2 de ellas se usan como reten y una debería estar en despacho

- Para la frecuencia

$$FRECUENCIA = \frac{Longitud * 60}{flota * velocidad}$$

$$FRECUENCIA = \frac{16.82 * 60}{24 * 15}$$

$$FRECUENCIA = \frac{1,009.2}{360}$$

$$FRECUENCIA = 2.80$$

$$FRECUENCIA = 3$$

- Para usuario en hora punta

$$M2 = \frac{\text{Usuario Hora} - \text{Punta}}{18}$$

$$24 = \frac{\text{Usuario Hora} - \text{Punta}}{18}$$

$$24 * 18 = \text{Usuario Hora} - \text{Punta}$$

$$432 = \text{Usuario Hora} - \text{Punta}$$

$$\text{Usuario hora} - \text{punta} = \# \text{Viajes Per/Capita} \times 14.2\%$$

$$432 = \# \text{Viajes Per/Capita} \times \frac{14.2}{100}$$

$$432/0.142 = \# \text{Viajes Per/Capita}$$

$$3,042.25 = \# \text{Viajes Per/Capita}$$

$$3,043 = \# \text{Viajes Per/Capita}$$

$$\# \text{Viajes Per/Capita} = \text{Usuario Serv. Pub.} \times 1.54$$

$$3,043 = \text{Usuario Serv. Pub.} \times 1.54$$

$$1,975.48/1.54 = \text{Usuario Serv. Pub.}$$

$$1,976 = \text{Usuario Serv. Pub.}$$

$$\text{Usuario Serv. Pub.} = \text{Poblacion} \times 63.1\%$$

$$1,976 = \text{Poblacion} \times \frac{63.1}{100}$$

$$\frac{1,976}{0.631} = \text{Poblacion}$$

$$3,130.72 = \text{Poblacion}$$

$$3,131 = \text{Poblacion}$$

Al iniciar la resolución con los datos obtenidos por la municipalidad de Arequipa nos damos cuenta que lo que resolvimos salió igual en unidades a lo que establece la ruta y el

tipo de transporte que se usara es tipo M2 debido a que en la ruta por que tiene mayor demanda se necesita unidades que se muevan rápido y que puedan competir con las unidades de transporte alternativo que es denominado comúnmente como (COMBIS PIRATAS), ya que las M3 tiene más capacidad pero se demoraría en llenar y trasladar a los pobladores de Cayma hacia Rio Seco en Cerro Colorado.



4.6. Discusión

En base a nuestros resultados del objetivo específico 01 evidencian que el flujo vehicular constituye uno de los principales factores que afectan la operación del SIT en la Cuenca C3-Cayma. Durante los aforos realizados, se registraron 1412 vehículos y 141 motocicletas el día 1, 1412 vehículos y 144 motocicletas el día 2, y 1034 vehículos y 141 motocicletas el día 3, observándose una elevada presencia de motocicletas que no respetan la señalización vial. Este alto flujo vehicular, especialmente en horas punta, genera congestión severa en intersecciones críticas como la Av. Cayma con la calle Mariano Melgar y el cruce Bolognesi, donde además se identificó la inexistencia de paraderos formales, lo que induce detenciones informales y reduce la capacidad vial efectiva. Asimismo, la frecuencia operativa de las rutas estructurantes, cuya velocidad regulada es de 15 km/h, se ve afectada por constantes quiebres detectados en el análisis de sensibilidad de las flotas (rutas 100A y 241B), particularmente entre las 06:00 y 21:00 horas, reduciendo el número de vueltas realizadas y afectando la regularidad del servicio. Desde el punto de vista económico, se identificó que la ruta 241 concentra el 19% de la demanda, mientras que la ruta 500 apenas alcanza el 5%, evidenciando una distribución desigual de pasajeros que impacta directamente en la rentabilidad operativa. De acuerdo a las entrevistas que se realizaron hacia los transportistas se encontraron algunas contradicciones por lo cual nos dieron su opinión dando a conocer las carencias y problemas que enfrentan durante su recorrido, para no poder cumplir el tiempo establecido que tienen en sus fichas técnicas, otro de los puntos establecidos que hay es que según el Plan regulador de rutas para el SIT deberían existir en Arequipa solo vehículos de tipo M3 pero en la realidad a la población se encuentran vehículos tipo M2, así mismo se encuentra la inclusión de vehículos informales los cuales realizan la misma ruta que un vehículo formal.

Al comparar estos resultados con el estudio desarrollado por **Guerra (2021)**, se observa una clara correspondencia en cuanto a la identificación de los factores que limitan la operación del SIT en Arequipa. Mientras el presente estudio cuantifica el impacto del flujo vehicular, la congestión y la deficiente infraestructura operativa (ausencia de paraderos, quiebres de frecuencia y rutas alternas forzadas), Guerra (2021) identifica, desde un enfoque cualitativo, que la implementación del SIT se ve obstaculizada por una débil gobernanza, falta de articulación institucional y una visión tradicional del transporte basada en mayor cantidad de vehículos e infraestructura. Ambos estudios coinciden en que estas condiciones

generan conflictos entre actores, desorden operativo y una limitada eficiencia del sistema, lo cual se refleja en la congestión observada, la competencia informal y la pérdida de regularidad en las frecuencias de las rutas analizadas en la Cuenca C3-Cayma.

En consecuencia, los resultados obtenidos en esta investigación muestran consistencia con los hallazgos de Guerra (2021), al evidenciar que los problemas operativos del SIT no responden únicamente a variables técnicas aisladas, sino a un conjunto de factores estructurales y operativos interrelacionados. La elevada congestión vehicular, la falta de paraderos adecuados, los quiebres en la frecuencia de las flotas y la desigual distribución de la demanda confirman que la operación del SIT en la Cuenca C3-Cayma se ve afectada por deficiencias en la planificación, gestión y control del sistema, tal como lo señala el antecedente en términos de gobernanza y articulación institucional.

Respecto del segundo objetivo específico, los resultados obtenidos evidencian que el estado de la infraestructura vial en la Cuenca C3-Cayma presenta un alto nivel de deterioro, manifestado principalmente en fallas del pavimento, deficiencias en la señalización vial y limitaciones en la infraestructura de paraderos. El análisis cuantitativo de las seis rutas evaluadas, conforme al sistema Abexa, (100, 241, 300, 400, 500 y 700) muestra que la ruta 700 es la más crítica, registrando hasta 970 grietas transversales, 675 grietas longitudinales, 265 baches y 332 casos de piel de cocodrilo, mientras que la ruta 241 también presenta valores elevados con 781 grietas transversales y 548 grietas longitudinales. En cuanto a señalización, predominan condiciones regulares y malas, especialmente en pasos peatonales y flechas direccionales, donde se contabilizan más de 100 elementos en mal estado por ruta. Asimismo, se identificó la presencia de semáforos inactivos, paraderos básicos en estado deficiente y tramos sin pavimentar que obligan a la reducción de carriles, lo cual incide directamente en la congestión y en el incumplimiento de frecuencias operativas del SIT.

Estos hallazgos son coherentes con lo reportado por Dávila (2023) en su estudio desarrollado en la provincia de Chiclayo, donde se determinó que el 41,5% de los problemas del transporte público se relacionan con una infraestructura vial inadecuada y con la ausencia de paraderos y terminales autorizados. Al igual que en la Cuenca C3-Cayma, Dávila identificó que las principales avenidas presentan deterioro del pavimento y señalización deficiente, lo cual afecta el flujo vehicular y la calidad del servicio. Asimismo, el antecedente señala que la precariedad de la infraestructura incide negativamente en la puntualidad, seguridad y confort del usuario, aspectos que también se evidencian en el presente estudio a

través de los testimonios de los transportistas, quienes indican que los baches, vías angostas y la falta de señalización dificultan el cumplimiento de las frecuencias y generan retrasos constantes en los recorridos.

Podemos indicar que los resultados obtenidos para la Cuenca C3-Cayma son consistentes con los hallazgos de Dávila (2023), confirmando que el deterioro de la infraestructura vial constituye un factor determinante que afecta la operación del Sistema Integral de Transporte. Tanto el presente estudio como el antecedente coinciden en que la falta de mantenimiento del pavimento, la señalización deficiente y la inadecuada infraestructura de paraderos generan congestión, retrasos operativos y una disminución de la calidad del servicio. Esta concordancia refuerza la necesidad de implementar intervenciones integrales de rehabilitación vial y ordenamiento del tránsito, como condición básica para el correcto funcionamiento del SIT y para avanzar hacia un sistema de transporte urbano más eficiente, seguro y sostenible en la ciudad de Arequipa.

Sobre lo constatado, en relación al objetivo específico 03, se evidencia que la operación de la flota vehicular del SIT en la Cuenca C3-Cayma presenta deficiencias operativas significativas, principalmente asociadas al congestionamiento vial, pérdida de frecuencia y presencia de transporte informal. Se identificó una flota total de 240 vehículos, cuando la flota mínima requerida es de 256 unidades, existiendo un déficit de 16 vehículos, lo que representa un nivel de acreditación aproximado del 57% para la cuenca C3. Asimismo, el análisis de campo registró 195 vehículos informales circulando en el área de estudio (85 tipo M1, 95 tipo M2 y 15 tipo M3), los cuales interfieren directamente en la operación de las rutas formales.

En cuanto a la dinámica operativa, se observó una constante ruptura de la frecuencia en rutas como la 100, 241, 300, 400 y 700, especialmente en vías críticas como la Av. Ejército, Puente Grau, Av. La Marina, Av. Salaverry y Av. Vidaurrez, donde las flotas tienden a agruparse, generando retrasos, menor número de viajes diarios y afectación en los tiempos de recorrido. Estos problemas se intensifican durante las horas pico y se ven agravados por desvíos forzados, infraestructura vial limitada y paradas no autorizadas.

Los hallazgos obtenidos guardan relación directa con los resultados de Gutiérrez (2021) en su estudio sobre el Corredor Morado de Lima, donde se determinó que la operación de flota alcanzó solo un 36,7% de eficiencia, evidenciando serias limitaciones en los tiempos de viaje, recorridos y control operativo. De manera similar, en la Cuenca C3-Cayma se

observa que la insuficiencia de flota acreditada, la coexistencia de transporte informal y la falta de control efectivo sobre frecuencias generan una baja eficiencia operativa. Gutiérrez (2021) señala además que la correlación entre la operación de flota y el sistema integral de transporte es significativa ($r = 0.730$; $p < 0.05$), lo cual coincide con el presente estudio, donde los problemas operativos de la flota impactan directamente en la calidad del servicio, la puntualidad y la percepción del usuario, tal como fue corroborado mediante los testimonios de los transportistas encuestados.

Se puede indicar que los resultados del presente estudio son consistentes con los hallazgos de Gutiérrez (2021), confirmando que la ineficiencia en la operación de la flota vehicular constituye uno de los principales factores que limitan el adecuado funcionamiento del Sistema Integral de Transporte. Tanto en el caso del Corredor Morado de Lima como en la Cuenca C3-Cayma de Arequipa, se evidencia que la falta de flota suficiente, la débil fiscalización del transporte informal y las deficiencias en la gestión de frecuencias y recorridos reducen significativamente la eficiencia del sistema.

