

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE  
PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEP A INDUSTRIAL EN  
CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010”**

**PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. LUNA RONCAL, MILAGROS TATIANA**

**ASESOR:**

**MCS. ING. MARÍA SALOMÉ DE LA TORRE RAMÍREZ**

**Cajamarca- Perú**

**2026**

## **CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

### **- FACULTAD DE INGENIERÍA -**

1. Investigador: LUNA RONCAL MILAGROS TATIANA
2. DNI: 74634425

**Escuela Profesional: Ingeniería Civil**

3. Asesor: MCs. María Salomé De la torre Ramírez  
**Facultad: Ingeniería**

4. Grado académico o título profesional

☐ Bachiller      ☒ Título profesional      ☐ Segunda especialidad  
☐ Maestro      ☐ Doctor

5. Tipo de Investigación:

☒ Tesis      ☐ Trabajo de investigación      ☐ Trabajo de suficiencia profesional  
☐ Trabajo académico

6. Título de Trabajo de Investigación: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEP E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010"

7. Fecha de evaluación: 17 enero 2026

8. Software antiplagio: ☒ TURNITIN      ☐ URKUND (ORIGINAL) (\*)

9. Porcentaje de Informe de Similitud: 17 %

10. Código Documento: oid: 3117: 547034123

11. Resultado de la Evaluación de Similitud:

☒ APROBADO      ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 18 de enero de 2026.



**FIRMA DEL ASESOR**

María Salomé De la torre Ramírez

**DNI: 26731541**



Firmado digitalmente por:  
BAZAN DIAZ Laura Sofia  
FAU 20148258601 soft  
Motivo: En señal de  
conformidad  
Fecha: 18/01/2026 21:03:24-0500

**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI**



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 - Anexo N° 1129-1130



## ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : *EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEP E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010.*

ASESORA : *M.Cs. Ing. María Salomé De la Torre Ramírez.*

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0093-2026-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 22 de enero de 2026, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **veintisiete días del mes de enero de 2026**, siendo las quince horas con treinta minutos (3:30 p.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A – Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : M.Cs. Ing. Sergio Manuel Huamán Sangay.  
Vocal : M. en I. Ing. José Benjamín Torres Tafur.  
Secretario : Ing. William Próspero Quiroz Gonzales.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada *EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEP E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010*; presentado por la Bachiller Ingeniería Civil *MILAGROS TATIANA LUNA RONCAL*, asesorada por la M.Cs. Ing. María Salomé De la Torre Ramírez, para la obtención del Título Profesional.

Los Señores Miembros del Jurado replicaron a la sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y la evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : ..... 07 ..... PTS.  
EVALUACIÓN PÚBLICA : ..... 11 ..... PTS.  
EVALUACIÓN FINAL : ..... 18 ..... PTS. Dieciocho (En letras)

En consecuencia, se la declara APROBADA con el calificativo de Dieciocho (18) acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las 17:30 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

M.Cs. Ing. Sergio Manuel Huamán Sangay.  
Presidente

M. en I. Ing. José Benjamín Torres Tafur.  
Vocal

Ing. William Próspero Quiroz Gonzales.  
Secretario

M.Cs. Ing. María Salomé De la Torre Ramírez.  
Asesor

COPYRIGHT © 2026 by  
**MILAGROS TATIANA LUNA RONCAL**  
Todos los derechos reservados

## AGRADECIMIENTO

A Dios, quién constituye una fuente de sabiduría y fortaleza en mi vida, e hizo posible la culminación satisfactoria de este proyecto académico

A mi madre, mi mayor guía e inspiración, aunque ya no esté físicamente su ejemplo de dedicación y esfuerzo permanecen vivos en cada uno de mis logros.

A mi padre, mi fortaleza y faro, quien siempre creyó en mí y me motivó a la superación constante. Su disciplina y los conocimientos transmitidos han sido las herramientas más valiosas en mi formación; le agradezco de todo corazón.

Mi reconocimiento más sincero a la Mcs. Ing. María Salomé De La Torre Ramírez, por su orientación y apoyo en el desarrollo de esta investigación. Su guía fue fundamental para fortalecer mi formación profesional como Ingeniero Civil.

Agradezco a la Universidad Nacional de Cajamarca, en especial a la Facultad de Ingeniería Civil, por brindarme los conocimientos y recursos para la realización de esta tesis.

Finalmente, expreso mi gratitud a mi familia, amigos y compañeros de estudio, por sus palabras de aliento, comprensión y apoyo incondicional a lo largo de este proceso. Cada uno de ellos ha sido parte esencial de este logro.

## **DEDICATORIA**

A mi madre, mi ángel en el cielo, por ser la luz y guía en mi formación, mi mentora de valores y conocimientos, tu amor sigue presente en cada logro. A mi padre, mi mayor ejemplo y apoyo, por enseñarme que la educación es la llave del futuro. Este logro es un tributo a la dedicación de ambos y al legado de amor que han construido en mí.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE GENERAL .....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.3.    HIPÓTESIS.....	3
1.4.    DEFINICIÓN DE VARIABLES .....	3
1.5.    JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
1.6.    ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.7.    LIMITACIONES .....	7
1.8.    OBJETIVOS.....	7
1.9.    DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS DE CAPÍTULOS .....	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	9
2.2. BASES TEÓRICAS .....	13
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	35

<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
3.1. <b>UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>37</b>
3.2. <b>PERIODO DE ESTUDIO .....</b>	<b>39</b>
3.3. <b>INSTRUMENTOS, MATERIALES Y EQUIPOS.....</b>	<b>40</b>
3.4. <b>METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>40</b>
3.5. <b>PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>41</b>
3.6. <b>TRATAMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>73</b>
4.1. <b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS .....</b>	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>76</b>
5.1. <b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>76</b>
5.2. <b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXOS:.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO 1: AFORO SEMANAL Y GRADO DE SATURACIÓN AGUA ARRIBA SEGÚN VEHÍCULO PATRÓN .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO 2: MEDIDA DE SECCIÓN TRANSVERSAL QUE SE USA COMO ESTACIONAMIENTO .....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO 3: RETRASO POR OTROS FACTORES .....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO 4: OBTENCIÓN DE UVE PARA MOTOTAXI Y BICICLETA .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO 5: PORCENTAJE DE PELOTÓN QUE LLEGAN DURANTE EL VERDE EN LA INTERSECCIÓN AGUAS ARRIBA .....</b>	<b>106</b>



<b>ANEXO 6: PANEL FOTOGRÁFICO .....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO 7: DATOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....</b>	<b>114</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>121</b>
<b>APÉNDICES 1: FORMATO UTILIZADO PARA EL AFORO.....</b>	<b>121</b>
<b>APÉNDICES 2: AFORO DIARIO REALIZADO.....</b>	<b>122</b>
<b>APÉNDICE 3: PLANOS .....</b>	<b>136</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.....	4
Tabla 2. Matriz de consistencia .....	5
Tabla 3. Nivel de servicio en modo automóvil para segmentos de calles urbanas.....	18
Tabla 4. Entradas para segmentos de calles urbanas .....	19
Tabla 5. Retraso debido al giro de vehículos hacia la derecha e izquierda .....	23
Tabla 6. Relación de Pelotón .....	30
Tabla 7. Unidades Vehiculares Equivalentes.....	34
Tabla 8. Longitud del segmento estudiado de la Av. San Martín de Porres.....	46
Tabla 9. Ancho de intersección aguas arriba .....	46
Tabla 10. Longitud ajustada del segmento .....	46
Tabla 11. Longitud de mediana restrictiva .....	46
Tabla 12. Proporción del segmento con mediana restrictiva .....	47
Tabla 13. Longitud de bordillo a la derecha del subsegmento .....	47
Tabla 14. Proporción del segmento con bordillo a la derecha.....	47
Tabla 15. Número de puntos de acceso del lado derecho .....	47
Tabla 16. Aforo semanal de bicicletas .....	48
Tabla 17. Aforo semanal de motos lineales .....	48
Tabla 18. Aforo semanal de mototaxis .....	49
Tabla 19. Aforo semanal de autos.....	49
Tabla 20. Aforo semanal de camionetas .....	49
Tabla 21. Aforo semanal de combis .....	50
Tabla 22. Aforo semanal de microbuses.....	50
Tabla 23. Aforo semanal de camiones .....	50
Tabla 24. Volumen vehicular semanal por tipo de vehículo .....	51

Tabla 25. Conversión a vehículo patrón .....	52
Tabla 26. Hora de máxima demanda por dirección .....	53
Tabla 27. Número de carriles de cada dirección .....	53
Tabla 28. Retraso total por puntos de acceso por dirección .....	54
Tabla 29. Velocidad límite por dirección .....	54
Tabla 30. Velocidad constante por dirección.....	55
Tabla 31. Densidad de puntos de acceso por dirección .....	55
Tabla 32. Factor de ajuste para la sección transversal por dirección.....	55
Tabla 33. Factor de ajuste por puntos de acceso por dirección .....	56
Tabla 34. Longitud del segmento que se utiliza como estacionamiento.....	56
Tabla 35. Proporción del segmento con estacionamiento en la vía por dirección .....	56
Tabla 36. Fator de ajuste por estacionamiento por dirección .....	57
Tabla 37. Velocidad base de flujo libre .....	57
Tabla 38. Factor de ajuste de longitud por subsegmento.....	57
Tabla 39. Velocidad de flujo libre por dirección .....	58
Tabla 40. Factor de ajuste de proximidad por dirección.....	58
Tabla 41. Retraso debido a otras fuentes por dirección .....	58
Tabla 42. Tiempo de ejecución por dirección.....	59
Tabla 43. Ciclo semafórico por dirección.....	59
Tabla 44. Relación verde/ciclo/longitud efectiva por dirección .....	59
Tabla 45. Pelotón de llegada en la intersección Av. Héroes del Cenepa.....	60
Tabla 46. Ratio pelotón por dirección.....	60
Tabla 47. Proporción de llegada durante el tiempo verde por dirección .....	60
Tabla 48. Velocidad de flujo de saturación de carriles por dirección.....	61
Tabla 49. Capacidad por dirección .....	61

Tabla 50. Relación volumen – capacidad por dirección .....	61
Tabla 51. Factor de ajuste suplementario para pelotones durante el verde por dirección .....	62
Tabla 52. Factor de ajuste de progresión por dirección .....	62
Tabla 53. Deforme uniforme por dirección .....	62
Tabla 54. Grado de saturación ponderado aguas arriba .....	63
Tabla 55. Factor de ajuste de filtrado aguas arriba por dirección .....	63
Tabla 56. Demora incremental por dirección .....	63
Tabla 57. Demora por control por dirección.....	63
Tabla 58. Tiempo de viaje por dirección en régimen libre .....	64
Tabla 59. Velocidad de viaje por dirección en régimen libre .....	64
Tabla 60. Nivel de servicio para la dirección I .....	65
Tabla 61. Nivel de servicio para la dirección II.....	65
Tabla 62. Nivel de servicio por dirección .....	65
Tabla 63. Número de carriles de cada dirección en régimen libre.....	66
Tabla 64. Factor de ajuste por puntos de acceso por dirección en régimen libre .....	66
Tabla 65. Longitud del segmento que se utiliza como estacionamiento.....	66
Tabla 66. Proporción del segmento con estacionamiento en la vía por dirección .....	66
Tabla 67. Velocidad de ajuste para estacionamiento por dirección.....	67
Tabla 68. Velocidad base de flujo libre en régimen libre .....	67
Tabla 69. Factor de ajuste de longitud por dirección en régimen libre.....	67
Tabla 70. Velocidad de flujo libre por dirección en régimen libre .....	68
Tabla 71. Factor de ajuste de proximidad por dirección en régimen libre .....	68
Tabla 72. Retraso debido a otras fuentes por subsegmento en régimen libre.....	68
Tabla 73. Tiempo de ejecución por dirección en régimen libre .....	69
Tabla 74. Capacidad por dirección en régimen libre .....	69

Tabla 75. Relación volumen - capacidad por dirección en régimen libre .....	69
Tabla 76. Demora uniforme por dirección en régimen libre .....	70
Tabla 77. Demora incremental por dirección en régimen libre .....	70
Tabla 78. Demora por control por dirección en régimen libre .....	70
Tabla 79. Tiempo de viaje por dirección en régimen libre .....	71
Tabla 80. Velocidad de viaje por dirección en régimen libre .....	71
Tabla 81. Nivel de servicio para la dirección I en régimen libre .....	72
Tabla 82. Nivel de servicio para la dirección II en régimen libre.....	72
Tabla 83. Nivel de servicio por dirección en régimen libre.....	72
Tabla 84. Nivel de servicio en Condiciones normales y régimen libre .....	74
Tabla 85. Reducción de la capacidad vial por dirección .....	75
Tabla 86. Aforo vehicular y grado de saturación Lunes 18/11/24 - Dirección I .....	83
Tabla 87. Aforo vehicular y grado de saturación Lunes 18/11/24 - Dirección II.....	84
Tabla 88. Aforo vehicular y grado de saturación Martes 19/10/24 - Dirección I.....	85
Tabla 89. Aforo vehicular y grado de saturación Martes 19/10/24 - Dirección II.....	87
Tabla 90. Aforo vehicular y grado de saturación Miércoles 20/10/24 - Dirección I.....	88
Tabla 91. Aforo vehicular y grado de saturación Miércoles 20/10/24 - Dirección II.....	89
Tabla 92. Aforo vehicular y grado de saturación Jueves 21/10/24 - Dirección I .....	90
Tabla 93. Aforo vehicular y grado de saturación Jueves 21/10/24 - Dirección II.....	92
Tabla 94. Aforo vehicular y grado de saturación Viernes 22/10/24 - Dirección I.....	93
Tabla 95. Aforo vehicular y grado de saturación Viernes 22/10/24 - Dirección II .....	94
Tabla 96. Aforo vehicular y grado de saturación Sábado 23/10/24 - Dirección I .....	95
Tabla 97. Aforo vehicular y grado de saturación Sábado 23/10/24 - Dirección II.....	97
Tabla 98. Aforo vehicular y grado de saturación Domingo 24/10/24 - Dirección I.....	98
Tabla 99. Aforo vehicular y grado de saturación Domingo 24/10/24 - Dirección II.....	99