Finalmente, a lo atingente del cuarto objetivo específico, los resultados permitieron estimar de manera cuantitativa la demanda de transporte en la Cuenca C3-Cayma para el año 2025, a partir de la proyección poblacional y los patrones de uso del transporte público. Se determinó una tasa de crecimiento poblacional anual promedio del 2.09% (crf. tabla 23), proyectando una población distrital de 108,350 habitantes para el año de estudio. Considerando que el 63.1% de la población utiliza transporte público (crf. tabla 23), se estimó un total de 60,165 usuarios, los cuales generan aproximadamente 92,655 viajes per cápita diarios, aplicando un factor de movilidad de 1.54 (crf. tabla 23). Asimismo, se calculó que durante la hora punta (7:00 a 8:00 a.m.), equivalente al 14.2% de los viajes diarios (crf. tabla 23), se movilizan alrededor de 13,157 pasajeros, lo que evidencia una alta concentración de demanda en periodos críticos. En función de esta demanda, se estimó una flota requerida de 731 vehículos tipo M2 (18 pasajeros) o 347 vehículos tipo M3 (38 pasajeros), cifras que reflejan la magnitud operativa necesaria para atender adecuadamente la demanda y sostener niveles óptimos de recaudo. Con los resultados de los cuestionarios realizados a los usuarios que usan el transporte público surge una gran discusión sobre la oferta y la demanda de transporte, el servicio y la calidad de viaje que tiene las personas al tomar las unidades del SIT.

Los resultados obtenidos presentan similitudes con los hallazgos de Arias (2020), quien identificó que la demanda de transporte y el nivel de recaudo están directamente influenciados por factores como la competencia informal, la eficiencia operativa y la percepción del usuario. En su estudio, Arias determinó que la presencia de transporte informal afecta negativamente los ingresos de las empresas formales, reduciendo su competitividad, situación que también se evidencia en la Cuenca C3-Cayma, donde una alta demanda potencial no se traduce necesariamente en un recaudo óptimo debido a la dispersión de usuarios hacia servicios informales. Asimismo, Arias (2020) demostró que, mediante una adecuada planificación estratégica basada en el análisis de la demanda y la optimización de flota, es posible incrementar significativamente la utilidad neta anual (hasta en un 51.98%), lo cual guarda relación con los resultados del presente estudio, que evidencian la necesidad de una flota acorde a la demanda real para mejorar los niveles de ingresos del SIT.

Se aprecia que los resultados del presente estudio son consistentes con lo señalado por Arias (2020), confirmando que una correcta estimación de la demanda de transporte y una adecuada asignación de flota constituyen elementos clave para mejorar el nivel de recaudo en el Sistema Integral de Transporte. Tanto el antecedente como la investigación actual evidencian que, si bien existe una demanda significativa observada especialmente en horas punta, esta no se capitaliza plenamente debido a factores como la competencia informal, deficiencias operativas y una planificación insuficiente de la flota.

CONCLUSIONES

Primera: Los resultados obtenidos evidencian que la operación del Sistema Integrado de Transporte (SIT) en la cuenca C3–Cayma se ve afectada por la congestión vehicular y la distribución desigual de la demanda entre rutas. Los aforos registraron hasta 1,412 vehículos, generando mayores niveles de saturación en intersecciones críticas. Asimismo, la ruta 241 concentró el 19 % de los usuarios transportados, mientras que la ruta 500 alcanzó solo el 5 %, evidenciando un desequilibrio en la utilización de la oferta de transporte y una reducción de la eficiencia operativa del sistema.

Segunda: El análisis de la infraestructura vial permitió identificar que las rutas del Sistema Integrado de Transporte (SIT) en la cuenca C3–Cayma presentan deficiencias estructurales y funcionales que afectan su desempeño operativo. La ruta 700 registró la mayor cantidad de deterioros, con 970 grietas transversales, 675 longitudinales y 265 baches, seguida por la ruta 241 con 781 grietas transversales y 548 longitudinales. Asimismo, las deficiencias en señalización, semaforización y paraderos limitan la eficiencia, seguridad y calidad del servicio de transporte.

Tercera: La evaluación de la flota vehicular permitió determinar que la operación del SIT en la cuenca C3–Cayma presenta limitaciones asociadas al congestionamiento vial y a la presencia del transporte informal. Se identificó una flota operativa de 240 vehículos frente a una flota mínima requerida de 256 unidades, evidenciando un déficit de 16 vehículos. Asimismo, la circulación de 195 vehículos informales afecta el cumplimiento de frecuencias y la eficiencia operativa de las rutas evaluadas.

Cuarta: La estimación de la demanda permitió determinar que el crecimiento poblacional y la concentración de viajes en horas punta influyen directamente en los requerimientos operativos del SIT en la cuenca C3–Cayma. Para el año 2025 se proyectó una población de 108,350 habitantes, generando aproximadamente 92,655 viajes diarios, con una demanda máxima de 13,157 pasajeros entre las 07:00 y 08:00 horas, lo que requiere una flota estimada de 347 vehículos tipo M3 para garantizar una adecuada cobertura y eficiencia del servicio.

Conclusión General: Los resultados evidencian que la operación del Sistema Integrado de Transporte (SIT) en la Cuenca C3–Cayma se ve afectada por la interacción de factores relacionados con las condiciones de tránsito, infraestructura vial, disponibilidad de flota y los niveles de demanda de los usuarios de Cayma. La presencia de congestión vehicular en las principales avenidas de Arequipa, el deterioro de las vías, la insuficiencia de unidades para cubrir los requerimientos operativos y el incremento de la demandad de viajes que repercuten directamente en la eficiencia del sistema. Estas condiciones ocasionan retrasos en la presentación del servicio, disminuyen la capacidad de respuesta ante la demanda de los pasajeros y afectan la calidad del transporte público ofrecido. En consecuencia, el desempeño operativo del SIT presenta restricciones que comprometen su sostenibilidad y la adecuada atención de movilidad de la población de la cuenca C3-Cayma.



RECOMENDACIONES

1. Se recomienda fortalecer las medidas de gestión y control del tránsito en las intersecciones críticas de la Cuenca C3-Cayma, especialmente en la Av. Cayma–Mariano Melgar y el cruce Bolognesi, mediante la implementación de paraderos formales, fiscalización del transporte informal y control del incumplimiento de señalización vehicular, a fin de reducir la congestión y mejorar la capacidad operativa del SIT.
2. Se recomienda priorizar programas de mantenimiento y rehabilitación vial en las rutas 700 y 241, debido al alto nivel de deterioro identificado en pavimentos, señalización y semaforización. Asimismo, se sugiere implementar un plan de mejoramiento de paraderos y señalización horizontal y vertical para incrementar la seguridad vial y la regularidad operacional del SIT.
3. Se recomienda incrementar progresivamente la flota operativa del SIT hasta alcanzar el mínimo requerido de 256 unidades, así como implementar sistemas de monitoreo y control de frecuencias en tiempo real para reducir los quiebres operativos identificados en las rutas 100, 241, 300, 400 y 700. Asimismo, se recomienda intensificar la fiscalización del transporte informal para disminuir la interferencia de los 195 vehículos no autorizados registrados en la Cuenca C3-Cayma.
4. Se recomienda que la planificación operativa y financiera del SIT en la Cuenca C3-Cayma considere la demanda proyectada de 92,655 viajes diarios y la concentración de pasajeros en horas punta, mediante la redistribución de flota, optimización de frecuencias y fortalecimiento de los mecanismos de recaudo, con la finalidad de mejorar la cobertura, eficiencia y sostenibilidad económica del sistema.

Recomendación General: Se recomienda implementar un plan integral de optimización operacional del Sistema Integral de Transporte (SIT) en la Cuenca C3-Cayma, orientado al control del flujo vehicular, mejoramiento de la infraestructura vial, incremento de la flota operativa y gestión de la demanda de transporte, con la finalidad de reducir la congestión, mejorar las frecuencias operativas y garantizar la sostenibilidad del sistema.

REFERENCIAS

- Alejandro, J. (2018). *Sistema de detección de tránsito vehicular*. Jalisco: ITESO.
- Arias Gonzáles, J. L. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación*. Lima: Enfoques Consulting EIRL.
- Arias, K. (2020). *Propuesta de un Plan Estratégico para una Empresa de Servicio de Transporte Público Para La Mejora Competitiva, en el Marco Del Sistema Integrado de Transporte de Arequipa 2020-2024*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Universidad Católica de Santa María. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/20150bbc-03d8-423b-85fa-984862ee93b2/content>
- Asprilla, Y., García, F., & González, M. (2017). Señalización y seguridad vial en buses de tránsito rápido: el transmilenio en Bogotá. *Revista Infraestructura Vial / LanammeUCR*, 19(33), 15-25. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-37052017000100015&script=sci_arttext
- Astaiza, A., & Perenguez, A. (2023). *Operatividad y movilidad en el sistema integrado de transporte masivo MIO*. Repositorio Escuela Superior de Administración Pública Territorial Valle. <https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/20.500.14471/27000>
- Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao. (2021). *Tecnologías limpias para el transporte público en el Perú: EL MOMENTO PARA EL CAMBIO*. ATU. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2020218/Tecnolog%C3%ADas%20limpias%20para%20el%20transporte%20p%C3%BAblico%20en%20el%20Per%C3%BA.pdf>
- Bedregal, M. (2023). *Análisis y propuesta de un sistema integrado de transporte público para incrementar la accesibilidad y cobertura del servicio a los pobladores del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Universidad Privada de Tacna. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/3086>
- Bedregal, M. (2023). *Análisis y propuesta de un sistema integrado de transporte público para incrementar la accesibilidad y cobertura del servicio a los pobladores del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada De Tacna]. Repositorio Universidad Privada De Tacna. <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/3086/Bedregal-Fernandez-Milagros.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- Castro, L., Rodríguez, S., & Picado, G. (2017). Modelación de demanda de transporte urbano en Costa Rica, de Emme a TransCAD. *Infraestructura Vial*, 19(33). https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-37052017000100045
- Davila, J. (2023). *Sistema integrado de transporte público para mejorar la calidad del servicio, en una provincia de la región Lambayeque*. [Tesis de maestría, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/125236>
- El Peruano. (25 de Julio de 2023). *Conozca qué son los Sistemas Integrados de Transporte que trabaja Promovilidad con los municipios provinciales*. <https://www.elperuano.pe/noticia/218871-conozca-que-son-los-sistemas-integrados-de-transporte-que-trabaja-promovilidad-con-los-municipios-provinciales>
- Espinoza, R. (2018). *Sistemas inteligentes de transporte para optimizar la movilidad urbana*. Lima: UNI.
- EUROPEA, C. (2018). Sistema de transporte.
- Fernando, G. (2018). *Revisión sistemática de sistemas inteligentes de transporte (its) a través de internet de las cosas (iot) para problemas de transporte terrestre de pasajeros*. Universidad Católica de Colombia.
- García, M. (2014). Transporte público colectivo: su rol en los procesos de inclusión social. *Bitácora Urbano Territorial*, 24(1), 35 - 200. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-79132014000100035&script=sci_arttext
- Guerra, J. (2021). Gobernanza para la implementación del Sistema Integrado de Transportes (SIT) de Arequipa. *Revista Visión Contable*, 23, 65 – 102. <https://doi.org/https://doi.org/10.24142/rvc.n23a4>
- Guerra, J. (2021). Gobernanza para la implementación del Sistema Integrado de Transportes (SIT) de Arequipa. *Revista Visión Contable*, 23, 65 – 102. <https://doi.org/https://doi.org/10.24142/rvc.n23a4>
- Gutierrez, J. (2021). *Reforma del transporte público y el sistema integral de transporte: caso corredor morado, Lima 2020*. [Tesis de maestría, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54002>

- Hernández, D. (2022). *Método Para Evaluar la Calidad de Servicio en la Operación Zonal del Sistema Integrado de Transporte Público*. [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/items/ca76f3e7-9be2-4844-b79f-99ca9e015b37>
- Hernandez, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Kazaryan, R., Peraskovya, A., & Galaeva, N. (2020). Integrated transport system - basis of Russia's security. *E3S Web of Conferences*, 157(04009). <https://doi.org/https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015704009>
- Margarito, J. (2016). *Diseño de una red de comunicaciones para la implementación de un sistema de transporte inteligente en el centro histórico de Lima*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). *Política Nacional de Transporte Urbano - PNTU*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1648403/Difusi%C3%B3n%20de%20la%20PNTU.pdf.pdf>
- Molinero, A., & Sanchez, L. (2005). *Transporte público: planeación, diseño, operación y administración*. Universidad Autónoma del Estado de México. https://books.google.co.ve/books?id=11R3sRgOZFAC&source=gbs_navlinks_s
- Moreira, L. (2022). Infraestructura y dotación de servicio del transporte público urbano de la ciudad de Portoviejo. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 24(2), 10-16. <https://doi.org/https://doi.org/10.14718/revarq.2022.24.3950>
- Municipalidad Provincial de Arequipa. (2017). *Bases para la tercera convocatoria de la licitación pública especial para la concesión de la operación del servicio urbano masivo de pasajeros del sistema integrado de transporte de la ciudad de Arequipa*. Municipalidad Provincial de Arequipa. https://www.muniarequipa.gob.pe/descargas/transportes/operaciones/bases_08_06_2017.pdf
- Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Bogota.

- Okunevičiūtė, L., Novikova, M., & Kazlauskienė, E. (2021). Factors Determining The Development Of Intelligent Transport Systems. *Business, Management and Economics Engineering*, 19(2), 229–243. <https://doi.org/https://doi.org/10.3846/bmee.2021.15368>
- Portland Bureau of Transportation. (2017). *Enhanced Transit Corridors Plan*. Capital/Operational Toolbox. <https://www.portland.gov/sites/default/files/2020-03/capital-operational-toolbox.pdf>
- R., R. (2012). *gestion de proyectos* . 45.
- REDES. (2023). *Impacto del transporte público formal sobre el bienestar de los usuarios*. Redes de Estudio para el Desarrollo. https://www.redesarrollo.pe/wp-content/uploads/2023/11/Informe-Especial-REDES_Impacto-del-transporte-publico-formal-sobre-el-bienestar-de-los-usuarios.pdf
- Research, W. (08 de Agosto de 2022). El Futuro de la Movilidad Urbana. *Forbes Staff* , pág. 01.
- Rodrigue, J. (2020). *The Geography of Transport Systems*. Routledge, 5. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9780429346323>
- Saenz, R. (2023). *Sistema integrado de transporte y la satisfacción de los usuarios*, Lima 2023. [Tesis de posgrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/121597>
- Sainz, A. (2024). ¿Es posible la implementación de un Sistema Integral de Transporte (SIT) en Xalapa? *Revista e-RUA*, 16(5), 31 - 37. <https://doi.org/https://doi.org/10.25009/e-rua.v16i05.238>
- Salíngaros, N. (2013). Teoría de la Red Urbana. *Repositorio University of Texas at San Antonio*. <https://es.scribd.com/document/231036573/La-Teoria-de-La-Red-Urbana-Nikos-Salingaros>
- Segura, D., & Jiménez, D. (2019). Evaluación de la zona de influencia de la troncal de transporte público San José-Sabanilla-La Campiña. *Revista Infraestructura Vial*, 21(37), 21-31. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/infraestructura/v21n37/2215-3705-infraestructura-21-37-021.pdf>
- Sirilus, R., Rizky, F., Michael, L., & Agustini, I. (2020). Factors that Influence the Intention to Reuse Public Transport Routes Involving Transfer in the Early Stage of Integrated Transportation System Development: MRT Case in Jakarta. *The Journal of Social*

Sciences Research, 6(3), 286-292.

<https://doi.org/https://doi.org/10.32861/jssr.63.286.292>

TomTom. (2023). *índice de tráfico de Tomtom*. <https://www.tomtom.com/traffic-index/ranking/>

Unión Europea. (2022). *Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Arequipa*. MobiliseYourCity. https://www.mobiliseyourcity.net/sites/default/files/2024-04/2022-10-23_Documento_PMUS-AQP_VFinal%28Word97%29.pdf



ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables		Dimensiones	Indicadores	Tipo de Variables	Escala	Instrumentos
Problema general:	Objetivo general:	Hipótesis general:	INDEPENDIENTE	Factores que afectan la operación	Flujo vehicular	Vehículos que atraviesan una sección de la vía por unidad de tiempo	Cuantitativo	Razón	Se empleará formatos de aforo vehicular del MTC y se procesará la información empleando concepto de Ingeniería de Transito del Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010
¿Cuáles son los principales factores que afectan la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025?	Determinar los Principales factores que afectan la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.	Los factores relacionados con el flujo vehicular, la infraestructura vial, la operación de la flota vehicular y la demanda de transporte afectan significativamente la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025			Volumen	Número de vehículos que transitan por una sección en un día	Cuantitativo	Razón	
					Factor de hora pico	Variación del flujo vehicular en una hora	Cuantitativo	Razón	
					Capacidad Vial	Máximo de vehículos en un tiempo determinado	Cuantitativo	Razón	
					Nivel de Servicio	Condiciones de operación del flujo de tránsito (HCM: A-F)	Cuantitativo	Razón	
Problemas específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:			DEPENDIENTE	Sistema Integral de Transporte - SIT	Infraestructura Vial	Estado de las vías	Cuantitativo
¿Cómo las características de los factores afectan la operación en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025?	Identificar como las características de los factores afectan la operación en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.	Las características de los factores operacionales afectan significativamente la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.	Existencia de Paraderos						
			Existencia de Terminales						
			Rutas Establecidas						
			¿Cuál será el estado de la infraestructura vial en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025?	Evaluar el estado de la infraestructura vial en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.			El estado de la infraestructura vial afecta significativamente la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.	Operación de la Flota vehicular	Cantidad de Viajes realizados
Tiempo de Viaje									
Cantidad de Incidentes									
Cantidad de Kilómetros recorridos									
¿Cómo será la operación de la flota vehicular en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025?	Examinar la operación de la flota vehicular en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.	La operación de la flota vehicular afecta significativamente la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.	Demanda de Transporte	Análisis de Demanda de transporte - SUMO			Cuantitativo	Razón	Software SUMO
				Distribución modal de los usuarios			Cuantitativo	Razón	
¿Cómo será la demanda de transporte y el nivel de recaudo en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025?	Determinar la demanda de transporte y el nivel de recaudo en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.	La demanda de transporte y el nivel de recaudo afectan significativamente la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.	Recaudo	Pasajeros transportados			Cuantitativo	Razón	Ficha de Recolección de datos
				Pasajeros transportados por viaje					

Nota. Elaboración propia

Anexo 2: *Tabla de clasificación vehicular*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR					
TRAMO DE LA CARRETERA					
SENTIDO					
DIA					
FECHA					
HORA	M1	M2 (BLANCO)	M2 (AMARILLO)	M3 (BLANCO)	M3 (AMARILLO)
5:00 A 6:00					
6:00 A 7:00					
7:00 A 8:00					
8:00 A 9:00					
9:00 A 10:00					
10:00 A 11:00					
11:00 A 12:00					
12:00 A 13:00					
13:00 A 14:00					
14:00 A 15:00					
15:00 A 16:00					
16:00 A 17:00					
17:00 A 18:00					
18:00 A 19:00					
19:00 A 20:00					
20:00 A 21:00					
21:00 A 22:00					

Nota. Elaboración propia

Anexo 3: *Tabla de estudio vehicular que no cumplen las señales reglamentarias*

ESTUDIO DE VEHICULOS		
TRAMO DE LA CARRETERA		
SENTIDO		
DIA		
FECHA		
	CLASIFICACION VEHICULAR	
DIAS	Motos	Vehiculos
5:00 A 6:00		
6:00 A 7:00		
7:00 A 8:00		
8:00 A 9:00		
9:00 A 10:00		
10:00 A 11:00		
11:00 A 12:00		
12:00 A 13:00		
13:00 A 14:00		
14:00 A 15:00		
15:00 A 16:00		
16:00 A 17:00		
17:00 A 18:00		
18:00 A 19:00		
19:00 A 20:00		
20:00 A 21:00		
21:00 A 22:00		

Nota. Elaboración propia

Anexo 4: *Tabla de evolución vial*

Cuadra	Nombre	Longitud (m)	Baches (n°)			Grietas longitudinales (n°)			Grietas transversales (n°)			Parcheos (n°)			Piel de cocodrilo (n°)			Desintegracion (n°)		
			L	M	G	L	M	G	L	M	G	L	M	G	L	M	G	L	M	G
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
34																				
35																				

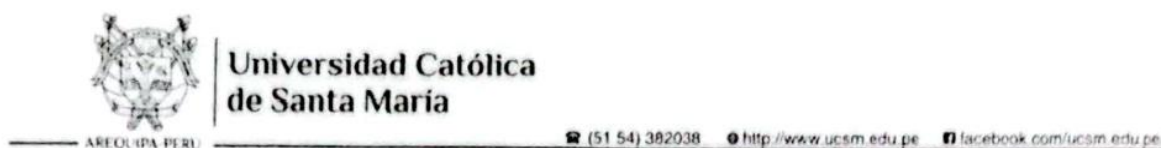
Nota. Elaboración propia

Anexo 5: Tabla de evolución vial

Cuadra	Nombre	Longitud (m)	Señales Horizontales (n°)									Señales Verticales (n°)									Rompemueles (n°)	Semaforo		Paraderos					
			Líneas de camil			Paso de Cebra			Flechas			Señal informativa			Señal reglamentaria			Señal preventiva				Activo	Señal Basica			Refugio			
1			B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M				B	R	M	B	R	M
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22																													
23																													
24																													
25																													
26																													
27																													
28																													
29																													
30																													
31																													
32																													
33																													
34																													
35																													

Nota. Elaboración propia

Anexo 6: Autorización emitido por la Universidad Católica de Santa María



« IN SCIENTIA ET FIDE EST FORTITUDO NOSTRA »
(En la ciencia y en la fe está nuestra fuerza)

Arequipa, 11 de abril del 2025

Carta Virtual N° 023-EPIC-2025

Señores
PATRICK QUILCA
Gerente de la empresa **TRANSCAYMA**
Presente.-

Asunto: Se solicita autorización PERMISO DE LA EJECUCION DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS. -Trabajo de Investigación

De mi mayor consideración:

Tengo a bien dirigirle el presente para llevarle el saludo Institucional de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa, y en especial de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, y a la vez presentarle a los señores bachilleres:

JUAN LUIS VALDIVIA BUTRON, DNI 71342227

ENRIQUE ALEJANDRO HUANQUI MENDOZA, DNI 72114595

Los mencionados, se encuentran desarrollando la tesis titulada: "PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN LA OPERACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE TRANSPORTE – SIT, EN LA CUENCA C3-CAYMA DE LA CIUDAD DE AREQUIPA, 2025". Con fines de realizar el trabajo de investigación; solicito a su digno Despacho autorización ingreso a la empresa TRANSCAYMA para recopilación de datos.

Por la atención que le merezca la presente y por las facilidades que brinde a nuestros señores bachilleres para el cumplimiento de su cometido, desde ya, le manifiesto mi agradecimiento.

Atentamente,

Mtra. Milagros Socorro Guillén Málaga
Directora de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil
U.C.S.M. Arequipa - Perú
www.ucsm.edu.pe

Anexo 7: Solicitud para ejecución de ensayos no destructivos

Cargo


Bianca Anchillo Sillero
Secretaría: Transcayma

Arequipa, 11 de abril de 2025

Señores:

Gerente de la empresa TRANSCAYMA

Presente.-

Asunto: Se solicita autorización PERMISO DE LA EJECUCION DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.