Tabla 100. Grado de saturación ponderado aguas arriba dirección I.....	101
Tabla 101. Grado de saturación ponderado aguas arriba dirección II .....	101
Tabla 102. Retraso por otros motivos de la dirección I .....	101
Tabla 103. Retraso por otros motivos de la dirección II.....	103
Tabla 104. Resumen de medidas geométricas de un auto .....	104
Tabla 105. Medidas Geométricas de una mototaxi.....	105
Tabla 106. Medidas Geométricas de una bicicleta .....	105
Tabla 107. Porcentaje de pelotón que llegan durante el verde en la intersección aguas arriba en la dirección II .....	106

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Número de horas perdidas por año en el tránsito vehicular de algunas ciudades de América Latina en 2023 .....	1
Figura 2. Elementos de segmento de calle urbana .....	19
Figura 3. Mapa político del Perú.....	37
Figura 4. Mapa departamental de Cajamarca .....	38
Figura 5. Mapa distrital y provincial de Cajamarca.....	38
Figura 6. Ubicación del tramo de estudio, Av. San Martín de Porres de la ciudad de Cajamarca. ....	39
Figura 7. Ficha de aforos vehiculares .....	41
Figura 8. Flujograma del proceso .....	42
Figura 9. Instalación y configuración de la estación total. ....	43
Figura 10. Visualización del prisma con estación total .....	44
Figura 11. Volumen horario de máxima demanda de la dirección I, ida (NO-SE) .....	52
Figura 12. Volumen horario de máxima demanda de la dirección II, vuelta (SE-NO) .....	53
Figura 13. Sentidos de flujo vehicular en la intersección semaforizada de las Av Héroes del Cenepa y San Martín.....	106
Figura 14. Estacionamiento y altura de instrumento en la Av. San Martín .....	107
Figura 15. Visualización del prisma como parte del levantamiento topográfico en la Av. San Martín.....	107
Figura 16. Verificación de punto topográfico a tomar en la Av. San Martín .....	108
Figura 17. Ubicación del prisma en el punto de inicio de la berma central.....	108
Figura 18. Registro del flujo vehicular en la dirección de viaje II de la Av. San Martín .....	109
Figura 19. Condiciones del flujo vehicular en la dirección de viaje I de la Av. San Martín.....	109

Figura 20. Condiciones del flujo vehicular en la dirección de viaje II de la Av. San Martín	110
Figura 21. Ejecución del levantamiento topográfico bajo la supervisión de mi asesora de tesis	110
Figura 22. Registro del flujo vehicular en la dirección de viaje I de la Av. San Martín	111
Figura 23. Deterioro del pavimento rígido en la dirección II de la Av. San Martín	111
Figura 24. Presencia de baches en la dirección I de la zona de estudio	112
Figura 25. Fisuras en el pavimento rígido	112
Figura 26. Grietas longitudinales en la vereda de la zona de estudio	113
Figura 27. Semáforo de control en la dirección I de la Av. San Martín	113



## RESUMEN

El incremento progresivo del parque automotor ha generado problemas de tránsito en diversas zonas urbanas de la ciudad de Cajamarca. En particular, la avenida San Martín de Porres, en el tramo comprendido entre las avenidas Héroes del Cenepa e Industrial, presenta congestión vehicular y un bajo nivel de servicio. Ante esta problemática, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el nivel de servicio de dicho tramo vial mediante la aplicación de la metodología del Manual de Capacidad Vial (HCM 2016). El estudio se desarrolló con un enfoque cuantitativo, aplicado; mediante aforos vehiculares, mediciones de velocidad de recorrido y levantamientos geométricos realizados en campo. Se realizó un aforo diario, durante una semana (7 días), en el horario de 7:00 a. m. a 8:00 p. m. Los resultados permitieron identificar que el mayor volumen vehicular para la dirección de viaje I fue el miércoles 20 de noviembre de 2024, mientras que para la dirección II fue el lunes 18 de noviembre de 2024. Asimismo, se identificaron puntos críticos donde la congestión aumenta debido al uso de carriles como estacionamiento y presencia de interferencias operacionales.

Finalmente, aplicando la metodología HCM 2016 se obtuvo la capacidad vial para la dirección de viaje I, de 551.20 veh/h y la dirección de viaje II, de 695.20 veh/h. El análisis de datos evidenció que la vía opera en un nivel de servicio F, lo que indicó un flujo vehicular muy bajo, con congestión en la intersección, altos retrasos y largas colas, especialmente en horas pico, donde la relación entre las velocidades de desplazamiento y la de flujo libre es menor al 30% y la relación volumen-capacidad es mayor a 1. Concluyendo que el uso de carriles como estacionamiento, así como las condiciones geométricas y operacionales actuales no permitieron un tránsito eficiente.

**Palabras clave:** nivel de servicio, capacidad vial, características geométricas, congestión vehicular, HCM 2016.

## ABSTRACT

The progressive increase in the number of vehicles has generated traffic problems in various urban areas of the city of Cajamarca. In particular, San Martín de Porres Avenue, in the section between Héroes del Cenepa and Industrial Avenues, experiences traffic congestion and a low level of service. Given this problem, the present study aimed to evaluate the level of service of this road segment by applying the methodology of the Road Capacity Manual (HCM 2016). The study was conducted using a quantitative, applied approach, through traffic counts, travel speed measurements, and geometric surveys carried out in the field. A daily traffic count was conducted for one week (7 days), from 7:00 a.m. to 8:00 p.m. The results showed that the highest traffic volume for direction I occurred on Wednesday, November 20, 2024, while for direction II it occurred on Monday, November 18, 2024. Critical points were also identified where congestion increases due to lane use for parking and the presence of operational interference.

Finally, applying the HCM 2016 methodology, the road capacity for direction I was determined to be 551.20 vehicles/hour and for direction II to be 695.20 vehicles/hour. Data analysis showed that the road operates at a level of service F, indicating very low traffic flow, with congestion at the intersection, high delays and long queues, especially during peak hours, where the ratio between travel speeds and free flow speed is less than 30% and the volume-capacity ratio is greater than 1. Concluding that the use of lanes as parking, as well as the current geometric and operational conditions, did not allow for efficient transit.

**Keywords:** level of service, road capacity, geometric characteristics, traffic congestion, HCM 2016.

## CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

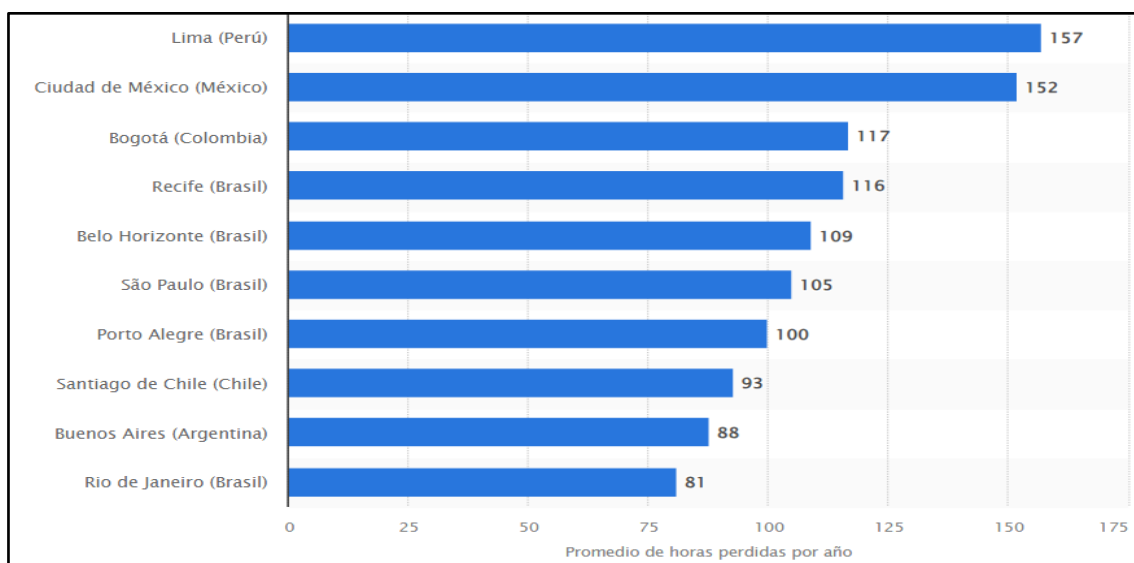
### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El último año (febrero 2023- febrero 2024), el Índice Nacional de Flujo Vehicular registró un aumento del 3.9 % en comparación con el año anterior. Según el informe técnico, este incremento es impulsado principalmente por el movimiento de vehículos ligeros (5,7%) y en baja proporción el de vehículos pesados (1,2%). (INEI, 2024)

Este aumento vehicular ha ocasionado problemas de congestionamiento vehicular, con el índice de horas perdidas al usar estas vías, como se muestra en el gráfico (Figura 1).

#### Figura 1

*Número de horas perdidas por año en el tránsito vehicular de algunas ciudades de América Latina en 2023*



Nota. Gráfico de barras donde indica que Lima presenta la mayor cantidad de horas perdidas por año en el tránsito vehicular en América Latina.

La ciudad de Lima, es una de las ciudades de América latina con el peor tráfico vehicular. En resumen, los limeños perdieron aproximadamente 157 horas al año al ser demorados por embotellamientos u otros contratiempos relacionados con el tránsito en 2023. La segunda en la lista es la Ciudad de México, donde sus ciudadanos pasaron unas 152 horas en atascos vehiculares. (Statista Research Department, 2024)

En este contexto, la zona urbana de Cajamarca también enfrenta problemas crecientes de tránsito vehicular. Por ello, surge la necesidad de realizar estudios e investigaciones para tomar medidas correctivas o decisiones técnicas en cuanto a optimizar el tránsito vehicular en la ciudad.

La Avenida San Martín de Porres, situada en la ciudad de Cajamarca, es una de las principales arterias viales que conecta áreas residenciales y comerciales de alta demanda. Actualmente, dicha vía se encuentra en bajas condiciones de nivel de servicio, debido a que presenta un alto flujo vehicular, especialmente en las horas pico, lo cual perjudica la movilidad y la calidad de vida de los usuarios. También existen otros factores que afectan el desempeño de la vía, como son, el inadecuado estado del pavimento, ya que presenta fisuras, grietas y roturas a lo largo de pavimento rígido; la desigualdad de las secciones transversales causando embotellamientos; los vehículos estacionados en los extremos , que impiden el libre tránsito vehicular; deficiente sistema de semaforización y por último a lo largo de vía de estudio encontramos tiendas de abarrotes, farmacias, restaurantes, hoteles entre otros negocios, causando congestión vehicular por el tiempo de espera en el uso de la vía para fines de la actividad comercial.

Es así que se realizó una investigación empleando la metodología del Manual de Capacidad Vial (HCM 2016) la cual ofrece una herramienta robusta y estandarizada para la evaluación del nivel de servicio de carreteras y vías urbanas. Lo cual nos permitió obtener datos precisos y confiables sobre desempeño actual de la vía, identificar los factores que causan congestión y proponer medidas para mejorar la circulación vehicular, además de proporcionar una base sólida para la toma de decisiones en cuanto a la gestión y mejora del sistema vial en Cajamarca.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El problema de investigación antes mencionado se resume en la siguiente pregunta:

¿Cuál es el nivel de servicio de la avenida San Martín de Porres, entre las avenidas Héroes del Cenepa e Industrial, en la ciudad de Cajamarca, según la metodología del HCM 2016?

## **HIPÓTESIS**

El nivel de servicio de la Av. San Martín de Porres, ubicada entre la Av. Héroes del Cenepa hasta la Av. Industrial, de la ciudad de Cajamarca, corresponde al nivel de servicio D.

## **DEFINICIÓN DE VARIABLES**

### **a) Variables dependientes**

Nivel de servicio

### **b) Variables Independientes**

Características Geométricas

Capacidad vial

c) Operacionalización de variables

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

Título: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEP A INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010"					
Hipótesis	Definición conceptual de las variables/categorías	Definición operacional de las variables			
		Variables/categorías	Dimensiones/ Factores	Indicadores/ cualidades	Fuente o instrumento de recolección de datos
El nivel de servicio de la Av. San Martín de Porres, ubicada entre la Av. Héroes del Cenepa hasta la Av. Industrial, de la ciudad de Cajamarca, corresponde al nivel de servicio D.	Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).	<b>V. Dependiente</b>  Nivel de servicio	- Densidad vehicular - Velocidad promedio -Relación volumen/capacidad -Grado de Congestión	- Veh/km/carril - - km/h - v/c - Niveles A-F	Metodología Highway Capacity Manual 2016
	Conjunto de factores físicos y operacionales de la vía que influyen en su capacidad y desempeño (HCM 2016)	<b>V. Independientes</b>  Características de la vía	- Ancho y número de carriles - Intersecciones y accesos laterales - Presencia de elementos de control -Volumen vehicular promedio horario	- Longitud - Número de carriles - Veh/h	-Medición de la sección transversal de la vía en estudio. - Aforo manual vehicular
	Es la tasa de vehículos que transitan por una sección de vía, en un tiempo determinado. (HCM 2016)	Capacidad Vial	-Flujo de Saturación -Proporción efectiva verde-longitud del ciclo	- Veh/h/ln ("ln" significa por carril) - Relación del tiempo de verde y ciclo semafórico	- Constante según bibliografía -Medición del ciclo semafórico