De nuestra mayor consideración:

Los que suscriben, **Juan Luis Valdivia Butrón** y **Enrique Alejandro Huanqui Mendoza**, estudiantes de la carrera profesional de INGENIERÍA CIVIL en la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTA MARIA, nos dirigimos a usted con el debido respeto para solicitar formalmente acceso a información y/o datos relevantes que contribuyan al desarrollo de nuestra tesis titulada: "*PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN LA OPERACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE TRANSPORTE – SIT, EN LA CUENCA C3-CAYMA DE LA CIUDAD DE AREQUIPA, 2025*", la cual se encuentra en proceso de elaboración.

Esta investigación se desarrolla bajo la asesoría del docente **Fernando De la Cruz**, y tiene como objetivo realizar el trabajo de investigación. La información solicitada será utilizada exclusivamente con fines académicos y será tratada con la debida confidencialidad, conforme a las normas éticas y legales establecidas por nuestra casa de estudios.

Agradecemos de antemano la atención brindada a la presente y quedamos atentos a cualquier documentación adicional que se requiera para la entrega de la información solicitada.

Sin otro particular, nos despedimos cordialmente.

Atentamente,



Juan Luis Valdivia Butrón

DNI: 71342227

Celular: 965849357

Correo: juanvaldivia1999@hotmail.com



Enrique Alejandro Huanqui Mendoza

DNI: 72114595

Celular: 958310822

Correo: 72114595@estudiante.ucsm.edu.pe

Anexo 8: Validación de instrumento



**Universidad Católica
de Santa María**

NOMBRE DEL INSTRUMENTO:
OBJETIVO DE LA
INVESTIGACION:

CUESTIONARIO
VALIDACION DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EVALUADOR:

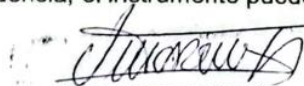
MARQUEZ ARRISUENO VICTOR EDUARDO

CIP: 42626

TELEFONO O CELULAR: _____

CRITERIOS DE EVALUACION	CORRECTO	INCORRECTO
1. El instrumento está diseñado con una estructura clara y lógica.	X	
2. La secuencia de los ítems facilita la comprensión y respuesta.	X	
3. La redacción de los ítems es precisa, técnica y adecuada para el contexto.	X	
4. Los términos usados son técnicos pero comprensibles para los expertos.	X	
5. Los reactivos abordan los factores críticos que afectan al sistema de transporte.	X	
6. El instrumento cubre las variables y dimensiones relevantes del estudio.	X	
7. Los ítems permiten recoger datos necesarios para cumplir los objetivos de la investigación.	X	
8. La extensión y cantidad de ítems es adecuada para obtener información completa sin fatigar al encuestado.	X	
9. Los reactivos están formulados de manera que permiten evaluar hipótesis planteadas.	X	
10. El instrumento es capaz de identificar tanto aspectos técnicos como operativos del sistema.	X	
11. El instrumento considera la realidad específica de la cuenca C3-Transcayma en el diseño de sus ítems.	X	
12. Las instrucciones para aplicar el instrumento son claras y facilitan su correcta aplicación.	X	

En consecuencia, el instrumento puede ser aplicado


VICTOR EDUARDO MARQUEZ ARRISUENO
INGENIERO CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 42626

Arequipa. 27 de Agosto del 2025

DNI: _____



Universidad Católica de Santa María

NOMBRE DEL INSTRUMENTO:
OBJETIVO DE LA
INVESTIGACION:

ENTREVISTA
VALIDACION DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EVALUADOR:

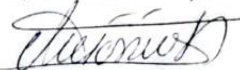
MARQUEZ ARRISUENO VICTOR EDUARDO

CIP: 42626

TELEFONO O CELULAR: _____

CRITERIOS DE EVALUACION	CORRECTO	INCORRECTO
1. El instrumento está diseñado con una estructura clara y lógica.	X	
2. La secuencia de los ítems facilita la comprensión y respuesta.	X	
3. La redacción de los ítems es precisa, técnica y adecuada para el contexto.	X	
4. Los términos usados son técnicos pero comprensibles para los expertos.	X	
5. Los reactivos abordan los factores críticos que afectan al sistema de transporte.	X	
6. El instrumento cubre las variables y dimensiones relevantes del estudio.	X	
7. Los ítems permiten recoger datos necesarios para cumplir los objetivos de la investigación.	X	
8. La extensión y cantidad de ítems es adecuada para obtener información completa sin fatigar al entrevistado.	X	
9. Los reactivos están formulados de manera que permiten evaluar hipótesis planteadas.	X	
10. El instrumento es capaz de identificar tanto aspectos técnicos como operativos del sistema.	X	
11. El instrumento considera la realidad específica de la cuenca C3-Transcayma en el diseño de sus ítems.	X	
12. Las instrucciones para aplicar el instrumento son claras y facilitan su correcta aplicación.	X	

En consecuencia, el instrumento puede ser aplicado


VICTOR EDUARDO MARQUEZ ARRISUENO
INGENIERO CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 42626

Arequipa. 27 de Agosto del 2025

DNI: _____



Universidad Católica de Santa María

NOMBRE DEL INSTRUMENTO:
OBJETIVO DE LA
INVESTIGACION:

CUESTIONARIO
VALIDACION DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EVALUADOR:

Escobedo Aspajo Eric Vilibiano

CIP: 106680

TELEFONO O CELULAR: 993462295

CRITERIOS DE EVALUACION	CORRECTO	INCORRECTO
1. El instrumento está diseñado con una estructura clara y lógica.	X	
2. La secuencia de los ítems facilita la comprensión y respuesta.	X	
3. La redacción de los ítems es precisa, técnica y adecuada para el contexto.	X	
4. Los términos usados son técnicos pero comprensibles para los expertos.	X	
5. Los reactivos abordan los factores críticos que afectan al sistema de transporte.	X	
6. El instrumento cubre las variables y dimensiones relevantes del estudio.	X	
7. Los ítems permiten recoger datos necesarios para cumplir los objetivos de la investigación.	X	
8. La extensión y cantidad de ítems es adecuada para obtener información completa sin fatigar al encuestado.	X	
9. Los reactivos están formulados de manera que permiten evaluar hipótesis planteadas.	X	
10. El instrumento es capaz de identificar tanto aspectos técnicos como operativos del sistema.	X	
11. El instrumento considera la realidad específica de la cuenca C3-Transcayma en el diseño de sus ítems.	X	
12. Las instrucciones para aplicar el instrumento son claras y facilitan su correcta aplicación.	X	

En consecuencia, el instrumento puede ser aplicado

Arequipa, 27 de Agosto del 2025

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA
Servicio Regional de Asesoría y Coordinación
Sub-gerencia de Investigación
Mr. Eric Vilibiano Escobedo Aspajo
Jefe Zonal de la Oficina de Investigación y Campañas
DNI: 106680

Nota. Elaboración propia



Universidad Católica de Santa María

NOMBRE DEL INSTRUMENTO:
OBJETIVO DE LA
INVESTIGACION:

ENTREVISTA
VALIDACION DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EVALUADOR:

Escobedo Aspajo Eric Vitaliano

CIP: 106580

TELEFONO O CELULAR: 943462295

CRITERIOS DE EVALUACION	CORRECTO	INCORRECTO
1. El instrumento está diseñado con una estructura clara y lógica	X	
2. La secuencia de los ítems facilita la comprensión y respuesta.	X	
3. La redacción de los ítems es precisa, técnica y adecuada para el contexto	X	
4. Los términos usados son técnicos pero comprensibles para los expertos	X	
5. Los reactivos abordan los factores críticos que afectan al sistema de transporte	X	
6. El instrumento cubre las variables y dimensiones relevantes del estudio.	X	
7. Los ítems permiten recoger datos necesarios para cumplir los objetivos de la investigación.	X	
8. La extensión y cantidad de ítems es adecuada para obtener información completa sin fatigar al entrevistado.	X	
9. Los reactivos están formulados de manera que permiten evaluar hipótesis planteadas.	X	
10. El instrumento es capaz de identificar tanto aspectos técnicos como operativos del sistema.	X	
11. El instrumento considera la realidad específica de la cuenca C3-Transcayma en el diseño de sus ítems.	X	
12. Las instrucciones para aplicar el instrumento son claras y facilitan su correcta aplicación.	X	

En consecuencia, el instrumento puede ser aplicado

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA
Gerencia Regional de Recursos y Comunicaciones
Subgerencia de Infraestructura
Arequipa, 27 de Agosto del 2025
Eric Vitaliano Escobedo Aspajo
Jefe Zonal de la Oficina de Tránsito y Camión
CIP: 106580
DNI: 410656795



Universidad Católica
de Santa María

NOMBRE DEL INSTRUMENTO:
OBJETIVO DE LA
INVESTIGACION:

ENTREVISTA
VALIDACION DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EVALUADOR

SANTANDER HUILCA EDER

CIP: 185084

TELEFONO O CELULAR: 980742909

CRITERIOS DE EVALUACION	CORRECTO	INCORRECTO
1. El instrumento está diseñado con una estructura clara y lógica.	X	
2. La secuencia de los items facilita la comprensión y respuesta.	X	
3. La redacción de los items es precisa, técnica y adecuada para el contexto.	X	
4. Los términos usados son técnicos pero comprensibles para los expertos.	X	
5. Los reactivos abordan los factores críticos que afectan al sistema de transporte.	X	
6. El instrumento cubre las variables y dimensiones relevantes del estudio.	X	
7. Los items permiten recoger datos necesarios para cumplir los objetivos de la investigación.	X	
8. La extensión y cantidad de items es adecuada para obtener información completa sin fatigar al entrevistado.	X	
9. Los reactivos están formulados de manera que permiten evaluar hipótesis planteadas.	X	
10. El instrumento es capaz de identificar tanto aspectos técnicos como operativos del sistema.	X	
11. El instrumento considera la realidad específica de la cuenca C3-Transcayma en el diseño de sus items.	X	
12. Las instrucciones para aplicar el instrumento son claras y facilitan su correcta aplicación.	X	

En consecuencia, el instrumento puede ser aplicado

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA
GERENCIA REGIONAL DE FOMENTO Y COMERCIALIZACION
DIRECCION DE REGISTRO Y FISCALIA
Arequipa, 27 de Agosto del 2025
ING. EDER SANTANDER HUILCA
CIP 185084
JEFE DE LA OFICINA GENERAL DE REGISTRO Y FISCALIA

DNI: 45500150

Nota. Elaboración propia



Universidad Católica de Santa María

NOMBRE DEL INSTRUMENTO:
OBJETIVO DE LA
INVESTIGACION:

CUESTIONARIO
VALIDACION DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EVALUADOR:

SANTANDER HUILLCA EDER

CIP: 185084

TELEFONO O CELULAR: 980742909

CRITERIOS DE EVALUACION	CORRECTO	INCORRECTO
1. El instrumento está diseñado con una estructura clara y lógica.	X	
2. La secuencia de los ítems facilita la comprensión y respuesta.	X	
3. La redacción de los ítems es precisa, técnica y adecuada para el contexto.	X	
4. Los términos usados son técnicos pero comprensibles para los expertos.	X	
5. Los reactivos abordan los factores críticos que afectan al sistema de transporte.	X	
6. El instrumento cubre las variables y dimensiones relevantes del estudio.	X	
7. Los ítems permiten recoger datos necesarios para cumplir los objetivos de la investigación.	X	
8. La extensión y cantidad de ítems es adecuada para obtener información completa sin fatigar al encuestado.	X	
9. Los reactivos están formulados de manera que permiten evaluar hipótesis planteadas.	X	
10. El instrumento es capaz de identificar tanto aspectos técnicos como operativos del sistema.	X	
11. El instrumento considera la realidad específica de la cuenca C3-Transcayma en el diseño de sus ítems.	X	
12. Las instrucciones para aplicar el instrumento son claras y facilitan su correcta aplicación.	X	

En consecuencia, el instrumento puede ser aplicado

Arequipa. 27 de Agosto del 2025

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA
GERENCIA REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
SUB GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA
ING. EDER SANTANDER HUILLCA
CIP 185084
JEFE DE LA OFICINA GENERAL CAST. 11111111111111111111

DNI: 45500150

Nota. Elaboración propia



Universidad Católica
de Santa María

NOMBRE DEL INSTRUMENTO:
OBJETIVO DE LA
INVESTIGACION:

CUESTIONARIO
VALIDACION DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EVALUADOR

Luis Dario Cerda Lázaro

CIP: 71235

TELÉFONO O CELULAR: 959910333

CRITERIOS DE EVALUACION	CORRECTO	INCORRECTO
1. El instrumento está diseñado con una estructura clara y lógica.	X	
2. La secuencia de los ítems facilita la comprensión y respuesta.	X	
3. La redacción de los ítems es precisa, técnica y adecuada para el contexto.	X	
4. Los términos usados son técnicos pero comprensibles para los expertos.	X	
5. Los reactivos abordan los factores críticos que afectan al sistema de transporte.	X	
6. El instrumento cubre las variables y dimensiones relevantes del estudio.	X	
7. Los ítems permiten recoger datos necesarios para cumplir los objetivos de la investigación.	X	
8. La extensión y cantidad de ítems es adecuada para obtener información completa sin fatigar al encuestado.	X	
9. Los reactivos están formulados de manera que permiten evaluar hipótesis planteadas.	X	
10. El instrumento es capaz de identificar tanto aspectos técnicos como operativos del sistema.	X	
11. El instrumento considera la realidad específica de la cuenca C3-Transcayma en el diseño de sus ítems.	X	
12. Las instrucciones para aplicar el instrumento son claras y facilitan su correcta aplicación.	X	

En consecuencia, el instrumento puede ser aplicado

Arequipa, 27 de Agosto del 2025


Luis Dario Cerda Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 71235

DNI: 29569930

Nota. Elaboración propia



Universidad Católica
de Santa María

NOMBRE DEL INSTRUMENTO:

ENTREVISTA

OBJETIVO DE LA

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

INVESTIGACION:

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EVALUADOR:

CERVANTES LAZARINOS Luis Ramon

CIP: 71235

TELEFONO O CELULAR: 9599 10333

CRITERIOS DE EVALUACION	CORRECTO	INCORRECTO
1. El instrumento está diseñado con una estructura clara y lógica.	X	
2. La secuencia de los ítems facilita la comprensión y respuesta.	X	
3. La redacción de los ítems es precisa, técnica y adecuada para el contexto.	X	
4. Los términos usados son técnicos pero comprensibles para los expertos.	X	
5. Los reactivos abordan los factores críticos que afectan al sistema de transporte.	X	
6. El instrumento cubre las variables y dimensiones relevantes del estudio.	X	
7. Los ítems permiten recoger datos necesarios para cumplir los objetivos de la investigación.	X	
8. La extensión y cantidad de ítems es adecuada para obtener información completa sin fatigar al entrevistado.	X	
9. Los reactivos están formulados de manera que permiten evaluar hipótesis planteadas.	X	
10. El instrumento es capaz de identificar tanto aspectos técnicos como operativos del sistema.	X	
11. El instrumento considera la realidad específica de la cuenca C3-Transcayma en el diseño de sus ítems.	X	
12. Las instrucciones para aplicar el instrumento son claras y facilitan su correcta aplicación.	X	

En consecuencia, el instrumento puede ser aplicado

Arequipa, 27 de Agosto del 2025

LUIS RAMON CERVANTES LAZARINOS
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.R. 71235

DNI: 29569930

Nota. Elaboración propia



Universidad Católica
de Santa María

NOMBRE DEL INSTRUMENTO:

ENTREVISTA

OBJETIVO DE LA

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

INVESTIGACION:

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EVALUADOR:

ROSAS RODRIGUEZ EDSOEN

CIP: 63486

TELEFONO O CELULAR: 958099943

CRITERIOS DE EVALUACION	CORRECTO	INCORRECTO
1. El instrumento está diseñado con una estructura clara y lógica.	X	
2. La secuencia de los ítems facilita la comprensión y respuesta.	X	
3. La redacción de los ítems es precisa, técnica y adecuada para el contexto.	X	
4. Los términos usados son técnicos pero comprensibles para los expertos.	X	
5. Los reactivos abordan los factores críticos que afectan al sistema de transporte.	X	
6. El instrumento cubre las variables y dimensiones relevantes del estudio.	X	
7. Los ítems permiten recoger datos necesarios para cumplir los objetivos de la investigación.	X	
8. La extensión y cantidad de ítems es adecuada para obtener información completa sin fatigar al entrevistado.	X	
9. Los reactivos están formulados de manera que permiten evaluar hipótesis planteadas.	X	
10. El instrumento es capaz de identificar tanto aspectos técnicos como operativos del sistema.	X	
11. El instrumento considera la realidad específica de la cuenca C3-Transcayma en el diseño de sus ítems.	X	
12. Las instrucciones para aplicar el instrumento son claras y facilitan su correcta aplicación.	X	

En consecuencia, el instrumento puede ser aplicado

Arequipa, 27 de Agosto del 2025

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA
SECRETARÍA REGIONAL DE EDUCACIÓN Y CULTURA
ING. EDSOEN ROSAS RODRIGUEZ
INSPECTOR
CIP N° 63486

DNI: 201590451



Universidad Católica
de Santa María

NOMBRE DEL INSTRUMENTO:
OBJETIVO DE LA
INVESTIGACION:

CUESTIONARIO
VALIDACION DEL INSTRUMENTO

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EVALUADOR:

ROSAS RODRIGUEZ EDSON

CIP: 63486

TELEFONO O CELULAR: 958099943

CRITERIOS DE EVALUACION	CORRECTO	INCORRECTO
1. El instrumento está diseñado con una estructura clara y lógica.	X	
2. La secuencia de los ítems facilita la comprensión y respuesta.	X	
3. La redacción de los ítems es precisa, técnica y adecuada para el contexto.	X	
4. Los términos usados son técnicos pero comprensibles para los expertos.	X	
5. Los reactivos abordan los factores críticos que afectan al sistema de transporte.	X	
6. El instrumento cubre las variables y dimensiones relevantes del estudio.	X	
7. Los ítems permiten recoger datos necesarios para cumplir los objetivos de la investigación.	X	
8. La extensión y cantidad de ítems es adecuada para obtener información completa sin fatigar al encuestado.	X	
9. Los reactivos están formulados de manera que permiten evaluar hipótesis planteadas.	X	
10. El instrumento es capaz de identificar tanto aspectos técnicos como operativos del sistema.	X	
11. El instrumento considera la realidad específica de la cuenca C3-Transcayma en el diseño de sus ítems.	X	
12. Las instrucciones para aplicar el instrumento son claras y facilitan su correcta aplicación.	X	

En consecuencia, el instrumento puede ser aplicado

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA
GERENCIA REGIONAL DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES
SUB GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA

Arequipa. 27 de Ago del 2025

ING. EDSON ROSAS RODRIGUEZ
INSPECTOR
CIP N° 63486

DNI: 20590451

Anexo 9: Modelo de cuestionario para transportistas

RUTA EN LA QUE OPERA							
TIPO DE UNIDAD DE SERVICIO							
M2				M3			
Objetivo específico 1: Evaluar el estado de la infraestructura vial en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.							
1. ¿CON QUE FRECUENCIA ENCUENTRA LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN BUEN ESTADO?							
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE	SIEMPRE
2. ¿CON QUÉ FRECUENCIA LOS PARADEROS OFICIALES ESTÁN SEÑALIZADOS Y ACCESIBLES PARA LOS USUARIOS?							
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE	SIEMPRE
3. ¿EL TRÁFICO VEHICULAR RETRASA SIGNIFICATIVAMENTE LA PUNTUALIDAD DE SU RECORRIDO?							
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE	SIEMPRE
Objetivo específico 2: Examinar la operación de la flota vehicular en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.							
4. ¿CON QUE FRECUENCIA REALIZA EL MANTENIMIENTO A SU UNIDAD?							
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE	SIEMPRE
5. ¿CON QUE FRECUENCIA SE PRESENTAN CAMBIOS EN LA RUTA HABITUAL DURANTE SU RECORRIDO?							
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE	SIEMPRE
6. ¿CUMPLE USTED CON EL HORARIO ESTABLECIDO EN SU RECORRIDO?							
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE	SIEMPRE
Objetivo específico 3: Determinar la demanda de transporte y el nivel de recaudo en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.							
7. ¿LA CANTIDAD DE BUSES DE SU RUTA SATISFACEN LA DEMANDA DE LOS USUARIOS?							
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE	SIEMPRE
8. ¿EL TRANSPORTE INFORMAL GENERA PERDIDAS ECONOMICAS EN SU SERVICIO?							
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE	SIEMPRE
9. ¿CONSIDERA QUE LA TARIFA ESTABLECIDA CUBRE LOS COSTOS OPERATIVOS DE SU UNIDAD?							
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE	SIEMPRE
Objetivo específico 4: Identificar como las características de los factores afectan la operación en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.							
10. ¿CON QUÉ FRECUENCIA SE PRESENTA CONGESTIÓN VEHICULAR EN SU RUTA?							
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE	SIEMPRE
11. ¿CON QUE FRECUENCIA HAY UNA AFLUENCIA EXCESIVA DE PASAJEROS EN SU UNIDAD?							
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE	SIEMPRE
12. ¿EL TRANSPORTE INFORMAL GENERA CONGESTIONAMIENTO DURANTE SU RECORRIDO?							
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE	SIEMPRE

Nota. Elaboración propia

Anexo 10: Modelo de cuestionario para usuarios de transporte publico

TIPO DE UNIDAD QUE UTILIZA									
Objetivo específico 1: Evaluar el estado de la infraestructura vial en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.									
1. ¿LAS VÍAS SE ENCUENTRAN EN UN BUEN ESTADO (PAVIMENTO, BACHES) EN LAS RUTAS DE CAYMA?									
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE		SIEMPRE	
2. ¿LOS PARADEROS CUMPLEN CON SU FUNCION ADECUADAMENTE (UBICACIÓN, SEÑALIZACION, ASIENTOS)									
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE		SIEMPRE	
3. ¿LA SEMAFORIZACION EN LAS RUTAS DE TRANSCAYMA CUMPLEN SU FUNCION CORRECTAMENTE?									
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE		SIEMPRE	
Objetivo específico 2: Examinar la operación de la flota vehicular en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.									
4. ¿SE ENCUENTRAN EN BUEN ESTADO LAS UNIDADES DE TRANSCAYMA (COMODIDAD, LIMPIEZA, VENTILACION, SEGURIDAD)?									
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE		SIEMPRE	
5. ¿EL TIEMPO CON EL QUE CIRCULAN FRECUENTEMENTE LOS BUSES POR SU RUTA ES ADECUADA?									
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE		SIEMPRE	
6. ¿EN LAS HORAS DE MAYOR DEMANDA (MAÑANA Y TARDE), ENCUENTRA SUFICIENTE BUSES PARA LA RUTA QUE DESEA TOMAR?									
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE		SIEMPRE	
Objetivo específico 3: Determinar la demanda de transporte y el nivel de recaudo en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.									
7. ¿CON QUE FRECUENCIA UTILIZA EL SERVICIO DE TRANSCAYMA?									
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE		SIEMPRE	
8. ¿CON QUE FRECUENCIA PREFIERE EL SERVICIO DE TRANSCAYMA FRENTE A OTRAS ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE (TAXIS, COLECTIVOS, APLICATIVOS)?									
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE		SIEMPRE	
9. ¿CON RESPECTO AL PRECIO DEL PASAJE DE TRANSCAYMA LE PARECE ADECUADO?									
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE		SIEMPRE	
Objetivo específico 4: Identificar como las características de los factores afectan la operación en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.									
10. ¿EL TRAFICO VEHICULAR AFECTA A LA PUNTUALIDAD Y FRECUENCIA DE LOS BUSES DE TRANSCAYMA									
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE		SIEMPRE	
11. ¿CON QUE FRECUENCIA LAS RUTAS EXISTENTES DE TRANSCAYMA CUBREN LAS ZONAS DONDE LOS PASAJEROS NECESITAN MOVILIZARSE?									
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE		SIEMPRE	
12. ¿EL TIEMPO DE VIAJE RESULTA ADECUADO PARA LOS USUARIOS (PARADAS, TRANSBORDO									
NUNCA		CASI NUNCA		A VECES		REGULARMENTE		SIEMPRE	