**Tabla 2**

**Matriz de consistencia**

Título: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEP A INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010"								
Formula ción del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Fuente o instrumento recolección de datos	Metodología	Población y muestra
¿Cuál es el nivel de servicio de la Av. San Martín de Porres, ubicada entre la Av. Héroes del Cenepa hasta Av. Industrial, aplicando la metodología HCM 2016?	<u>Objetivo general</u> - Evaluar el nivel de servicio de la avenida San Martín de Porres, en el tramo comprendido entre las avenidas Héroes del Cenepa e Industrial, en la ciudad de Cajamarca, mediante la aplicación de la metodología del Manual de Capacidad Vial (HCM 2016), con el fin de diagnosticar el desempeño operativo y la eficiencia del flujo vehicular.HCM 2016. <u>Objetivo específico</u> - Determinar las características geométricas de la Av. San Martín de Porres en el tramo en estudio, mediante levantamiento topográfico y análisis técnico de campo - Calcular la capacidad vial y el nivel de servicio del flujo vehicular bajo condiciones de régimen libre, conforme a lo criterios del HCM 2016. - Analizar la reducción de la capacidad vial y nivel de servicio generada por el uso de carriles como estacionamiento y otras interferencias operacionales - Identificar el día y hora de máxima demanda en los puntos más críticos del tramo, con base al aforo obtenido. - Determinar el volumen horario de máxima demanda vehicular, como parámetro para el análisis de la capacidad vial. - Calcular el grado de saturación de la vía en estudio, relacionando el volumen vehicular con la capacidad efectiva. - Identificar los principales problemas de congestión vehicular, asociado al uso inadecuado de carriles y las limitaciones geométricas de la vía	El nivel de servicio de la Av. San Martín de Porres, ubicada entre la Av. Héroes del Cenepa hasta la Av. Industrial, de la ciudad de Cajamarca, corresponde al nivel de servicio D.	<b>Dependiente</b>  Nivel de servicio	- Densidad vehicular - Velocidad promedio -Relación volumen/ capacidad -Grado de Congestión	- Veh/km/ carril  - km/h  - v/c  - Niveles A-F	Metodología Highway Capacity Manual 2016	Investigación cuantitativa, ya que se recogió datos de campo y se procesó en hojas de cálculo para determinar el nivel de servicio en la Av. San Martín de Porres entre los tramos de la Av. Héroes del Cenepa y el Av. Industrial, de la ciudad de Cajamarca	<b>Población:</b> La Av. San Martín de Porres, de la ciudad de Cajamarca  <b>Muestra:</b> Tramo entre la Av. Héroes del Cenepa hasta la Av. Industrial, de la ciudad de Cajamarca
			<b>Independiente</b>  Características de la vía	-Ancho y número de carriles - Pendiente y alineamientos. - Intersecciones y accesos laterales - Presencia de elementos de control - Volumen vehicular prom. horario	- Longitud  - Número de carriles  - Veh/h	Mediciones tomadas en campo		
			<b>Capacidad Vial</b>	-Flujo de Saturación -Proporción efectiva verde-longitud del ciclo	- Veh/h/ln ("ln": por carril) - Relación del tiempo de verde y ciclo semafórico	Mediciones tomadas en campo		

## **JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación tiene como finalidad realizar un estudio de tráfico exhaustivo de la Avenida San Martín, en el tramo comprendido entre las avenidas Héroes del Cenepa e Industrial, una de las principales vías que conecta 2 extremos urbanos de la ciudad de Cajamarca. Su importancia estratégica radica en su función como vía de articulación hacia el Hospital Regional de Cajamarca y accesos a otros distritos, lo cual genera alta demanda vehicular que se traduce en congestión y demora en el tráfico. El estudio se desarrolla con la guía del Manual de Capacidad Vial 2016 (HCM 2016), una herramienta ampliamente reconocida y utilizada para evaluar la capacidad y el nivel de servicio de vías de todo tipo. A través de este análisis, se obtuvieron datos técnicos sobre las características geométricas de la vía, tanto en planta como en sección transversal. Esta información permitió diagnosticar la calidad de servicio actual y proponer medidas de optimización para la movilidad urbana.

Este estudio sirve para determinar el nivel de servicio y la capacidad vehicular de la Av. San Martín de Porres, ubicada entre las Avenidas Héroes del Cenepa e Industrial. La información obtenida es fundamental para una adecuada gestión y mejoramiento de la vía, reordenamiento del tráfico y planificación eficiente de futuras infraestructuras. Con estos resultados, se podrá implementar medidas efectivas para mejorar el tránsito vehicular, reducir congestión y embotellamientos, y prevenir accidentes, lo que beneficiará directamente a los usuarios de la vía y contribuyendo al desarrollo urbano sostenible de Cajamarca.

## **ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se ha realizado en la Avenida San Martín de Porres, en el tramo ubicado entre las Avenidas Héroes del Cenepa e Industrial, empleando el método del Manual de Capacidad Vial (HCM 2016). Los cálculos se realizaron teniendo en cuenta los aforos diarios de 13 horas de duración (7:00 am – 8:00 pm) por 7 días.



## **LIMITACIONES**

No se encontraron limitaciones para la realización de la investigación.

## **OBJETIVOS**

### **1.8.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el nivel de servicio de la avenida San Martín de Porres, en el tramo comprendido entre las avenidas Héroes del Cenepa e Industrial, en la ciudad de Cajamarca, mediante la aplicación de la metodología del Manual de Capacidad Vial (HCM 2016).

### **1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Determinar las características geométricas de la Av. San Martín de Porres en el tramo en estudio, mediante levantamiento topográfico y análisis técnico de campo.
- ✓ Calcular la capacidad vial y el nivel de servicio del flujo vehicular bajo condiciones de régimen libre, conforme a los criterios del HCM 2016.
- ✓ Analizar la reducción de la capacidad vial y nivel de servicio generada por el uso de carriles como estacionamiento y otras interferencias operacionales.
- ✓ Identificar el día y hora de máxima demanda en los puntos más críticos del tramo, con base al aforo obtenido.
- ✓ Determinar el volumen horario de máxima demanda vehicular, como parámetro para el análisis de la capacidad vial.
- ✓ Calcular el grado de saturación de la vía en estudio, relacionando el volumen vehicular con la capacidad efectiva.
- ✓ Identificar los principales problemas de congestión vehicular, asociado al uso inadecuado de carriles y las limitaciones geométricas de la vía.

## **DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS DE CAPÍTULOS**

### **Capítulo I: Introducción**

Este capítulo contiene el planteamiento y formulación del problema de estudio, así como la hipótesis y definición de variables. Además, se describe la justificación de la investigación, alcances de la investigación, limitaciones y objetivos tanto generales como específicos.

### **Capítulo II: Marco Teórico**

Este capítulo describe los antecedentes internacionales, nacionales y locales de la investigación, además encontramos las bases teóricas y definiciones de términos básicos utilizados para la ejecución de la investigación.

### **Capítulo III: Materiales y Métodos**

Este capítulo comprende la ubicación geográfica de la investigación, el periodo de tiempo en el que se realizó el estudio, los materiales y métodos usados; así como también el procedimiento realizado, el tratamiento, análisis, presentación de los datos y resultados.

### **Capítulo IV: Análisis y Discusión de Resultados**

En este capítulo se analiza, evalúa y discute los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos planteados en la investigación. Del mismo modo se contrasta los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de servicio vehicular con la hipótesis planteada.

### **Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones**

Este capítulo final de la investigación presenta las conclusiones finales de acuerdo con los objetivos planteados en la investigación y las propuestas de recomendación para futuras investigaciones, con respecto al tema tratado.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes teóricos**

#### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

**Figueroa (2020, P.60)** en su estudio de tesis realizó el “Análisis del Nivel de Servicio identificando el escenario actual de la calle Sucre del tramo Guayas hasta Ricaurte -Cantón Jipijapa” (Ecuador), debido a los conflictos por congestionamiento vehicular pronunciados en dicha vía. Cuyo objetivo fue realizar el análisis del nivel de servicio identificando el escenario actual en el acceso norte Km1/2 a la altura de la ciudadela Bellavista vía Manta de la ciudad de Jipijapa. Mediante la aplicación de la metodología HCM en la vía de estudio se determinó que el nivel de servicio corresponde al tipo D, con una velocidad media de 23,64 km/h. Concluyendo que la realización del estudio sirvió para proponer mejorar la señalización vial a lo largo de la vía y eliminar parqueaderos en la institución pública y puntos de comercio mejorando el flujo vehicular.

**Chicaiza & Vela (2021, P.303)** en su tesis profesional titulada: “Determinación del nivel de servicio de la Av. Mariscal Sucre, tramo I, comprendido entre la intersección con la Av. Universitaria hasta el redondel del Condado (Av. de la Prensa) y propuestas técnicas para mejorarlo”. La cual tuvo como fin determinar el Nivel de Servicio actual de la vía en estudio utilizando la metodología HCM 2010. Se concluye que el nivel de servicio en el cual está trabajando dicha vía, es en el Nivel “D”, es decir, representa una circulación de densidad elevada, aunque estable, pequeños incrementos en el flujo que generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas. Para finalizar el estudio, se dan posibles soluciones, como la rehabilitación de la señalización horizontal y vertical y reubicación de las paradas de buses.

**Carbajo & Jarrín (2023, P.107)** en su investigación de tesis presentó el “Estudio de tráfico para determinar el nivel de servicio de la infraestructura y cómo afecta a la avenida Quito post apertura de aerovía (Guayaquil)”, cuya problemática se origina por incremento en el tráfico vehicular en Guayaquil como resultado del aumento de habitantes y de la industria automotriz. Por lo que el objetivo principal es identificar el nivel de servicio de la infraestructura vial y recomendar alternativas de reducción en el congestionamiento de la dicha zona. Utilizando la metodología HCM reveló que dicha avenida presenta un nivel de servicio F durante la mayoría de las horas, especialmente en los horarios de la mañana y la tarde-noche. No obstante, se pudo observar una mejora en el nivel de servicio durante los horarios de medio día, alcanzando un nivel D, determinando que la situación de tráfico en la Avenida Quito es deficiente. Por lo que recomendó a las autoridades tomar medidas para mejorar la señalización tanto horizontal como vertical por deterioro notorio de dichas señalizaciones, controlar el estacionamiento indebido y considerar posibles soluciones para reducir el impacto del tráfico y mejorar el nivel de servicio.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

**Moscoso & Zambrano (2020, P.92)** en su tesis profesional elaboró, “Propuesta de mejora del Nivel de Servicio vehicular mediante el uso del carril reversible en Av. José Carlos Mariátegui entre las Av. Magnolias- Av. 1ro de Mayo”, ya que se identificó que el tráfico vehicular es un problema a nivel mundial, donde Lima, Perú ocupa el tercer lugar con más tráfico en el mundo. Donde a través de la metodología HCM 2010 se comprobó que el nivel de servicio mediante el carril reversible en la intersección 1 a reducido del nivel F al nivel E y en la intersección 2 el nivel de servicio a reducido del nivel E al nivel D, es decir que los vehículos que circulan por dicha vía tendrán menor esperas. Concluyendo que el estudio sirvió para mostrar que la implementación de carril reversible en vía urbana demuestra una mejoría en el

nivel de servicio en ambas intersecciones, por lo que mejoro la reducción de las demoras en 30%, tiempo de viaje en 29% y longitud de cola en 53%.

**Dueñas & Vera (2024, P.84)** en su estudio de tesis efectuó el “Análisis de los niveles de servicio de tránsito y capacidad vehicular en las principales intersecciones semaforicas de la provincia de Andahuaylas”, donde la problemática de la calidad de servicio de tránsito y el aforo vehicular en los principales cruces semaforicos es un desafío común en las áreas urbanas debido a varios factores. Es así que el objetivo fue analizar la influencia de la capacidad vehicular en los niveles de servicio de tránsito y en las principales intersecciones semaforicas de la provincia de Andahuaylas. Mediante la metodología HCM 2010 y verificados con el programa de simulación PTV VISSIM, se evidencia que la clasificación para la zona de estudio corresponde a un nivel de servicio F, con valores de grado de saturación notablemente incrementados y demoras significativas, lo que indica que las infraestructuras actuales no serán suficientes para manejar el volumen de tráfico futuro. Dicho estudio sirvió para realizar propuestas de mejoramiento del tráfico vehicular tales como optimización del ciclo semaforico, ampliación de carriles y creación de carriles exclusivos para transporte público e implementar un plan regulador de rutas.

**Condori & Zuñiga (2021. P.97)** en su investigación de tesis: “Análisis comparativo del método HCM 2010 y el MTC 2018 del flujo vehicular, intersección Av. Leguía y Panamericana Norte. Chiclayo-2022”, explicó que, en dicha zona existe un caos vehicular diario, originado por la gran cantidad de vehículos, las características y condiciones viales, etc; por ello surgió la necesidad de evaluar el nivel de servicio con el HCM 2010 y MTC-2018, haciendo una similitud de resultados. Para el cual planteó como objetivo realizar el análisis comparativo HCM 2010 y MTC 2018 del flujo vehicular en la vía de estudio. Finalmente se obtuvo longitudes del carril de aceleración 1 fue 190 m, el carril de aceleración fue 70 m, carril de aceleración 3 fue 290 m y el carril de aceleración 4 fue 320 m, es por ello que se obtuvo un

nivel de servicio “F” en todos los accesos de la vía; mientras que, con el MTC (2018) se obtuvo que la longitud del carril de aceleración 1 fue 190 m, el carril de aceleración 2 fue 110 m, el carril de aceleración 3 fue de 330 m y el carril de aceleración 4 fue de 320 m; lo cual determinó un nivel de servicio promedio “F” en todos los accesos. A partir de este estudio se concluyó que en ambas metodologías existen diferencias al obtener las longitudes de los carriles de aceleración, mientras que al hallar el nivel de servicio con ambas metodologías se obtuvieron similares resultados.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

**Flores (2024, P.116)** en su investigación titulada: “Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y en nivel de servicio aplicando la metodología HCM 2010 y simulación con el software Synchro Plus 11.1 en la intersección semaforizada en la Av. San Martín de Porres y Av. Héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca” señaló que la ciudad de Cajamarca no cuenta con una red vial, ni con un plan integral de tránsito que este a la medida de la demanda vehicular actual. Por ello la finalidad de este estudio fue el análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio en la intersección semaforizada en la av. San Martín de Porres y av. Héroes del Cenepa. Dónde a través de la metodología HCM 2010 se determinó que la zona de estudio tiene un nivel de servicio E, con un volumen horario de máxima demanda (VHMD) de 1314 vehículos por hora. De manera que se planteó mejoras estratégicas de tráfico en dicha zona, tal como implementar un dispositivo de control moderno, como un semáforo inteligente.

**Sánchez (2023, P.76)** en su tesis profesional realizó el “Nivel de servicio de la avenida San Martín de Porres, ubicada entre la avenida Argentina y el jirón los Tulipanes -Cajamarca, aplicando la metodología del HCM 2010”, en el cual determinó que el tramo de estudio tiene un nivel de servicio vial no óptimo debido a diversos factores, entre ellos el incremento vehicular, estado del pavimento deficiente, entre otros. Por lo que el objetivo de la investigación fue determinar el nivel de servicio de la Av. San Martín de Porres, ubicada entre

la Av. Argentina y el Jirón los Tulipanes. Concluyendo que el tramo de estudio tiene un nivel de servicio C, tanto para la dirección de viaje I y II. Además, la capacidad vehicular de la dirección de viaje I es de 1148 veh/h y de la dirección de viaje II es de 1324 veh/h; es así que con la información obtenida se pueden plantear mejoras estratégicas de tráfico en dicha zona.

**Cusquisibán (2023, P.120)** en su estudio de tesis: “Nivel de servicio y capacidad vehicular de la av. Vía de Evitamiento Sur, tramo comprendido entre la av. Atahualpa y la av. Andrés Zevallos”, analizó los problemas de congestionamiento vehicular originados por el crecimiento vehicular acelerado, siendo así la finalidad de esta tesis determinar el nivel de servicio y la capacidad vehicular del tramo de la Av. Vía de evitamiento Sur, comprendida entre la Av. Atahualpa y la Av. Andrés Zevallos. En su investigación empleo el método descrito en el HCM 2010 concluyendo que el nivel de servicio del tramo mencionado es variable, el segmento 3 en su dirección de viaje A y el segmento 1 en su dirección de viaje B posee un nivel de servicio F, y los demás posee un nivel de servicio E. De ahí que se recomienda realizar estudios de la influencia del triciclo y maquinaria pesada en el nivel de servicio de las vías.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Ingeniería de tránsito**

Es la fase de la ingeniería del transporte que se ocupa de la planificación, el diseño geométrico y la operación del tráfico en carreteras y autopistas, sus redes, terminales, terrenos adyacentes y sus relaciones con otros modos de transporte. (Rafael Cal et al., 2007)

### **2.2.2. Clasificación de vías urbanas**

El sistema de clasificación planteado es aplicable a todo tipo de vías públicas urbanas terrestres, ya en calles, jirones, avenidas, alamedas, plazas, malecones, paseos destinados al tráfico de vehículos, personas y mercaderías (Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas-2005-VCHI, pag 2/2)

### **A. Vías Expresas**

Establecen la relación entre el sistema interurbano y el sistema vial urbano, sirven principalmente para el tránsito de paso (origen y destino distantes entre sí). Unen zonas de elevada generación de tráfico transportando grandes volúmenes de vehículos, con circulación a alta velocidad (80 y 100 km/h) y bajas condiciones de accesibilidad. Sirven para viajes largos entre grandes áreas de vivienda y concentraciones industriales, comerciales y el área central. El Flujo es ininterrumpido, con presencia mayoritaria de vehículos livianos, cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, ni circulación de peatones.

### **B. Vía Arterial**

Permiten el tránsito vehicular, con media o alta fluidez (velocidad entre 50 y 80 km/h), baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante. Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. El estacionamiento y descargas de mercancías está prohibido. En estas vías deben evitarse interrupciones en el flujo de tráfico. En las intersecciones donde los semáforos están cercanos, deberán ser sincronizados para minimizar las interferencias al flujo directo. Dichas vías son usadas por todo tipo de tránsito vehicular, correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos, las bicicletas están permitidas en ciclovías.

### **C. Vías Colectoras**

Sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es ininterrumpido frecuentemente por intersecciones a



nivel, se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclovías.

#### **D. Vías Locales**

Son aquellas cuya función principal es proveer acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida. Por ellas transitan vehículos livianos, ocasionalmente semipesados; se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto. Las vías locales se conectan entre ellas y con las vías colectoras. Este tipo de vías han recibido el nombre genérico de calles y pasajes.

#### **E. Vías de Diseño Especial**

Son todas aquellas cuyas características no se ajustan a la clasificación establecida anteriormente.

Se puede mencionar, sin carácter restrictivo los siguientes tipos:

- ✓ Vías peatonales de acceso a frentes de lote.
- ✓ Pasajes peatonales.
- ✓ Malecones.
- ✓ Paseos.
- ✓ Vías que forman parte de parques, plazas o plazuelas.
- ✓ Vías en túnel que no se adecuan a la clasificación principal

### **2.2.3. Condiciones de Circulación**

#### **A. Circulación ininterrumpida**

Las autopistas y autovías, así como sus elementos, operan bajo un flujo de circulación continuo. A pesar de las interrupciones constantes en el tráfico, las carreteras de varios carriles y las de dos carriles pueden funcionar sin interrupciones en tramos extensos, siempre que no existan elementos específicos que provoquen una detención, como un semáforo. (Romana et al, 2017, p. 78)

## **B. Circulación interrumpida o discontinua**

Las infraestructuras viales de circulación interrumpida, como las urbanas, generan demoras por elementos permanentes como semáforos o señales de alto. Las vías exclusivas para peatones o ciclistas también son interrumpidas al cruzar con otras vías donde no tienen prioridad de paso. (Romana et al, 2017, p. 79)

### **2.2.4 Capacidad**

La capacidad se define teóricamente a la cantidad máxima de flujo que una carretera o calle puede soportar. Indica la tasa máxima a la que vehículos o individuos pueden transitar razonablemente por un punto de la carretera, en un tiempo determinado, considerando las condiciones actuales de la infraestructura, el tráfico, el entorno, y los controles de tránsito. (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018, p. 397)

La capacidad se describe como el flujo máximo que una carretera puede soportar. Es la tasa más alta a la que vehículos o peatones pueden transitar por un punto determinado de la vía, en un tiempo determinado, tomando en cuenta las condiciones de la infraestructura, el tráfico, el entorno y los controles de tránsito. (Romana et al, 2017, p. 182)

$$c = N_{th} \cdot s \cdot \frac{g}{c} \text{ (Ecuación 1)}$$

donde:

- $c$ : Capacidad para circulación interrumpida (veh/h).
- $N_{th}$ : Número de carriles en el segmento.
- $s$ : Flujo de saturación por carril (veh/h/ln).
- $\frac{g}{c}$ : Proporción efectiva verde-longitud de ciclo.

Sabando (2017), p. 54. “Se puede utilizar un valor “s” por defecto de 1800 vehículos por hora por pista para el flujo de saturación de calles urbanas”.

### **2.2.5 Nivel de Servicio**

El nivel de servicio evalúa la calidad del flujo vehicular basado en la percepción de los conductores y pasajeros, teniendo en cuenta aspectos como velocidad, tiempo de desplazamiento, maniobras y seguridad. (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018, p. 397).

Para definir el nivel de servicio vehicular en un segmento de calle urbana, se emplean dos medidas de desempeño. La primera es la velocidad de desplazamiento de los automóviles, que muestra los elementos que influyen en el tiempo de viaje y la retraso en las intersecciones. La segunda es la relación entre volumen y capacidad en la intersección aguas abajo, que refleja el grado de movilidad del segmento. (HCM 2016, p. 18-6)

El HCM establece 6 niveles de servicio desde la A hasta la F. Los conceptos presentados a continuación son extraídos del HCM 2016 capítulo 18 Segmentos de Calles Urbanas. De esta manera se obtienen los siguientes conceptos

Nivel de servicio (LOS A): La operación de flujo libre se caracteriza por la ausencia de impedimentos que compliquen la maniobra de los vehículos dentro del tráfico. El retraso en los cruces es mínimo, la velocidad de los vehículos supera el 80% de la velocidad base y la relación volumen-capacidad no supera 1. (HCM 2016, p. 18-6)

Nivel de servicio (LOS B): Se detalla una operación con pocos obstáculos, donde la capacidad de maniobra dentro del flujo vehicular está solo levemente restringida y el retraso en las intersecciones es mínimo. La velocidad de desplazamiento se encuentra entre el 67% y el 80% de la velocidad base de flujo libre, y la relación volumen- capacidad no excede 1. (HCM 2016, p. 18-6)

Nivel de servicio (LOS C): El desempeño estable muestra maniobrabilidad limitada, colas largas en intersecciones y velocidades entre el 50% y el 67% de la base, con una relación volumen-capacidad de 1 o inferior. El funcionamiento estable presenta maniobrabilidad limitada, colas largas y velocidades reducidas. (HCM 2016, p. 18-6)

Nivel de servicio (LOS D): Señala una situación menos estable donde ligeros incrementos en el flujo pueden ocasionar aumentos significativos en el retraso y reducción en la velocidad de viaje. Esta operación puede deberse a una progresión adversa de la señal, un gran volumen o una inadecuada sincronización de la señal en la intersección de límites. La velocidad de desplazamiento está entre el 40% y el 50% de la velocidad base de flujo libre y la relación volumen-capacidad no excede 1 (HCM 2016, p. 18-6)

Nivel de servicio (LOS E): El funcionamiento inestable se distingue por retrasos significativos, bajas velocidades (30-40% de la base) y una relación volumen- capacidad de 1 o menor. El funcionamiento inestable conlleva grandes retrasos, velocidades bajas y relación volumen-capacidad de 1 o menor. (HCM 2016, p. 18-6)

Nivel de servicio (LOS F): Se distingue por un flujo muy bajo, con congestión en la intersección, altos retrasos y largas colas. La velocidad es del 30% o menos en comparación con la velocidad base, y la relación volumen-capacidad es mayor a 1. El flujo extremadamente bajo indica congestión, bajos niveles de velocidad y una relación volumen-capacidad superior a 1. (HCM 2016, p. 18-6)

**Tabla 3**

*Nivel de servicio en modo automóvil para segmentos de calles urbanas*

LOS	Umbral de velocidad de desplazamiento por velocidad de flujo libre base(mi/h)							Ratio Volumen-Capacidad
	55	50	45	40	35	30	25	
<b>A</b>	>44	>40	>36	>32	>28	>24	>20	≤1.0
<b>B</b>	>37	>34	>30	>27	>23	>20	>17	
<b>C</b>	>28	>25	>23	>20	>18	>15	>13	
<b>D</b>	>22	>20	>18	>16	>14	>12	>10	
<b>E</b>	>17	>15	>14	>12	>11	>9	>8	
<b>F</b>	≤17	≤15	≤14	≤12	≤11	≤9	≤8	
<b>F</b>	Cualquier							>1.0

Nota. Extraído del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2016).

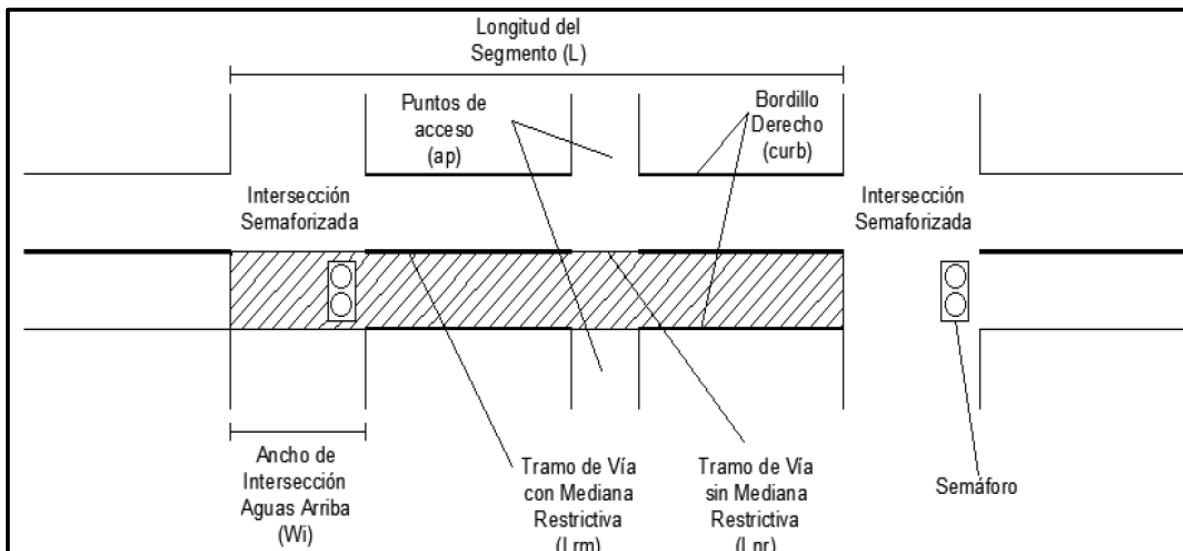
### 2.2.6 Longitud de segmento

El HCM (2016) establece que la longitud del segmento es la distancia entre las intersecciones de los límites que lo definen. (p. 18-18).

En Romana, et al. (2018) señala que “los tramos urbanos se caracterizan por la presencia de elementos que interrumpen el tráfico de forma periódica (semáforos y señales de STOP y CEDA el PASO), con una separación entre estos inferior a 2 millas”. (p.499)

**Figura 2**

*Elementos de segmento de calle urbana*



Nota. Muestra los elementos q componen un segmento de calle urbana.

Se muestran las siguientes entradas para los segmentos de calle urbana.

**Tabla 4.**

*Entradas para segmentos de calles urbanas*

Categoría de datos	Ubicación	Elementos de entrada
Características de tránsito	Segmento	Proporción de pelotón
		Flujo medio del segmento
		Retraso medio del segmento
Diseño geométrico	Segmento	Número de carriles
		Longitud de segmento
		Longitud de mediana restrictiva
		Longitud de mediana no restrictiva
		Proporción de segmentos con bordillo a lado derecho

Categoría de datos	Ubicación	Elementos de entrada
Otros	Segmento	Número de puntos de acceso
		Proporción del segmento con estacionamiento en vía
		Duración de periodo de análisis
		Velocidad límite

Nota. Se describen los elementos de entrada clasificándolo en categorías.

### 2.2.7 Longitud ajustada del segmento ( $L_{adj}$ )

Es la longitud del segmento entre intersecciones, en pies, restando el ancho de intersección aguas arriba. Se calcula con la siguiente fórmula.

$$L_{adj} = L - W_i \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde:

- $L_{adj}$ : Longitud ajustada del segmento (pies).
- $L$ : Longitud del segmento de intersección a intersección semaforizada (pies).
- $W_i$ : Ancho de intersección aguas arriba (pies).

### 2.2.7 Volumen.

#### A. Volumen medio del segmento ( $V_m$ )

Es la cantidad de vehículos que transitan por un punto del tramo en un determinado tiempo específico. Se expresa en vehículos por hora (veh/h).

#### B. Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

Cal y Mayor y Cárdenas (2018) menciona que “Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto en 60 minutos consecutivos, representando los períodos de máxima demanda diaria”. (p. 185).