Nota. Elaboración propia

Anexo 11: Instrumento - Guía de entrevista

FORMATO DE GUÍA DE ENTREVISTA			
I. CONSENTIMIENTO INFORMADO			
Esta entrevista forma parte de un estudio de investigación titulado: "Principales factores que afectan la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT, en la cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025". El objetivo principal es "Determinar los Principales factores que afectan la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025". De este modo me referiré al consentimiento informado como un proceso mediante el cual se le brinda a usted, como participante, información clara y detallada sobre el estudio, sus objetivos, los procedimientos involucrados y sus derechos como participante. Su participación en esta entrevista es completamente anónima y voluntaria, y puede retirarse en cualquier momento sin consecuencias. Se le proporcionará información sobre el propósito del estudio, los temas que se discutirán, la confidencialidad de sus respuestas y su derecho a abstenerse de responder cualquier pregunta con la que no se sienta cómodo. Antes de comenzar la entrevista, le pediré que confirme su consentimiento para participar de manera escrita y verbal. Si está de acuerdo, procederemos con la entrevista. Si en algún momento decide retirarse o no desea responder alguna pregunta, respetaremos su decisión sin preguntarle el motivo. Después de confirmar su consentimiento verbal, tomaré nota de su aprobación en nuestro registro y procederemos con la entrevista. "Una vez informado sobre los propósitos, objetivos y procedimientos que se llevarán a cabo durante la investigación AUTORIZO mi participación en la misma, así como el uso de los datos obtenidos con fines estrictamente académicos e investigativos"			
SI	☒	NO	☐

3. PREGUNTAS:	
Objetivo específico 1: Identificar como las características de los factores afectan la operación en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.	
1	Desde su experiencia, ¿Considera que la ruta y la operación de transporte en la que trabaja son rentables o enfrentan pérdidas? ¿Por qué?
En mi opinión si considero que hay rentabilidad en la ruta que estoy actualizando.	
2	De acuerdo a los percances que suceden durante el recorrido por las rutas, ¿Qué factor externo considera que afectan más la operación diaria de su ruta asignada?
El factor que nos afecta más es el tráfico que hay en las vías por donde circulamos.	
3	Según su experiencia en las avenidas con mayor congestión, ¿cómo influye el tráfico vehicular en la frecuencia con la que deben cumplir su recorrido?
Influye bastante porque empujan los camiones entre compañeros y nos afecta en recoger pasajeros, generando molestia.	

Objetivo específico 2: Evaluar el estado de la infraestructura vial en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.

4 Basado en su experiencia, ¿Considera que las condiciones de las vías por donde circula Transcayma son adecuadas? ¿Por qué?

No, porque están intranquilas tanto el pavimento y señalización como saturación vehicular.

5 En cuanto a la señalización, ¿La señalización vial y los semáforos ayudan o dificultan su labor diaria?

Falta señalización vial porque los usuarios no respetan paradas y los semáforos falta coordinación pues generan mucho tráfico.

6 Desde su posición como conductor de Transporte de Transcayma, ¿Cómo afecta el estado actual de la infraestructura vial a la frecuencia y puntualidad de los buses en Cayma?

Es un gran obstáculo para el transporte por lo cual no se genera un transporte de calidad.

Objetivo específico 3: Examinar la operación de la flota vehicular en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.

7 En cuanto a los tiempos de viaje establecidos, ¿De qué manera afectan los vehículos informales la frecuencia de los tiempos de viaje, y qué medidas podrían implementarse para reducir este impacto?

Corretos y accidentes que pueden ocurrir en el transcurso del viaje, una alternativa sería hacer Operativos

8 Respecto a la cantidad de usuarios que utilizan los vehículos de transcayma diariamente, ¿Con qué frecuencia experimenta retrasos en su ruta? y ¿Cuáles son las principales causas?

Los retrasos en la ruta se dan cada día que se hace el recorrido, el ingreso de los combis nuevas es la principal causa.

9 Respecto a la eficiencia operativa, ¿Con qué frecuencia recibe mantenimiento preventivo la unidad que opera y donde realiza el mantenimiento?

Cada mes según el cambio de aceite de motor, cambio de retenes y el cambio de pastillas o fijas lo realiza en el taller mecánico.

Objetivo específico 4: Determinar la demanda de transporte y el nivel de recaudo en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.	
10	De acuerdo al crecimiento poblacional y la demanda en el distrito de Cayma, ¿Considera que la cantidad de pasajeros que transporta diariamente está reflejando la demanda real del servicio en su ruta?
En estos momentos veo que no hay reflejo de pasajeros pues estamos viendo que hay mucho tráfico lo cual afecta en nuestra economía.	
11	Respecto al traslado de pasajeros, ¿Cuál es el promedio diario de pasajeros que transporta en su unidad durante un turno en su ruta?
En hora punta se está llevando diariamente 60-53 pasajeros durante combis en ruta bajada y subida.	
12	Desde su punto de vista como transportista, ¿Existen situaciones frecuentes en las que se dificulte el cobro del pasaje? Y cuales son el tipo de fallas que lo dificultan
Por lo general no hay problemas, las dificultades son en el "Vape" en esos casos si hay problemas.	

Anexo 12: Instrumento - Guía de entrevista 2

FORMATO DE GUÍA DE ENTREVISTA			
1. CONSENTIMIENTO INFORMADO			
Esta entrevista forma parte de un estudio de investigación titulado: "Principales factores que afectan la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT, en la cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025". El objetivo principal es "Determinar los Principales factores que afectan la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025." De este modo me referiré al consentimiento informado como un proceso mediante el cual se le brinda a usted, como participante, información clara y detallada sobre el estudio, sus objetivos, los procedimientos involucrados y sus derechos como participante. Su participación en esta entrevista es completamente anónima y voluntaria, y puede retirarse en cualquier momento sin consecuencias. Se le proporcionará información sobre el propósito del estudio, los temas que se discutirán, la confidencialidad de sus respuestas y su derecho a abstenerse de responder cualquier pregunta con la que no se sienta cómodo. Antes de comenzar la entrevista, le pediré que confirme su consentimiento para participar de manera escrita y verbal. Si está de acuerdo, procederemos con la entrevista. Si en algún momento decide retirarse o no desea responder alguna pregunta, respetaremos su decisión sin preguntarle el motivo. Después de confirmar su consentimiento verbal, tomaré nota de su aprobación en nuestro registro y procederemos con la entrevista. "Una vez informado sobre los propósitos, objetivos y procedimientos que se llevarán a cabo durante la investigación AUTORIZO mi participación en la misma, así como el uso de los datos obtenidos con fines estrictamente académicos e investigativos"			
SI	☒	NO	☐

3. PREGUNTAS:	
Objetivo específico 1: Identificar como las características de los factores afectan la operación en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.	
1	Desde su experiencia, ¿Considera que la ruta y la operación de transporte en la que trabaja son rentables o enfrentan pérdidas? ¿Por qué?
Es rentable para mi unidad siempre y cuando no se presente accidentes	
2	De acuerdo a los percances que suceden durante el recorrido por las rutas, ¿Qué factor externo considera que afectan más la operación diaria de su ruta asignada?
El tráfico en las vías y las unidades pinatas	
3	Según su experiencia en las avenidas con mayor congestión, ¿cómo influye el tráfico vehicular en la frecuencia con la que deben cumplir su recorrido?
El excesivo tráfico que hay en las horas punta no ayudan en las frecuencias	

Objetivo específico 2: Evaluar el estado de la infraestructura vial en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.	
4	Basado en su experiencia, ¿Considera que las condiciones de las vías por donde circula Transcayma son adecuadas? ¿Por qué?
No en mi opinion algunas vías son adecuadas, pero las no, porque algunas son muy angostas	
5	En cuanto a la señalización, ¿La señalización vial y los semáforos ayudan o dificultan su labor diaria?
Los semáforos si, pero la señalización no ayuda en nada	
6	Desde su posición como conductor de Transporte de Transcayma, ¿Cómo afecta el estado actual de la infraestructura vial a la frecuencia y puntualidad de los buses en Cayma?
Afecta demasiado porque las pistas son un desastre y tener que hacer maniobras para entrar los buses en las pistas y eso afecta la puntualidad	

Objetivo específico 3: Examinar la operación de la flota vehicular en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.

7 En cuanto a los tiempos de viaje establecidos, ¿De qué manera afectan los vehículos informales la frecuencia de los tiempos de viaje, y qué medidas podrían implementarse para reducir este impacto?

En primer lugar, los vehículos informales no dejan trabajar a los
y para reducir este impacto se debe hacer más operativos y así poder
controlar

8 Respecto a la cantidad de usuarios que utilizan los vehículos de transcayma diariamente, ¿Con qué frecuencia experimenta retrasos en su ruta? y ¿Cuáles son las principales causas?

El tráfico mas atroz se ocasiona mayormente
en las horas punta y esto genera retrasos.

9 Respecto a la eficiencia operativa, ¿Con qué frecuencia recibe mantenimiento preventivo la unidad que opera y donde realiza el mantenimiento?

El mantenimiento se hace todos los días
de acuerdo a lo que le esté fallando a
la unidad

Objetivo específico 4: Determinar la demanda de transporte y el nivel de recaudo en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.	
10	De acuerdo al crecimiento poblacional y la demanda en el distrito de Cayma, ¿Considera que la cantidad de pasajeros que transporta diariamente está reflejando la demanda real del servicio en su ruta?
Si porque en mi ruta existen demandas medicinas, puertos, colectivos, autobuses, etc.	
11	Respecto al traslado de pasajeros, ¿Cuál es el promedio diario de pasajeros que transporta en su unidad durante un turno en su ruta?
80 pasajeros de subida y bajada aproximadamente	
12	Desde su punto de vista como transportista, ¿Existen situaciones frecuentes en las que se dificulte el cobro del pasaje? Y cuales son el tipo de fallas que lo dificultan
Pagan con cheques, con yape, ultima hora, se complica el cobro	

Anexo 13: Instrumento - Guía de entrevista 3

FORMATO DE GUÍA DE ENTREVISTA			
1. CONSENTIMIENTO INFORMADO			
Esta entrevista forma parte de un estudio de investigación titulado: "Principales factores que afectan la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT, en la cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025". El objetivo principal es "Determinar los Principales factores que afectan la operación del Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025". De este modo me referiré al consentimiento informado como un proceso mediante el cual se le brinda a usted, como participante, información clara y detallada sobre el estudio, sus objetivos, los procedimientos involucrados y sus derechos como participante. Su participación en esta entrevista es completamente anónima y voluntaria, y puede retirarse en cualquier momento sin consecuencias. Se le proporcionará información sobre el propósito del estudio, los temas que se discutirán, la confidencialidad de sus respuestas y su derecho a abstenerse de responder cualquier pregunta con la que no se sienta cómodo. Antes de comenzar la entrevista, le pediré que confirme su consentimiento para participar de manera escrita y verbal. Si está de acuerdo, procederemos con la entrevista. Si en algún momento decide retirarse o no desea responder alguna pregunta, respetaremos su decisión sin preguntarle el motivo. Después de confirmar su consentimiento verbal, tomaré nota de su aprobación en nuestro registro y procederemos con la entrevista. "Una vez informado sobre los propósitos, objetivos y procedimientos que se llevarán a cabo durante la investigación AUTORIZO mi participación en la misma, así como el uso de los datos obtenidos con fines estrictamente académicos e investigativos"			
SI	☒	NO	☐

3. PREGUNTAS:

Objetivo específico 1: Identificar como las características de los factores afectan la operación en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.