### 2.2.8. Velocidad.

#### A. Velocidad límite ( $S_{pl}$ )

Es una variable de entrada, que señala la velocidad máxima en la que un elemento motorizado puede atravesar un segmento. De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 162 del

Reglamento Nacional de Tránsito, el límite de velocidad para calles con zona escolar es 30 km/h. (SUTRAN-MTC, 2014, p 32.)

De acuerdo al HCM (2016) “la velocidad límite debe ajustarse a la velocidad límite de calles cercanas al segmento en cuestión y consistente con la política de la agencia con respecto a la especificación de los límites de la velocidad”. (p. 18-20).

### **B. Velocidad constante ( $S_o$ )**

Para Cal y Mayor y Cárdenas (2018) “es la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, usualmente expresada en km/h.” (p. 257)

$$S_o = 25.6 + 0.47S_{pl} \text{ (Ecuación 3)}$$

Donde:

- $S_o$ : Velocidad constante (mi/h).
- $S_{pl}$ : Velocidad límite (mi/h).

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

Sabando (2017) lo describe como “la velocidad de flujo libre en segmentos largos. Influye la velocidad límite, densidad de puntos de acceso, mediana, solera”. (p. 30)

$$S_{fo} = S_{calib} + S_o + f_{cs} + f_A + f_{pk} \text{ (Ecuación 4)}$$

Donde:

- $S_{fo}$ : Velocidad base de flujo libre (mi/h).
- $S_{calib}$ : Factor de calibración de la velocidad base de flujo libre (mi/h) es 0.00 mi/h según HCM 2016.
- $S_o$ : Velocidad constante (mi/h).
- $f_{cs}$ : Factor de ajuste por la sección transversal (mi/h).

- $f_A$ : Factor de ajuste por densidad de puntos (mi/h).
- $f_{pk}$  : Factor de ajuste por estacionamiento en vía (mi/h).

#### **D. Velocidad de flujo libre ( $S_f$ )**

Romana et al (2017) indica que un flujo de tráfico posee un régimen de circulación libre – durante el período de análisis – cuando se dan las siguientes condiciones: a) el flujo de entrada en todos los accesos al elemento o tramo es menor a la capacidad de cada uno; b) no existen colas residuales procedentes de retenciones pasadas producidas en la infraestructura, y c) cuando el flujo de tráfico no se vea influenciado por las condiciones existentes corrientes abajo. (p.80)

$$S_f = S_{fo} \cdot f_L \geq S_{pl} \text{ (Ecuación 5)}$$

Donde:

- $S_f$ : Velocidad de flujo libre (mi/h).
- $S_{fo}$ : Velocidad base de flujo libre (mi/h).
- $f_L$  : Factor de ajuste de longitud del segmento.
- $S_{pl}$  : Velocidad límite (mi/h).

#### **E. Tiempo de viaje (TT)**

Es el tiempo que le toma a un vehículo en atravesar el segmento de estudio en la cual se incluye demoras. Se expresa con la siguiente fórmula:

$$T_T = t_R + d \text{ (Ecuación 6)}$$

Donde:

- $T_T$  : Tiempo de viaje (s)
- $t_R$ : Tiempo de ejecución (s).
- $d$ : Demora por control (s).



## F. Velocidad de viaje ( $S_{T,seg}$ )

Es la velocidad que usa el vehículo durante su transcurrir por el segmento, lo cual incluye demoras, detenciones y variaciones de la velocidad. Se expresa con la fórmula.

$$S_{T,seg} = \frac{3600L}{5280(T_T)} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

- $S_{T,seg}$ : Velocidad de viaje (mi/h).
- L: Longitud del segmento (pies).
- $T_T$  : Tiempo de viaje (s).

### 2.2.9. Retraso total por giros en puntos de acceso. ( $\sum d_{ap}$ )

Sabando (2017) describe que “es la demora, expresado en segundos, que un vehículo experimenta al realizar los giros hacia la derecha o izquierda en los puntos de acceso al segmento”. (p. 46).

**Tabla 5**

*Retraso debido al giro de vehículos hacia la derecha e izquierda*

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

Nota. Indica el retraso, debido a giros de vehículos, en vías de 1 a 3 carriles.

### 2.2.10. Demora por otros factores ( $d_{other}$ ).

Otros factores pueden producir que un conductor disminuya la velocidad o incurra en retraso mientras conduce a lo largo de un segmento. Por ejemplo, un vehículo que se encuentra completando una maniobra de estacionamiento en paralelo puede ocasionar un ligero retraso,

como también vehículos que ceden el paso a peatones, ciclistas, entre otros. (Sabando, 2017, p. 47)

### **2.2.11. Proporción de bordillo al lado derecho ( $p_{curp}$ )**

Corresponde a la longitud de bordillo al lado derecho de esquina a esquina a lo largo del eje con respecto a la longitud ajustada del segmento. Se tiene la fórmula siguiente.

$$p_{curp} = \frac{L_{curp}}{L_{adj}} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Donde:

- $p_{curp}$ : Proporción de bordillo al lado derecho.
- $L_{curp}$ : Longitud de bordillo al lado derecho en el segmento (pies).
- $L_{adj}$ : Longitud ajustada del segmento (pies).

### **2.2.12. Proporción del segmento con mediana restrictiva ( $p_{rm}$ )**

Corresponde la longitud de la mediana de la calle medida de esquina a esquina a lo largo del eje con respecto a la longitud ajustada del segmento. Se tiene la siguiente fórmula.

$$p_{rm} = \frac{L_{rm}}{L_{adj}} \quad (\text{Ecuación 9})$$

Donde:

- $p_{rm}$ : Proporción del segmento con mediana restrictiva.
- $L_{rm}$ : Longitud del segmento con mediana restrictiva (pies).
- $L_{adj}$ : Longitud ajustada del segmento (pies).

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

Factor que se emplea para hallar la velocidad base de flujo libre, para ello toma en cuenta la proporción de bordillo al lado derecho y proporción de segmento con mediana restrictiva. Se usa la siguiente fórmula.

$$f_{cs} = 1.5p_{rm} - 0.47p_{curb} - 3.7p_{rm}p_{curb} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Donde:

- $f_{cs}$ : Factor de ajuste para la sección transversal (mi/h).
- $p_{rm}$ : Proporción del segmento con mediana restrictiva.
- $p_{curb}$ : Proporción del segmento con bordillo al lado derecho

#### **2.2.14. Densidad de puntos de acceso ( $D_a$ )**

Describe el número de puntos de acceso que se encuentran en una milla de longitud de segmento. Se representa mediante la siguiente fórmula.

$$D_a = 5280 \frac{N_{ap,s}}{L_{adj}} \text{ (Ecuación 11)}$$

Donde:

- $D_a$ : Densidad de puntos de acceso (pts/mi).
- $N_{ap,s}$ : Número de puntos de acceso en el segmento.
- $L_{adj}$ : Longitud ajustada del segmento (pies).

#### **2.2.15. Factor de ajuste por puntos de acceso ( $f_A$ )**

Se refiere a la densidad de los puntos de acceso en relación al número de carriles con el objetivo de considerar la influencia de los puntos de acceso en la velocidad base de flujo libre. Se determina mediante la siguiente fórmula.

$$f_A = -0.078 \frac{D_a}{N_{th}} \text{ (Ecuación 12)}$$

Donde:

- $f_A$ : Factor de ajuste por puntos de acceso.
- $D_a$ : Densidad de puntos de acceso (pts/mi).
- $N_{th}$ : Número de carriles.

### 2.2.16. Proporción de segmento con estacionamiento en la vía ( $p_{pk}$ )

La proporción del segmento con estacionamiento en la calle es la proporción de longitud del enlace con puestos de estacionamiento (ya sea marcados o no) disponibles a lo largo del lado derecho del segmento. La proporción se determina dividiendo la longitud de la calle con puestos de estacionamiento entre la longitud del enlace. Se añade el estacionamiento descrito con un diseño paralelo o angular. Esta proporción se determina por separado para cada dirección de viaje a lo largo del segmento. (HCM 2016, p. 18-20).

$$p_{pk} = \frac{L_{pk}}{L_{adj}} \quad (\text{Ecuación 13})$$

Donde:

- $p_{pk}$ : Proporción de segmento con estacionamiento en la vía.
- $L_{pk}$ : Longitud del segmento que se usa como estacionamiento (ft).
- $L_{adj}$ : Longitud ajustada del segmento (pies).

### 2.2.17. Factor de ajuste para estacionamiento en la vía ( $f_{pk}$ )

Es la proporción de longitud del enlace con estacionamiento en la vía disponible en el lado derecho (decimal). (HCM 2016, p. 18-28). Se calcula mediante la fórmula:

$$f_{pk} = -3p_{pk} \quad (\text{Ecuación 14})$$

Donde:

- $f_{pk}$ : Factor de ajuste para estacionamiento en la vía.
- $p_{pk}$ : Proporción de segmento con estacionamiento en la vía.

### 2.2.18. Factor para el ajuste de la longitud del segmento ( $f_L$ )

Según HCM (2016) La evidencia empírica sugiere que una longitud de segmento más corta (cuando se define mediante intersecciones de límites señalizados) tiende a influir en la elección de la velocidad de flujo libre por parte del conductor, es decir, la velocidad de flujo libre más lenta. (p. 18-29).

Se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

$$f_L = 1.02 \cdot \frac{4.7(S_{fo} - 19.5)}{\max(L, 400)} \leq 1.0 \quad (\text{Ecuación 15})$$

Donde:

- $f_L$ : Factor para el ajuste de la longitud del segmento ( $f_L$ ).
- ( $S_{fo}$ : Velocidad base del flujo libre (mi/h).
- L: Longitud del segmento (pies).

### 2.2.19. Factor de ajuste por proximidad del vehículo ( $f_v$ )

Este factor tiene considera el impacto de la densidad de tráfico en el tiempo de viaje vehicular dando como resultado un aumento de este y una reducción de la velocidad. La reducción de la velocidad se debe a la reducción de intervalos entre automóviles por el aumento del volumen vehicular, lo que lleva a los conductores sean más cuidadosos en sus maniobras. (HCM 2016, p. 18-29).

Huamán (2019) dice que “hace corresponder al factor que ajusta el tiempo en movimiento en flujo libre para tener en cuenta el efecto de la densidad del tránsito” (p. 41). Los tramos cortos hacen un efecto de disminución de velocidad. Se tiene la siguiente fórmula:

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{v_m}{52.8 N_{th} \cdot s_f}\right)^{0.21}} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Donde:

- $f_v$ : Factor de ajuste por proximidad.
- $v_m$ : Volumen medio del segmento (veh/h).
- $N_{th}$ : Número de carriles del segmento.
- $s_f$ : Velocidad en régimen libre (mi/h).

### 2.2.20. Tiempo de viaje o ejecución ( $t_R$ )

La siguiente ecuación es utilizada para calcular el tiempo en movimiento en el segmento, la cual toma en cuenta el control de movimiento en las intersecciones límites, la

velocidad de flujo libre, proximidad entre vehículos, y otros factores de demora en el segmento.

$$t_R = \frac{6-l_1}{0.0025L} fx + \frac{3600L}{5280S_f} fv + \sum d_{ap} + d_{other} \text{ (Ecuación 17)}$$

Donde:

- fx: Factor de ajuste del tipo de control

fx = 1.0 Para movimientos controlados por señalización.

fx = 0.0 Para movimientos no controlados.

$fx = \left\{ \min \frac{v_{th}}{c_{th}}, 1.0 \right\}$  Movimientos controlados por rendimiento.

- $t_R$ : Tiempo de ejecución en el segmento. (s)

- $l_1$ : Pérdida de tiempo en la partida = 2.0 si es semaforizada y 2.5 si es pare o ceda el paso (s).

- L: Longitud del segmento (ft)

- fv: Factor de ajuste por proximidad entre vehículos

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

- $\sum d_{ap}$ : Retraso total por puntos de acceso (s/veh)

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

- cth: Capacidad de movimiento (veh/h).

Para este estudio fx = 1.00 ya que los movimientos se encuentran controlados por semáforos en las intersecciones aguas arriba.

### 2.2.21. Proporción de llegada durante el verde (P)

Se refiere a la proporción de vehículos que llegan al segmento, en la intersección aguas arriba, durante el tiempo de verde del semáforo. Esta proporción se calcula con la fórmula:

$$P = R_p \cdot \left( \frac{g}{c} \right) \text{ (Ecuación 18)}$$

Donde:

- P: Proporción de llegada durante el verde.
- g: Tiempo de verde efectivo (s).
- C: Longitud de ciclo semafórico (s).
- $R_p$ : Relación del grupo de llegada.

#### **2.2.22. Relación de grupo de llegada o proporción de pelotón (RP)**

“La relación de pelotón se utiliza para describir la calidad de progresión del flujo vehicular que llega durante el tiempo de verde del semáforo”. (HCM 2016, p. 19-26).

Para la relación del grupo de llegada se tiene las siguientes definiciones:

El **tipo de llegada 1** se distingue por un pelotón denso que supera el 80% del volumen del grupo de movimiento al inicio del intervalo rojo. Este tipo de llegada habitualmente sucede en segmentos cortos con mala progresión en la dirección de viaje, pero buena en la dirección contraria. (HCM, 2016, p. 19-28)

El **tipo de llegada 2** implica un pelotón moderadamente denso que llega a la mitad del intervalo rojo, o un pelotón disperso con el 40% al 80% del volumen del grupo de movimiento durante todo el intervalo rojo. Este tipo de llegada suele suceder en tramos de longitud media con mala progresión en la dirección de viaje. (HCM, 2016, p. 19-28)

El **tipo de llegada 3** se da si y solo si las señales están coordinadas, se define por un pelotón que contiene menos del 40% del volumen del grupo de movimiento, llegando parcialmente durante el intervalo rojo y verde. Si no están coordinadas, los trenes llegan de forma aleatoria en diferentes puntos en el período de análisis. (HCM 2016, p.19-28)

El **tipo de llegada 4** se distingue por un pelotón moderadamente denso que llega a la mitad del intervalo verde, o un pelotón disperso que contiene entre el 40% y el 80% del volumen del grupo de movimiento durante el intervalo verde. Este tipo de llegada suele suceder

en segmentos de longitud media con buena progresión en la dirección de viaje. (HCM, 2016, p. 19-28)

El **tipo de llegada 5** este tipo de llegada implica un pelotón denso que supera el 80% del volumen del grupo de movimiento, llegando al inicio del intervalo verde. Se relaciona con tramos cortos y buena progresión en la dirección de viaje. Así mismo, suele existir una cantidad baja a moderado de calles laterales. (HCM, 2016, p. 19-29)

El **tipo de llegada 6** se caracteriza por un pelotón denso que supera el 80% del volumen del grupo de movimiento al inicio del intervalo verde. Sucede en segmentos muy cortos con excelente progresión y pocas entradas de calles laterales. Es común de rutas con redes de señales densas y posibles calles de un solo sentido. (HCM, 2016, p. 19-29).

**Tabla 6**

*Relación de Pelotón*

Tipo de llegada	Valor por defecto	Calidad de Progresión
1	0.33	Muy Pobre
2	0.67	Desfavorable
3	1	Llegadas Aleatorias
4	1.33	Favorable
5	1.67	Muy favorable
6	2	Excepcionalmente favorable

Nota. Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2016).

### **2.2.23. Factor de ajuste de filtrado aguas arriba (I).**

“Este factor refleja la forma en que una señal aguas arriba cambia la varianza en el número de llegadas por ciclo”. (HCM, 2016, p. 19-29)

“Un valor de 1.0 es usado para intersecciones aisladas, por ejemplo, de 1.6 km de distancia a más. Este valor se basa en una cantidad de vehículos aleatorios llegando por ciclo”. (Sabando, 2017, p. 55-56)

“El factor de ajuste I, tiene en cuenta el efecto de las intersecciones corriente arriba, en la llegada de vehículos a un acceso de la intersección en estudio. Para su cálculo en



intersecciones no aisladas, se utiliza la siguiente ecuación” (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018, p. 471):

$$I = 1.0 - 0.91X_u^{2.68} \geq 0.090 \text{ (Ecuación 19)}$$

Donde:

- I: Factor de ajuste de filtrado aguas arriba.
- $X_u$ : Relación volumen – capacidad aguas arriba.

En el capítulo 30 del HCM (2016) describe que “se calcula como la relación ponderada entre volumen y capacidad de todos los movimientos aguas arriba que contribuyen al volumen en el grupo de movimientos en cuestión.” (p. 19-29)

Cal y Mayor y Cárdenas (2018) dice que “ $X_u$  es la media ponderada de la relación volumen a capacidad de todos los movimientos de la intersección corriente arriba que contribuyen con el volumen del acceso de estudio”. (p. 472)

#### **2.2.24. Factor de ajuste por progresión (PF\*)**

Una coordinación eficaz de semáforos dará como resultado una proporción alta de grupos vehiculares que llegan en el verde. La coordinación impacta principalmente a la demora uniforme, por lo que se efectúa el ajuste solo a  $d_1$ , utilizando la siguiente ecuación. (Cal y Mayor, 2018, p. 470-471)

$$PF^* = f_{PA} \frac{1-p}{1-\frac{g}{c}} \text{ (Ecuación 20)}$$

Donde:

- $f_{PA}$ : Factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan durante el verde.

Para el HCM 2010, se tiene:

Si  $0.50 < R_p \leq 0.85$ ,  $f_{PA} = 0.93$ .

Si  $1.15 < R_p \leq 1.50$ ,  $f_{PA} = 1.15$ . Para los demás valores de  $R_p$ ,  $f_{PA} = 1.0$ . Para

Cal y Mayor, se tiene:

Para el tipo de llegada 1, 3, 5 y 6,  $f_{PA} = 1.0$ .

Para el tipo de llegada 2,  $f_{PA} = 0.93$ .

Para el tipo de llegada 4,  $f_{PA} = 1.15$ .

P: Proporción de llegada durante el verde.

$g/C$ : Relación verde/ciclo efectivo.

### 2.2.25. Demora uniforme ( $d_1$ )

Cal y Mayor y Cárdenas (2018) nos dice que “es la que ocurriría si los vehículos llegarán uniformemente distribuidos, tal que no exista saturación durante ningún ciclo. Se determina mediante la siguiente ecuación” (p. 471).

$$d_1 = (PF^*) \frac{0.5(1-\frac{g}{c})^2}{1 - \left[ \min(1, X) \frac{g}{c} \right]} \text{ (Ecuación 21)}$$

Donde:

- C: Longitud de ciclo semafórico (s).
- $g/C$ : Relación verde/ciclo efectivo.
- X: Relación volumen – capacidad o grado de saturación.

$$X = \frac{v_{th}}{c} \text{ (Ecuación 22)}$$

Donde:

- $v_{th}$ : Tasa de flujo de demanda actual o proyectada del grupo de carril (veh/h).
- c: Capacidad para circulación interrumpida (veh/h).

### 2.2.26. Demora incremental ( $d_2$ ).

Cal y Mayor y Cárdenas (2018) dice que “es la demora incremental toma en consideración las llegadas aleatorias, que ocasiona que algunos ciclos se sobresaturen”. (p. 471).

$$d_2 = 900T \left[ (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{4IX}{cT}} \right] \text{ (Ecuación 23)}$$

Donde:

- T: Duración del periodo de análisis (0.25 h – 1.00 h).
- I: Factor de ajuste de filtrado aguas arriba (I=1.00 para intersecciones aisladas).
- c: Capacidad para circulación interrumpida (veh/h).
- X: Relación volumen – capacidad o grado de saturación.

#### **2.2.27. Demora por control (d)**

Cal y Mayor y Cárdenas (2018) dice que “la demora por control incluye los movimientos a velocidades bajas y las detenciones en los accesos a la intersección, cuando los vehículos disminuyen la velocidad corriente arriba o cambian de posición en la cola”. (p. 470).

$$d = d_1 + d_2 \text{ (Ecuación 24)}$$

Donde:

- d: Demora por control (s/veh).
- d1: Demora uniforme (s/veh).
- d2: Demora incremental (s/veh)

#### **2.2.28. Reducción de capacidad**

Se describe como el porcentaje en el que la capacidad vial se reduce por diferentes razones. Se expresa mediante la siguiente fórmula.

$$\%R_c = 1 - \frac{C_A}{C_B} \text{ (Ecuación 25)}$$

Donde:

- $\%R_c$ : Reducción de la capacidad (%).
- $C_A$ : Capacidad vial en condición de uso de carriles como estacionamiento (veh/h).
- $C_B$ : Capacidad vial en condiciones libres (veh/h)

### 2.2.29. Vehículo patrón

Para el uso de la metodología HCM 2016 se realizó la conversión de los vehículos aforados al vehículo patrón, para ello se tiene los siguientes factores (Ver anexo 04):

**Tabla 7**

*Unidades Vehiculares Equivalentes (UVE) para tránsito urbano en la ciudad de Cajamarca*

VEHÍCULO	UVE	Sustento Técnico
Bicicleta	0.30	Bajo efecto en la capacidad, por lo que su impacto se considera menor al vehículo patrón.
Moto Lineal	0.50	Alta maniobrabilidad y menor ocupación espacial; su impacto operativo es aproximadamente la mitad del auto.
Mototaxi	0.68	Vehículo predominante en Cajamarca; menor longitud que el auto, pero mayor interferencia por aceleración baja y paradas frecuentes.
Auto	1.00	Vehículo patrón según HCM 2010.
Camioneta	1.30	Mayor longitud y menor aceleración que el auto; coherente con factores de ajuste por vehículos livianos largos
Combi	1.25	Paradas frecuentes y ocupación moderada del carril; impacto menor que buses rígidos
Microbuses	2.00	Compatible con equivalencias de buses urbanos y PCE de vehículos pesados en flujo interrumpido del HCM 2016.
Camión	3.00	Valor coherente con PCE promedio de camiones en flujo urbano interrumpido según el HCM 2016

Nota. Las UVE se adaptaron al tránsito urbano mixto de la ciudad de Cajamarca, donde existe una alta presencia de bicicletas, mototaxis y transporte público, dado que el HCM 2016 no establece equivalencias individuales para estos vehículos, los flujos fueron convertidos a vehículos patrón mediante UVE basadas en Navín (2005) y Noriega (2014), en concordancia con los principios del HCM 2016. Elaboración propia.

### 2.3. Definición de términos básicos

**Avenida:** Calle ancha generalmente de doble sentido con calzadas separadas por una berma central. Diversas vías del tipo arterial y colectoras han recibido la calificación de avenida. (Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas-2005-VCHI, pág. 3/1)

**Accesos:** Son áreas de la vía que sirven para atender el flujo vehicular o peatonal a un área o local. Se refieren también a las facilidades de ingreso y salida para servir determinadas zonas o locales. (Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas-2005-VCHI, pág. 3/1)

**Berma Central:** Es el separador físico existente en las vías, para el caso específico de flujos en sentidos opuestos. (Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas-2005-VCHI, pág. 3/2)

**Capacidad vehicular:** Es el máximo número de vehículos que atraviesan una intersección en un periodo determinado de tiempo para unas condiciones particulares de vía y del tráfico. (Bañón y Beviá, 2000, p. 165)

**Calzada:** Es la parte de la sección de la vía, destinada a la circulación exclusiva de vehículos. También se le conoce como superficie de rodadura o pista. (Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas-2005-VCHI, pág. 3/2)

**Ciclo:** Tiempo necesario para que vuelvan a repetirse las mismas condiciones de regulación dentro de la intersección. (Bañón y Beviá, 2000, p. 206)

**Dispositivos de control de tránsito:** Son las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se colocan en la carretera para prevenir accidentes y guiar a los usuarios de las mismas. (Rafael Cal et al., 2007, p. 124)

**Hora punta:** Es el periodo de tiempo más crítico para la intersección en lo que a capacidad se refiere. (Bañón y Beviá, 2000, p. 57)

**Mediana:** Elemento de una carretera cuyo fin es separar eficazmente las calzadas de los distintos sentidos de circulación, valiéndose de los dispositivos necesarios y oportunos. (Bañón y Beviá, 2000, p. 346)

**Periodo de análisis:** Periodo de tiempo crítico de 15 min dentro de la hora pico tomado como referencia para evaluar las condiciones de circulación de una infraestructura. (Romana et al, 2017, p.538)

**Régimen libre:** Flujo de tráfico producido cuando: a) la intensidad de llegada sea inferior a la capacidad de una sección o tramo; b) no existan colas residuales, y c) no se vea afectado por las condiciones existentes corriente abajo. (Romana et al, 2017, p.498)

**Régimen saturado:** Condiciones de tráfico en las que a) la intensidad de llegada exceda la capacidad de un elemento o tramo; b) la cola formada a partir de unas condiciones de circulación saturada; c) una corriente de tráfico afectada por las condiciones existentes corriente abajo. (Romana et al, 2017, p.480)

**Tiempo de recorrido:** Es el tiempo que emplea un vehículo en recorrer un determinado tramo de carretera, es la ausencia de detenciones o esperas. (Bañón y Beviá, 2000, p. 165)

**Vía urbana:** Calzada urbana con alta densidad de accesos para vehículos a viviendas o garajes, localizadas en áreas urbanas. (Romana et al, 2017, p. 499)

## CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1.Ubicación Geográfica del área de estudio

El tramo de estudio se encuentra ubicado en el departamento, provincia y distrito de Cajamarca, Av. San Martín de Porres.

**Figura 3**

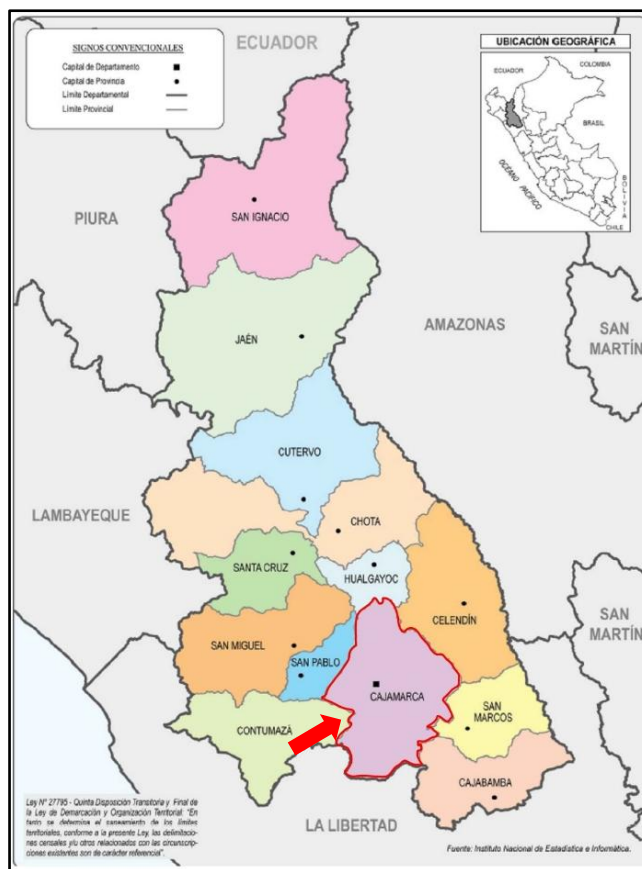
*Mapa político del Perú*



Nota. Obtenido del Ezilon Maps

**Figura 4**

*Mapa departamental de Cajamarca*



Nota. Obtenido del Instituto nacional de estadística e informática.

**Figura 5**

*Mapa provincial y distrital de Cajamarca*



Nota. Obtenido de la Municipalidad Provincial de Cajamarca



**Figura 6**

*Ubicación del tramo de estudio, Av. San Martín de Porres de la ciudad de Cajamarca*



Nota. Muestra la zona de estudio con sus coordenadas correspondientes (obtenido de Google Maps, ciudad de Cajamarca, 2025).

Coordenadas Datum: UTM WGS 84: zona 17M

PUNTO	Coordenadas UTM (WGS 84)		Coordenadas Geográficas		
	ESTE (m)	NORTE (m)	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (m.s.n.m)
<b>INICIAL</b>	776623.47	9205867.30	7°10'28.86''S	78°29'43.24''O	2665.59
<b>FINAL</b>	776623.47	9205867.30	7°10'46.81''S	78°29'32.50''O	2663.69

El tramo estudiado de la Av. San Martín de Porres, ubicado entre las avenidas Héroes del Cenepa e Industrial, se encuentra ubicado en la ciudad de Cajamarca, la cual cuenta con una longitud de 645.49 m por carril de circulación, llegando así a un total de 1290.98 m en ambos carriles.