1 Desde su experiencia, ¿Considera que la ruta y la operación de transporte en la que trabaja son rentables o enfrentan pérdidas? ¿Por qué?

Enfrentamos Pérdidas por el mantenimiento, llantas y los repuestos para mi unidad. Son muy caros y el pasaje no a subido en los últimos años.

2 De acuerdo a los percances que suceden durante el recorrido por las rutas, ¿Qué factor externo considera que afectan más la operación diaria de su ruta asignada?

Veículos estacionados en las Vías angostas.
Tráfico Vehicular en algunas calles y avenidas.

3 Según su experiencia en las avenidas con mayor congestión, ¿cómo influye el tráfico vehicular en la frecuencia con la que deben cumplir su recorrido?

El no cumplimiento de las Frecuencias
Consumo excesivo de combustible por el tráfico
Pérdida de tiempo durante la ruta.

Objetivo específico 2: Evaluar el estado de la infraestructura vial en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.

4 Basado en su experiencia, ¿Considera que las condiciones de las vías por donde circula Transcayma son adecuadas? ¿Por qué?

Algunas Vías son buenas porque están asfaltadas,
pero en algunos puntos son muy angostas y dificultan
el giro. no hay paraderos establecidos en cayma Alta.

5 En cuanto a la señalización, ¿La señalización vial y los semáforos ayudan o dificultan su labor diaria?

Los semáforos nos ayudan mucho, pero hay lugares
que la señalización y los semáforos son difíciles.
porque no funcionan.

6 Desde su posición como conductor de Transporte de Transcayma, ¿Cómo afecta el estado actual de la infraestructura vial a la frecuencia y puntualidad de los buses en Cayma?

Una avenida o calle con huecos o en mal estado
dificulta la circulación y por lo tanto no se puede
cumplir con las frecuencias dadas.

Objetivo específico 3: Examinar la operación de la flota vehicular en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.

7 En cuanto a los tiempos de viaje establecidos, ¿De qué manera afectan los vehículos informales la frecuencia de los tiempos de viaje, y qué medidas podrían implementarse para reducir este impacto?

La informalidad dificulta el cumplimiento de las frecuencias.

Porque un vehículo pirata se corta en cualquier lugar y no se cumple con la frecuencia, una alternativa es hacer operativos en los puntos que hacen los cortes.

8 Respecto a la cantidad de usuarios que utilizan los vehículos de transcajma diariamente, ¿Con qué frecuencia experimenta retrasos en su ruta? y ¿Cuáles son las principales causas?

A diario hay retrasos por el tráfico en el Avelino, Los Incas, puente Grau, avenida Ejército y plaza de Cayma. Falta de paraderos bien establecidos.

9 Respecto a la eficiencia operativa, ¿Con qué frecuencia recibe mantenimiento preventivo la unidad que opera y donde realiza el mantenimiento?

El mantenimiento de las unidades se realiza una vez a la semana por algún motivo o simplemente preventivo, cada unidad tiene su mecánico particular.

Objetivo específico 4: Determinar la demanda de transporte y el nivel de recaudo en el Sistema Integral de Transporte – SIT, en la Cuenca C3-Cayma de la ciudad de Arequipa, 2025.	
10	De acuerdo al crecimiento poblacional y la demanda en el distrito de Cayma, ¿Considera que la cantidad de pasajeros que transporta diariamente está reflejando la demanda real del servicio en su ruta?
Si es real la cantidad de pasajeros que demandan servicio en la ruta. Pero la mayor cantidad es solo en hora punta.	
11	Respecto al traslado de pasajeros, ¿Cuál es el promedio diario de pasajeros que transporta en su unidad durante un turno en su ruta?
El promedio de pasajeros que transportamos es diferente en cada ruta; por lo tanto en promedio de 400 a 500 pasajeros.	
12	Desde su punto de vista como transportista, ¿Existen situaciones frecuentes en las que se dificulte el cobro del pasaje? Y cuáles son el tipo de fallas que lo dificultan?
- No tener cobrador es difícil para el conductor.	
- Pasajeros en estado ebrio.	
- Pasajeros con niños que no pagan y pasajeros con bultos.	

Anexo 14: Excel de todos los datos para poder realizar en minitab

RUTA 241a-b								RUTA 241a-b							
PUNTOS DE CONTROL	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	PUNTOS DE CONTROL	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
TERMINAL A	5.53	16.66	12.35	13.63	15.78	16.26	21.11	TERMINAL CERRO	56.64	28.74	18.00	26.63	49.30	72.63	26.07
INICIO RUTA A	10.87	9.08	21.52	18.76	11.67	10.56	13.25	AVENIDA							
PARQUE 1A	52.82	17.02	37.5	53.16	3.56	18.77	24.70	CONVENCIONES B	14.48	16.29	12.00	32.90	12.67	40.28	16.20
PARQUE 2 A	40.63	16.58	20.31	49.31	35.25	13.25	30.83	CALLE CERRO JULI	15.66	18.96	10.00	25.36	19.75	41.18	26.88
PARQUE 3 A	87.83	5.08	29.57	10.95	34.23	46.80	10.80	AVENIDA MOSTAJO	30.03	22.86	120.00	7.48	14.24	14.76	45.63
CIRCA A	3.32	10.07	26.64	8.24	55.25	0.00	7.61	E. ARTURO IBAÑES	34.45	33.66	50.00	25.69	35.73	13.99	12.58
GRIFO AGUA A	20.31	20.56	15.08	23.98	11.80	28.32	23.62	OVALO TERMINAL	22.84	33.97	58.71	57.17	42.70	0.00	123.61
SECTOR 2 A	12.03	35.99	12.56	27.53	15.55	14.57	23.68	PARQUE	47.27	18.10	0.00	21.29	83.50	9.74	25.64
SOL DE ORO A	15.79	35.60	12.79	13.61	5.97	22.19	12.25	LOS INCAS B	18.87	13.69	10.00	13.36	33.29	15.87	113.11
SAN MIGUEL A	25.99	33.94	9.47	42.24	26.77	15.01	18.43	JUVENTUD							
SECTOR 12 A	15.27	19.73	24.97	14.38	9.30	15.04	15.60	FERROVIARIA B	13.86	13.62	36.00	13.95	8.10	92.64	16.65
CHAPI A	12.12	13.85	28.69	12.89	25.30	11.97	18.89	BANCOS B	50.14	11.04	18.00	11.31	11.01	39.77	20.89
SAN MARTIN A	3.63	45.76	14.90	50.16	22.34	45.53	3.76	SUR MOTORS B	34.63	50.01	26.00	3.56	52.52	14.94	14.93
BOLOGNESI A	33.85	33.10	39.88	21.47	18.64	19.31	37.18	PALOMAR B	45.17	16.29	8.00	74.83	45.17	24.89	28.24
AMAZONAS A	31.65	25.19	16.99	24.11	61.70	43.40	24.86	BONIFAZ B	47.16	36.55	48.00	46.45	28.05	44.83	13.98
CALLE TUPA AMURU	15.40	41.66	11.12	17.78	5.83	18.96	35.53	URB MARIA ISABEL	40.27	0.00	70.00	31.10	57.84	22.48	6.14
PLAZA A	8.87	0.00	17.25	34.71	11.63	14.10	12.16	ORMENO B	14.55	10.74	22.00	12.08	47.86	13.37	49.46
20_ABRIL - A	16.57	12.50	41.19	32.55	84.23	14.90	20.30	CARSA	25.37	16.94	36.00	22.58	14.87	11.01	14.63
CALLE FRANCISCO								LA BARRACA B	13.56	22.22	12.00	16.79	8.20	11.78	46.75
PIEROLA	16.94	64.12	43.90	54.21	16.37	36.14	10.42	SAN JUAN DE DIOS	12.84	9.30	30.00	35.29	10.66	3.25	39.84
PLAZA TOMILLA A	41.08	40.45	0.00	42.40	11.89	7.27	12.88	MERCADERES B	21.75	14.58	12.00	29.55	24.67	26.73	34.29
MERCADO PUEBLO A	14.91	91.15	15.78	74.68	59.89	38.37	29.91	AYACUCHO B	16.21	11.08	2.00	8.29	45.67	34.33	31.88
ESTADIO A	15.35	16.86	13.50	19.70	17.62	16.20	16.39	JUAN DE LA TORRE	27.72	3.62	46.00	28.58	28.38	28.31	53.85
LA TOMILLA A	38.01	64.15	32.29	58.52	10.32	14.25	15.61	SAN PABLO	7.76	49.88	58.00	13.74	13.81	7.53	9.69
GIRASOLES A	76.62	25.38	35.87	15.76	17.27	66.08	12.42	MARINA	30.03	46.32	14.00	24.38	20.76	26.76	16.36
BELLO HORIZONTE A	20.70	17.85	33.89	30.50	11.96	15.32	17.74	PTE GRAU	13.04	14.10	8.00	11.90	12.94	10.19	64.44
HOSPITAL DE	43.76	43.04	32.57	37.57	22.05	35.88	55.81	MISTIB	22.78	16.42	0.00	19.07	65.54	7.50	28.43
MAYTA CAPAC A	6.46	14.90	18.70	20.51	10.87	26.68	17.12	COMISARIA B	14.07	38.99	4.00	11.92	20.92	6.99	26.31
MELGAR A	25.74	10.98	7.26	6.27	27.46	12.06	15.83	SAGA B	0.00	5.24	26.00	17.03	13.31	92.81	71.88
GUINDOS A	56.69	45.18	26.18	25.44	20.58	9.25	9.04	CRUCE CAYMA B	10.91	86.26	36.00	20.01	13.10	35.43	35.06
CRUCE CAYMA A	67.41	79.56	62.59	61.26	47.31	46.47	15.81	GUINDOS B	16.37	18.22	32.39	30.69	53.92	34.29	3.76
SAGA A	46.93	15.41	77.67	70.64	60.08	111.43	9.41	MELGAR B	59.22	13.23	32.00	43.03	50.67	5.86	29.07
COMISARIA A	18.27	12.66	9.54	46.19	78.27	19.31	20.57	MAYTA CAPAC B	37.15	29.33	14.00	45.38	15.93	18.41	15.34
RECOLETA A	39.70	40.51	6.48	66.15	52.70	52.74	0.00	HOSPITAL POLICIA	33.47	14.52	16.00	15.75	28.12	102.52	9.58
AV. LA MARINA A	41.34	15.10	12.77	18.59	52.25	71.53	49.54	BELLO HORIZONTE	56.64	24.33	248.00	13.38	3.73	11.27	5.79
PUENTE GRAU A	20.03	8.08	66.45	37.30	117.91	83.71	12.08	GIRASOLES B	6.25	15.57	12.00	17.46	21.21	17.91	10.56
CALLE MORAL A	59.86	23.44	45.68	13.60	29.76	63.08	49.56	LA TOMILLA B	49.48	37.52	12.00	5.80	13.59	14.21	14.67
SAN AGUSTIN A	0.00	26.58	65.88	2.79	22.59	33.40	34.96	ESTADIO B	9.02	79.42	8.00	61.94	59.60	11.23	11.77
CONSUELO A	11.16	18.81	22.87	8.76	13.26	32.97	48.92	MERCADO DEL							
LA MERCED A	8.19	20.62	63.01	17.21	0.00	50.23	15.00	PUEBLO B	17.93	48.82	130.00	35.55	31.27	19.35	38.56
LA BARRACA A	22.68	12.02	81.90	20.13	19.36	41.28	53.53	ISPA B	14.34	74.98	30.00	78.31	107.41	60.69	12.73
GARCIA CARBAJAL	26.01	16.08	24.99	25.94	29.54	140.03	23.38	PLAZA TOMILLA B	33.45	19.26	38.00	39.40	5.32	12.85	5.36
ESTADIO MELGAR A	13.11	48.13	24.35	0.00	85.56	25.74	6.64	20 DE ABRIL B	85.20	49.60	48.00	0.00	7.11	14.38	14.47
VENEZUELA A	23.16	6.18	19.29	6.21	49.30	66.07	27.81	PLAZA BOLOGNESI	4.03	6.82	194.00	4.46	42.92	36.54	7.12
INICIO	48.34	53.06	51.47	40.66	52.98	19.84	45.81	MERCADO 24 DE							
LOS INCAS A	69.73	44.63	48.93	66.92	35.87	54.21	48.86	JUNIO B	14.21	14.91	10.00	13.50	13.55	33.18	16.95
ZEGARRA BALLON A	16.36	62.87	63.15	12.71	64.75	25.27	34.51	COLISEO B	107.31	27.37	22.00	98.93	45.16	54.60	5.19
OVALO TERMINAL A	25.32	54.52	63.53	20.60	18.06	29.62	34.38	ESTADIO	12.39	44.79	46.00	9.51	39.52	35.19	57.23
ERNESTO GOUNTER	56.31	65.20	18.45	11.20	55.96	15.42	24.40	CALLE UNION B	21.31	12.30	10.00	15.15	35.73	31.18	13.32
								SAN MARTIN B	15.64	27.03	28.00	66.11	0.00	8.90	13.99
								CHAPI B	12.46	15.09	12.00	37.69	76.99	18.08	29.38
								SAN MIGUEL B	2.38	27.58	18.47	14.17	14.38	14.37	14.65
								SOL DE ORO B	11.08	35.96	10.00	21.65	7.88	4.94	2.75