### 3.2.Periodo de estudio

El periodo de estudio fue a partir de setiembre del 2024 hasta octubre del 2025, donde el periodo del conteo vehicular fue de 7 días, contabilizados desde el 18 de noviembre hasta el 24 de noviembre del 2024.

### **3.3.Instrumentos, materiales y equipos**

#### **3.3.1. Instrumentos**

- ✓ Formato de aforos de conteo vehicular

#### **3.3.2. Equipos**

- ✓ Estación Total
- ✓ GPS
- ✓ Laptop
- ✓ Cámara fotográfica

#### **3.3.3. Materiales**

- ✓ Libreta de anotaciones
- ✓ Útiles de escritorio
- ✓ Wincha
- ✓ HCM 2016, 6ta y 7ma edición

Los datos obtenidos en campo se procesarán en la hoja electrónica de Microsoft Excel.

### **3.4.Metodología de investigación**

**Tipo:** El tipo de investigación es aplicada, de acuerdo al fin que persigue, ya que a través de una metodología se lograra resolver el objetivo de estudio.

**Nivel:** El nivel de investigación es descriptivo, ya que por medio de la observación en campo se va a describir detalladamente las características y geometría de la vía, capacidad vehicular y nivel de servicio.

**Diseño:** El diseño de investigación es cuantitativo, ya que se obtendrán los datos de campo (aforo vehicular) y se evaluará esta información procesándola matemáticamente en hojas de cálculo para determinar el nivel de servicio.

### 3.4.1. Población de estudio

La avenida San Martín de Porres, en la ciudad de Cajamarca.

### 3.4.2. Muestra

Tramo comprendido entre las avenidas Héroes del Cenepa e Industrial, en la ciudad de Cajamarca.

### 3.4.3. Unidad de análisis

Nivel de servicio.

### 3.4.4. Unidad de observación

- Flujos vehiculares registrados en la zona de estudio.
- Congestión vehicular producido por el uso de carriles como estacionamiento.
- Características geométricas de la vía.

**Figura 7**

*Ficha de aforos vehiculares*

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		TESISTA:		FECHA:		DÍA:		
		FACULTAD DE INGENIERIA		TÍTULO: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEPA E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010".						
		ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		Avenida:		CIUDAD:				
				TRAMO:						
FICHA DE AFOROS VEHICULARES										
		VEHÍCULOS DE PASAJEROS				VEHÍCULOS DE CARGA				
		VEHÍCULOS LIVIANOS		BUSES		CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS		
		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3	T2S1, T2S2, T2S3, C2R2...		
										
INICIO	FIN									
7:00	7:15									
7:15	7:30									
7:30	7:45									
7:45	8:00									
8:00	8:15									
8:15	8:30									
8:30	8:45									
8:45	9:00									
9:00	9:15									
9:15	9:30									
9:30	9:45									
9:45	10:00									

Nota. Ficha de anotación de aforo vehicular adaptada de Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

## 3.5. Procedimiento de la investigación

Para evaluar el nivel de servicio vehicular del tramo estudiado se empleó el siguiente procedimiento:

**Figura 8**

*Flujograma del proceso*



Nota. Elaboración Propia

### **Etapa 01: Recopilación de información bibliográfica**

Se inicia con la etapa que reúne y recopila datos e información para abordar el problema de investigación. Para lo cual se analizó a detalle el manual de Capacidad de Carreteras HCM 2016, 6ta y 7ma edición como también bibliografía complementaria correspondiente al tema de investigación, para así comprobar la hipótesis y lograr los objetivos propuestos, asegurando la validez de los resultados.

### **Etapa 02: Levantamiento topográfico**

- Esta etapa comienza con el reconocimiento del terreno y un bosquejo de mapa de la vía, para identificar los puntos de interés como también los puntos de control.
- Luego, se marcan puntos fijos en el terreno para realizar la instalación y configuración de la estación total con respecto a un punto de referencia, mediante el ingreso manual de la altura de instrumento y de las coordenadas UTM de los puntos de estación y de referencia en un nuevo archivo creado en la memoria interna del equipo.

## Figura 9

### *Instalación y configuración de la estación total*



Nota. Configuración de instrumento en la estación N° 2.

- Una vez configurado el instrumento (coordenadas y altura), se ejecutó el levantamiento topográfico mediante la medición de puntos con el prisma. Donde el registro de datos: ángulos horizontales, verticales y distancia, se realizó de manera automática en la memoria interna del equipo, mediante la visualización del prisma con la estación total y su adecuada ubicación en cada punto de interés (como se muestra en la Imagen N°02) Cabe precisar que se efectuaron dos cambios de estación, empleando tres puntos de control (BM) en cada transición, a fin de garantizar la precisión del levantamiento.
- Finalmente se realiza la exportación final de los datos a un ordenador.



**Figura 10**

Visualización del prisma con estación total



Nota. Lectura topográfica al prisma reflector para la obtención de coordenadas.

### **Etapas 03: Recolección de datos en campo**

Este estudio se realizó en el año 2024, por lo que la toma de datos del aforo vehicular se llevó a cabo del 18 al 24 de noviembre del mismo año, de lunes a domingo, entre las 7:00 a:m y las 8:00 p.m (13 horas diarias), así como la toma de datos del ciclo del semáforo, se realizó empleando un cronómetro de mano, para la toma de tiempo real de la longitud del ciclo, tiempo en verde, entre otros intervalos del semáforo. Además, se llevaron a cabo las medidas de las secciones transversales de la vía que se usan como estacionamiento. (Ver anexo N°01 y N°02)

### **Etapas 04: Procesamiento de datos aplicando la metodología del HCM 2016**

En el trabajo de gabinete se analizó y procesó la información reunida para conseguir los datos requeridos que respondan al problema de investigación. Para ello, se aplicarán las

teorías y ecuaciones desarrolladas en la Etapa 1 referente a la metodología del Manual HCM 2016 para procesar los datos obtenidos del aforo vehicular, determinándose así la velocidad de desplazamiento, la velocidad base de flujo libre y la capacidad por dirección de viaje, tanto en condiciones normales como en régimen libre, a fin de obtener el Nivel de servicio bajo dichas condiciones para cada dirección de viaje.

Asimismo, a partir de los datos obtenidos del levantamiento topográfico, se elaboraron el plano de ubicación y localización, el plano en planta del tramo de estudio, el plano de secciones transversales y el perfil longitudinal, los cuales se presentan en el Apéndice 3.

### **3.6.Tratamiento de análisis de datos y presentación de resultados**

En el presente estudio se analizó el tramo de la Av. San Martín de Porres, ubicado entre las avenidas Héroes de Cenepa e Industrial, de la ciudad de Cajamarca, para lo cual se ha dividido el segmento en dos direcciones, los cuales son:

- **En la Dirección de viaje I, NO-SE (Ida):** cuya circulación vehicular es de la Av. Héroes del Cenepa hacia la Av. Industrial, posee 07 accesos definidos y cuenta únicamente con cunetas como medio de drenaje.
- **El Dirección de viaje II, SE-NO (Vuelta),** cuya circulación vehicular es de la Av. Industrial hacia la Av. Héroes de Cenepa, posee 06 accesos definidos y cuenta únicamente con cunetas como medio de drenaje.

La evaluación del nivel de servicio se consideró de manera conjunta para las 2 direcciones.

#### **3.6.1. Nivel de servicio en condiciones normales**

Se realizó el cálculo explicativo de la dirección 1 del tramo, luego como el procedimiento se repite para la otra dirección, se colocaron los datos obtenidos en tablas.

### 3.6.1.1. Medidas Geométricas

**Tabla 8**

*Longitud del segmento estudiado de la Av. San Martín de Porres*

Dirección	Desde	Hasta	Longitud (m)	Long(ft)
Dirección I	Av. Héroes de Cenepa	Av. Industrial	645,49	2117.75
Dirección II	Av. Industrial	Av. Héroes de Cenepa	645.49	2117.75

**Tabla 9**

*Ancho de intersección aguas arriba*

Dirección	Wi(m)	Wi(pies)
Dirección I	12.46	40.88
Dirección II	14.04	46.06

Usando la ecuación 2 se tiene:

$$L_{adj} = 2117.75 \text{ ft} - 40.88 \text{ ft} = 2076.87 \text{ ft}$$

$$L_{adj} = 2076.87 \text{ ft} * 0.3048 \text{ m/ft} = 633.03 \text{ m}$$

**Tabla 10**

*Longitud ajustada del segmento*

Dirección	$L_{adj}$ (ft)	$L_{adj}$ (m)
Dirección I	2076.87	633.03
Dirección II	2071.69	631.45

**Tabla 11**

*Longitud de mediana restrictiva*

Dirección	$L_{rm}$ (m)	$L_{rm}$ (ft)
Dirección I	471.55	1547.08
Dirección II	471.55	1547.08

Usando la ecuación 9 se obtuvo  $p_{rm}$ :

$$p_{rm,SS1} = \frac{1547.08 \text{ ft}}{2076.87 \text{ ft}} = 0.75$$



**Tabla 12***Proporción del segmento con mediana restrictiva*

<b>Segmento</b>	<b><math>p_{rm}</math></b>
Dirección I	0.745
Dirección II	0.747

**Tabla 13***Longitud de bordillo a la derecha del subsegmento*

<b>Segmento</b>	<b><math>L_{curb}</math> (m)</b>	<b><math>L_{curb}</math> (ft)</b>
Dirección I	578.17	1896.88
Dirección II	589.06	1932.61

Usando la ecuación 8 se tiene:

$$p_{curb} = \frac{1896.88 \text{ ft}}{2076.87 \text{ ft}} = 0.91$$

**Tabla 14***Proporción del segmento con bordillo a la derecha*

<b>Segmento</b>	<b><math>p_{curb}</math> (m)</b>
Dirección I	0.91
Dirección II	0.93

**Tabla 15***Número de puntos de acceso del lado derecho*

<b>Segmento</b>	<b><math>N_{ap}</math></b>
Dirección I	7
Dirección II	6

### 3.6.1.2. Aforo vehicular

#### a. Aforo vehicular semanal sin conversión al vehículo patrón

Se realizó el aforo vehicular por sentido de flujo vehiculares en un sector del segmento de estudio.

- Dirección I, NO-SE (ida): Desde Av. Héroes del Cenepa hasta la Av. Industrial.
- Dirección II, SE-NO (vuelta): Desde Av. Industrial hasta la Av. Héroes del Cenepa.

### a.1. Aforo de bicicletas

**Tabla 16**

*Aforo semanal de bicicletas*

<b>Día</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>Sub Total</b>
Lunes	530	360	890
Martes	470	474	944
Miércoles	545	820	1365
Jueves	460	460	920
Viernes	602	580	1182
Sábado	315	410	725
Domingo	503	412	915
<b>Total</b>			<b>6941</b>

### a.2. Aforo de motos lineales

**Tabla 17**

*Aforo semanal de motos lineales*

<b>Día</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>Sub Total</b>
Lunes	1143	1470	2613
Martes	1260	1505	2765
Miércoles	1209	1422	2631
Jueves	1138	1487	2625
Viernes	1084	1367	2451
Sábado	1018	1292	2310
Domingo	800	879	1679
<b>Total</b>			<b>17074</b>

### a.3. Aforo de mototaxis

**Tabla 18***Aforo semanal de mototaxis*

<b>Día</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>Sub Total</b>
Lunes	2193	2718	4911
Martes	2313	2613	4926
Miércoles	2395	2801	5196
Jueves	2236	2655	4891
Viernes	2380	2831	5211
Sábado	2345	2874	5219
Domingo	2195	2545	4740
<b>Total</b>			<b>35094</b>

**a.4. Aforo de autos****Tabla 19***Aforo semanal de autos*

<b>Día</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>Sub Total</b>
Lunes	1079	1217	2296
Martes	1034	1055	2089
Miércoles	986	1146	2132
Jueves	1020	1216	2236
Viernes	1089	1339	2428
Sábado	1115	1308	2423
Domingo	1079	1264	2343
<b>Total</b>			<b>15947</b>

**a.5. Aforo de camionetas****Tabla 20***Aforo semanal de camionetas*

<b>Día</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>Sub Total</b>
Lunes	714	1036	1750
Martes	651	992	1643
Miércoles	751	1060	1811
Jueves	619	886	1505
Viernes	744	949	1693
Sábado	749	1057	1806
Domingo	693	831	1524
<b>Total</b>			<b>11732</b>

#### a.6. Aforo de combis

**Tabla 21**

*Aforo semanal de combis*

<b>Día</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>Sub Total</b>
Lunes	901	951	1852
Martes	803	846	1649
Miércoles	793	881	1674
Jueves	774	877	1651
Viernes	778	795	1573
Sábado	660	696	1356
Domingo	513	578	1091
<b>Total</b>			<b>10846</b>

#### a.7. Aforo de microbuses

**Tabla 22**

*Aforo semanal de microbuses*

<b>Día</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>Sub Total</b>
Lunes	18	31	49
Martes	7	18	25
Miércoles	14	21	35
Jueves	1	17	18
Viernes	22	19	41
Sábado	5	10	15
Domingo	6	12	18
<b>Total</b>			<b>201</b>

#### a.8. Aforo de camiones

**Tabla 23**

*Aforo semanal de camiones*

<b>Día</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>Sub Total</b>
Lunes	252	277	529
Martes	212	253	465
Miércoles	198	225	423
Jueves	187	223	410
Viernes	239	257	496

<b>Día</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>Sub Total</b>
Sábado	194	255	449
Domingo	102	95	197
<b>Total</b>			<b>2969</b>

Luego se obtuvo el resumen vehicular semanal

**Tabla 24**

*Volumen vehicular semanal por tipo de vehículo*

<b>Vehículo</b>	<b>Volumen</b>	<b>Porcentaje</b>
Bicicleta	6941	6.89%
Moto lineal	17074	16.94%
Mototaxi	35094	34.81%
Automóvil	15947	15.82%
Camioneta	11732	11.64%
Combi	10846	10.76%
Microbús	201	0.20%
Camión	2969	2.95%
<b>Total</b>	100804	100.00

Donde se observó que el porcentaje de microbuses es muy bajo mientras que el porcentaje de mototaxis tiene mayor valor.