100		A-B							
Fecha	17/11/2025	H.Inicio	H.Final	Tiempo de viaje	T.V (min)	Frecuencia	Frecuencia (min)	Distancia (km)	
Cantidad de Viajes									
1	04:59	05:36	00:37:00	37.00			0.00	15.51	
2	05:05	05:41	00:36:00	36.00	00:06:00		6.00	15.51	
3	05:09	05:44	00:35:00	35.00	00:04:00		4.00	15.51	
4	05:15	05:51	00:36:00	36.00	00:06:00		6.00	15.51	
5	05:20	05:54	00:34:00	34.00	00:05:00		5.00	15.51	
6	05:24	06:01	00:37:00	37.00	00:04:00		4.00	15.51	
7	05:30	06:07	00:37:00	37.00	00:06:00		6.00	15.51	
8	05:35	06:11	00:36:00	36.00	00:05:00		5.00	15.51	
9	05:40	06:19	00:39:00	39.00	00:05:00		5.00	15.51	
10	05:45	06:26	00:41:00	41.00	00:05:00		5.00	15.51	
11	05:50	06:31	00:41:00	41.00	00:05:00		5.00	15.51	
12	05:55	06:37	00:42:00	42.00	00:05:00		5.00	15.51	
13	06:00	06:44	00:44:00	44.00	00:05:00		5.00	15.51	
14	06:05	06:49	00:44:00	44.00	00:05:00		5.00	15.51	
15	06:10	06:52	00:42:00	42.00	00:05:00		5.00	15.51	
16	06:15	07:01	00:46:00	46.00	00:05:00		5.00	15.51	
17	06:20	07:11	00:51:00	51.00	00:05:00		5.00	15.51	
18	06:25	07:17	00:52:00	52.00	00:05:00		5.00	15.51	
19	06:30	07:24	00:54:00	54.00	00:05:00		5.00	15.51	
20	06:35	07:31	00:56:00	56.00	00:05:00		5.00	15.51	
21	06:40	07:35	00:55:00	55.00	00:05:00		5.00	15.51	
22	06:44	07:40	00:56:00	56.00	00:04:00		4.00	15.51	
23	06:49	07:46	00:57:00	57.00	00:05:00		5.00	15.51	
24	06:54	07:55	01:01:00	61.00	00:05:00		5.00	15.51	
25	06:59	08:01	01:02:00	62.00	00:05:00		5.00	15.51	
26	07:04	08:08	01:04:00	64.00	00:05:00		5.00	15.51	
27	07:09	08:17	01:08:00	68.00	00:05:00		5.00	15.51	
28	07:14	08:23	01:09:00	69.00	00:05:00		5.00	15.51	
29	07:19	08:26	01:07:00	67.00	00:05:00		5.00	15.51	
30	07:24	08:28	01:04:00	64.00	00:05:00		5.00	15.51	
31	07:28	08:37	01:09:00	69.00	00:04:00		4.00	15.51	
32	07:32	08:41	01:09:00	69.00	00:04:00		4.00	15.51	
33	07:36	08:43	01:07:00	67.00	00:04:00		4.00	15.51	
34	07:40	08:45	01:05:00	65.00	00:04:00		4.00	15.51	
35	07:48	08:50	01:02:00	62.00	00:08:00		8.00	15.51	
36	07:53	08:53	01:00:00	60.00	00:05:00		5.00	15.51	
37	07:58	09:03	01:05:00	65.00	00:05:00		5.00	15.51	
38	08:03	09:06	01:03:00	63.00	00:05:00		5.00	15.51	
39	08:08	09:11	01:03:00	63.00	00:05:00		5.00	15.51	
40	08:13	09:18	01:05:00	65.00	00:05:00		5.00	15.51	
41	08:18	09:26	01:08:00	68.00	00:05:00		5.00	15.51	
42	08:23	09:35	01:12:00	72.00	00:05:00		5.00	15.51	
43	08:28	09:40	01:12:00	72.00	00:05:00		5.00	15.51	
44	08:33	09:44	01:11:00	71.00	00:05:00		5.00	15.51	
45	08:38	09:48	01:10:00	70.00	00:05:00		5.00	15.51	
46	08:43	09:52	01:09:00	69.00	00:05:00		5.00	15.51	
47	08:49	09:56	01:07:00	67.00	00:06:00		6.00	15.51	
48	08:55	10:01	01:06:00	66.00	00:06:00		6.00	15.51	
49	09:00	10:04	01:04:00	64.00	00:05:00		5.00	15.51	
50	09:05	10:06	01:01:00	61.00	00:05:00		5.00	15.51	
51	09:10	10:11	01:01:00	61.00	00:05:00		5.00	15.51	
52	09:15	10:18	01:03:00	63.00	00:05:00		5.00	15.51	
53	09:20	10:20	01:00:00	60.00	00:05:00		5.00	15.51	
54	09:25	10:28	01:03:00	63.00	00:05:00		5.00	15.51	

100				B-A				
Fecha	17/11/2025							
Cantidad de Viajes	H.Inicio	H.Final	Tiempo de viaje	T.V (min)	Frecuencia	Frecuencia (min)	Distancia (km)	
1	05:37	06:09	00:32:00	32.00			0.00	12.57
2	05:43	06:14	00:31:00	31.00	00:06:00		6.00	12.57
3	05:45	06:19	00:34:00	34.00	00:02:00		2.00	12.57
4	05:52	06:23	00:31:00	31.00	00:07:00		7.00	12.57
5	05:55	06:34	00:39:00	39.00	00:03:00		3.00	12.57
6	06:02	06:42	00:40:00	40.00	00:07:00		7.00	12.57
7	06:08	06:47	00:39:00	39.00	00:06:00		6.00	12.57
8	06:12	06:57	00:45:00	45.00	00:04:00		4.00	12.57
9	06:20	06:58	00:38:00	38.00	00:08:00		8.00	12.57
10	06:28	07:12	00:44:00	44.00	00:08:00		8.00	12.57
11	06:32	07:11	00:39:00	39.00	00:04:00		4.00	12.57
12	06:39	07:18	00:39:00	39.00	00:07:00		7.00	12.57
13	06:46	07:34	00:48:00	48.00	00:07:00		7.00	12.57
14	06:51	07:36	00:45:00	45.00	00:05:00		5.00	12.57
15	06:53	07:44	00:51:00	51.00	00:02:00		2.00	12.57
16	07:02	07:53	00:51:00	51.00	00:09:00		9.00	12.57
17	07:12	08:06	00:54:00	54.00	00:10:00		10.00	12.57
18	07:18	08:18	01:00:00	60.00	00:06:00		6.00	12.57
19	07:26	08:24	00:58:00	58.00	00:08:00		8.00	12.57
20	07:33	08:31	00:58:00	58.00	00:07:00		7.00	12.57
21	07:37	08:30	00:53:00	53.00	00:04:00		4.00	12.57
22	07:42	08:35	00:53:00	53.00	00:05:00		5.00	12.57
23	07:48	08:41	00:53:00	53.00	00:06:00		6.00	12.57
24	07:56	08:46	00:50:00	50.00	00:08:00		8.00	12.57
25	08:03	08:55	00:52:00	52.00	00:07:00		7.00	12.57
26	08:10	09:05	00:55:00	55.00	00:07:00		7.00	12.57
27	08:18	09:11	00:53:00	53.00	00:08:00		8.00	12.57
28	08:25	09:16	00:51:00	51.00	00:07:00		7.00	12.57
29	08:27	09:18	00:51:00	51.00	00:02:00		2.00	12.57
30	08:30	09:26	00:56:00	56.00	00:03:00		3.00	12.57
31	08:39	09:29	00:50:00	50.00	00:09:00		9.00	12.57
32	08:42	09:30	00:48:00	48.00	00:03:00		3.00	12.57
33	08:44	09:35	00:51:00	51.00	00:02:00		2.00	12.57
34	08:46	09:38	00:52:00	52.00	00:02:00		2.00	12.57
35	08:52	09:43	00:51:00	51.00	00:06:00		6.00	12.57
36	08:54	09:45	00:51:00	51.00	00:02:00		2.00	12.57
37	09:05	09:49	00:44:00	44.00	00:11:00		11.00	12.57
38	09:07	09:57	00:50:00	50.00	00:02:00		2.00	12.57
39	09:12	09:54	00:42:00	42.00	00:05:00		5.00	12.57
40	09:20	10:11	00:51:00	51.00	00:08:00		8.00	12.57
41	09:28	10:17	00:49:00	49.00	00:08:00		8.00	12.57
42	09:41	10:34	00:53:00	53.00	00:13:00		13.00	12.57
43	09:46	10:44	00:58:00	58.00	00:05:00		5.00	12.57
44	09:49	10:52	01:03:00	63.00	00:03:00		3.00	12.57
45	09:54	10:56	01:02:00	62.00	00:05:00		5.00	12.57
46	09:58	10:59	01:01:00	61.00	00:04:00		4.00	12.57
47	10:03	11:04	01:01:00	61.00	00:05:00		5.00	12.57
48	10:06	11:04	00:58:00	58.00	00:03:00		3.00	12.57
49	10:08	11:08	01:00:00	60.00	00:02:00		2.00	12.57
50	10:13	11:11	00:58:00	58.00	00:05:00		5.00	12.57
51	10:19	11:14	00:55:00	55.00	00:06:00		6.00	12.57
52	10:21	11:17	00:56:00	56.00	00:02:00		2.00	12.57
53	10:30	11:22	00:52:00	52.00	00:09:00		9.00	12.57
54	10:36	11:28	00:52:00	52.00	00:06:00		6.00	12.57