#### **b. Conversión al vehículo patrón del aforo vehicular semanal**

Se aplicó los factores de la tabla N°04 para convertir los datos del flujo vehicular al vehículo patrón (automóvil). Se utilizó como ejemplo los siguientes valores para facilitar la comprensión del procedimiento.

$$Vehículo Patrón_{Bicicleta} = 530 * 0.3 = 159$$

$$Vehículo Patrón_{Bicicleta, total} = 6941 * 0.3 = 2082.3$$

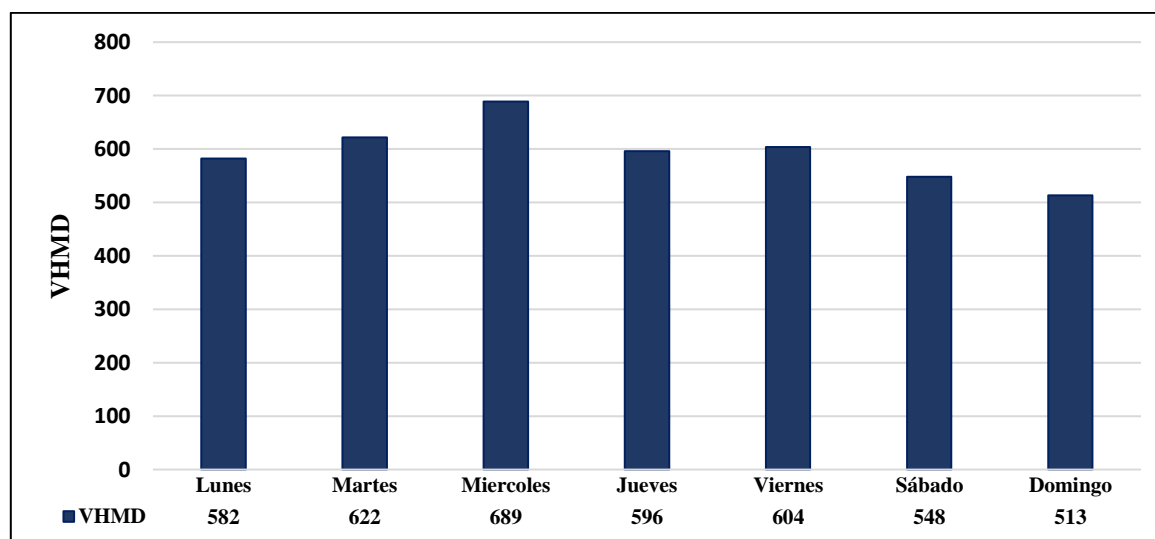
**Tabla 25***Conversión a vehículo patrón*

<b>Vehículo</b>	<b>Volumen Vehicular</b>	<b>UVE</b>	<b>Volumen Vehicular según Vehículo Patrón</b>
Bicicleta	6941	0.30	2082
Moto lineal	17074	0.50	8537
Mototaxi	35094	0.68	23864
Automóvil	15947	1.00	15947
Camioneta	11732	1.30	15252
Combi	10846	1.25	13558
Microbús	201	2.00	402
Camión	2969	3.00	8907
<b>Total</b>	<b>100804</b>		<b>88548</b>

Nota. Se obtuvo el volumen vehicular con la conversión a vehículo patrón.

### **b.1. Aforo vehicular semanal según vehículo patrón**

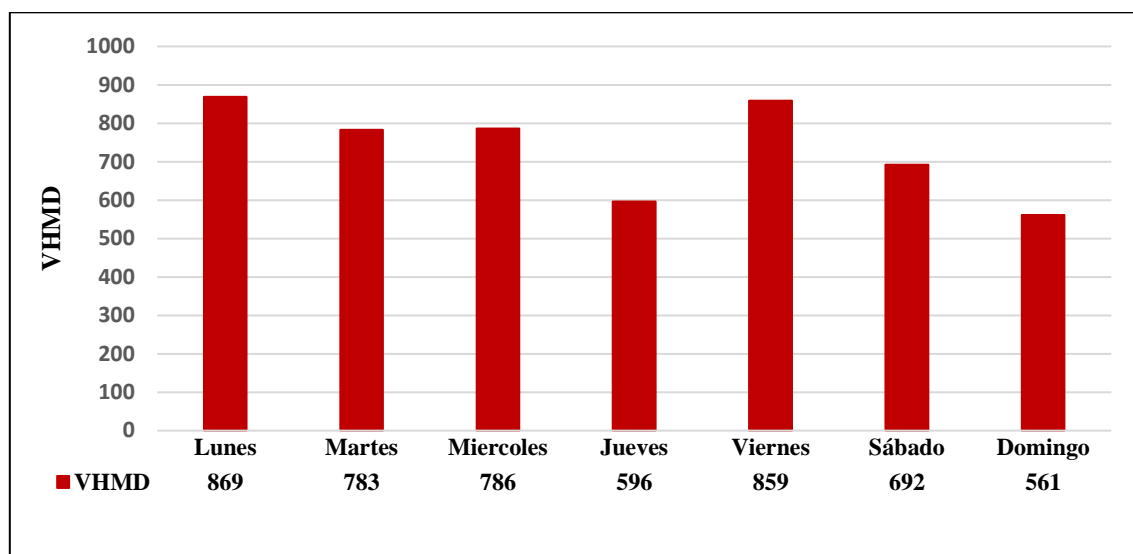
En el anexo N°02 se obtuvo la hora de máxima demanda, así como el grado de saturación guas arriba considerando el aforo vehicular convertido a vehículo patrón.

**Figura 11***Volumen horario de máxima demanda de la dirección I, ida (NO-SE)*

Nota. Se aprecia que el día de máxima demanda vehicular para la dirección I es el día miércoles con un volumen 689 veh/hora.

**Figura 12**

*Volumen horario de máxima demanda de la dirección II, vuelta (SE-NO)*



Nota. Se aprecia que el día de máxima demanda vehicular para la dirección II es el día lunes con un volumen 869 veh/hora.

### **b.2. Horario de máxima demanda de acuerdo con el flujo vehicular convertido a vehículo patrón**

Ver anexo N°02 en el cual se muestra el aforo vehicular convertido en vehículo patrón y en el cual se puede encontrar la hora de máxima demanda por dirección.

**Tabla 26**

*Hora de máxima demanda por dirección*

Dirección	Día	VHMD	Hora de máxima demanda
I	Miércoles	689	7:00 p.m - 8:00 p.m
II	Lunes	869	7:00 a.m - 8:00 a.m

### **3.6.1.3. Número de carriles por segmento**

**Tabla 27**

*Número de carriles de cada dirección*

Dirección	$N_{th}$ en CN
Dirección I	1.00
Dirección II	1.00

### 3.6.1.4. Retraso total por puntos de acceso ( $\sum d_{ap}$ )

Se uso la tabla 2 para interpolar y se obtuvo el siguiente resultado,

$$\sum d_{ap,SS1} = \left( \frac{689 \text{ veh/h} - 600 \text{ veh/h}}{700 \text{ veh/h} - 600 \text{ veh/h}} \right) (0.72 \text{ s/veh} - 0.41 \text{ s/veh}) + 0.41 \text{ s/veh}$$

$$\sum d_{ap,SS1} = 0.69 \text{ s/veh}$$

**Tabla 28**

*Retraso total por puntos de acceso por dirección*

Dirección	$\sum d_{ap} \text{ (s/veh)}$
Dirección I	0.69
Dirección II	0.93

### 3.6.1.5. Velocidad

#### a. Velocidad Límite ( $S_{pl}$ )

$$S_{plSS1} = 30 \text{ km/h} \times 0.621371 \text{ mi/h/km/h} = 18.64 \text{ mi/h}$$

**Tabla 29**

*Velocidad límite por dirección*

Dirección	$S_{pl} \text{ (km/h)}$	$S_{pl} \text{ (mi/h)}$
Dirección I	30.00	18.64
Dirección II	30.00	18.64

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

Se utilizó la ecuación 3 para obtener:

$$S_{o,SS1} = 25.6 + 0.47 * 18.64 \text{ mi/h} = 34.36 \text{ mi/h}$$

$$S_{o,SS1} = 34.36 \text{ mi/h} * 1.60934 \text{ km/mi} = 55.30 \text{ km/h}$$



**Tabla 30***Velocidad constante por dirección*

Dirección	$S_0(mi/h)$	$S_0(km/h)$
Dirección I	34.36	55.30
Dirección II	34.36	55.30

**3.6.1.6. Densidad de puntos de acceso ( $D_a$ )**

Se uso la ecuación 11 para obtener  $D_a$ :

$$D_a = 5280 * \frac{7}{2117.75 ft} = 17.45 \text{ pto/mi}$$

$$D_a = 17.45 \text{ pto/mi} * \frac{1 \text{ mi}}{1.60934 \text{ km}} = 10.84 \text{ pto/km}$$

**Tabla 31***Densidad de puntos de acceso por dirección*

Dirección	$D_a \text{ (pto/mi)}$	$D_a \text{ (pto/km)}$
Dirección I	17.45	10.84
Dirección II	14.96	9.30

**3.6.1.7. Factor de ajuste para la sección transversal ( $f_{cs}$ )**

Se uso la ecuación 10 para obtener  $f_{cs}$ :

$$f_{cs,SS1} = 1.5 * 471.54 - 0.47 * 578.13 - 3.7 * 471.54 * 578.13 = -1.75 \text{ mi/h}$$

$$f_{cs,SS1} = -1.75 * 1.60934 \text{ km/mi} = -2.81 \text{ km/h}$$

**Tabla 32***Factor de ajuste para la sección transversal por dirección*

Dirección	$f_{cs}(mi/h)$	$f_{cs}(km/h)$
Dirección I	-1.75	-2.81
Dirección II	-1.80	-2.90

**3.6.1.8. Factor de ajuste por puntos de acceso**

Se usó la ecuación 12 para obtener  $f_A$ :

$$f_{A,SS1} = -0.078 * \frac{17.45 \text{ pto/mi}}{2} = -0.68 \text{ mi/h}$$

$$f_{A,SS1} = -0.68 * \frac{1.60934 \text{ km}}{1 \text{ mi}} = -1.10 \text{ km/h}$$

**Tabla 33**

*Factor de ajuste por puntos de acceso por dirección*

Dirección	$f_A(mi/h)$	$f_A(km/h)$
Dirección I	-0.68	-1.10
Dirección II	-0.58	-0.94

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

$$L_{pk} = \frac{491.41 \text{ m}}{0.3048 \text{ m/ft}} = 1612.24 \text{ ft}$$

**Tabla 34**

*Longitud del segmento que se utiliza como estacionamiento*

Dirección	$L_{pk}(m)$	$L_{pk}(ft)$
Dirección I	491.41	1612.24
Dirección II	500.65	1642.55

Se usó la ecuación 3 para obtener la proporción del segmento con estacionamiento en vía ( $P_{pk}$ ):

$$P_{pk} = \frac{1612.24 \text{ ft}}{2117.75 \text{ ft}} = 0.76$$

**Tabla 35**

*Proporción del segmento con estacionamiento en la vía por dirección*

Dirección	$P_{pk}(ft)$
Dirección I	0.76
Dirección II	0.78

Se calculó el factor de ajuste por estacionamiento  $f_{pk} = -3 P_{pk}$  usando la ecuación 14:

$$f_{pk} = -3 * 0.76 = -2.28 \text{ mi/h}$$

$$f_{pk} = -2.28 \text{ mi/h} * 1.60934 \text{ km/h} = -3.68 \text{ km/h}$$

**Tabla 36***Factor de ajuste por estacionamiento por dirección*

Dirección	$f_{pk}(mi/h)$	$f_{pk}(km/h)$
Dirección I	-2.28	-3.68
Dirección II	-2.33	-3.74

Se uso la ecuación 4 para obtener el siguiente resultado.

$$S_{fo,SS1} = 0 \text{ mi/h} + 34.36 \text{ mi/h} - 1.75 \text{ mi/h} - 0.68 \text{ mi/h} - 2.28 \text{ mi/h} = 29.65 \text{ mi/h}$$

$$S_{fo,SS1} = 29.65 \text{ mi/h} * 1.60934 \text{ km/mi} = 47.72 \text{ km /h}$$

**Tabla 37***Velocidad base de flujo libre*

Dirección	$S_{fo}(mi/h)$	$S_{fo}(km/h)$
Dirección I	29.65	47.72
Dirección II	29.65	47.72

**3.6.1.10. Factor de ajuste de longitud del subsegmento ( $f_L$ )**

Se usó la ecuación 15 para obtener  $f_L$  :

$$f_L = 1.02 - \frac{4.7(29.65 \text{ mi/h} - 19.5)}{\max(2117.75 \text{ ft}, 400)} = 0.9975 \leq 1.0$$

**Tabla 38***Factor de ajuste de longitud por subsegmento*

Dirección	$f_L$
Dirección I	0.997
Dirección II	0.997

**3.6.1.11. Velocidad de flujo libre ( $S_f$ )**

Se utilizó la ecuación 5 para obtener  $S_f$ :

$$S_f = 29.65 \text{ mi/h} * 0.997 = 29.576 \text{ mi/h} \geq 18.64 \text{ mi/h}$$

$$S_f = 29.576 \text{ mi/h} * 1.60934 \text{ km/mi} = 47.60 \text{ mi/h}$$

**Tabla 39***Velocidad de flujo libre por dirección*

Dirección	$S_f(mi/h)$	$S_f(km/h)$		$S_{pl}(mi/h)$	$S_{pl}(km/h)$
Dirección I	29.576	47.60	$\geq$	18.64	30.00
Dirección II	29.577	47.60	$\geq$	18.64	30.00

**3.6.1.12. Factor de ajuste de proximidad ( $f_v$ )**

Se uso la ecuación 16 para obtener  $f_v$ :

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{689 \text{ veh/h}}{52.8 * 2 * 29.57 \text{ mi/h}}\right)^{0.21}}$$

**Tabla 40***Factor de ajuste de proximidad por dirección*

Dirección	$f_v$
Dirección I	1.06
Dirección II	1.06

**3.6.1.13. Retraso debido a otras fuentes ( $d_{other}$ )**

En el detalle del retraso se puede ver en el Anexo N°04

**Tabla 41***Retraso debido a otras fuentes por dirección*

Dirección	$d_{other}(s/veh)$
Dirección I	240.290
Dirección II	237.370

**3.6.1.14. Tiempo de ejecución ( $t_R$ )**

Se usó la ecuación 17 para obtener  $t_R$  :

$$t_{R,SS1} = \frac{6.00 - 2.00 \text{ s}}{0.0025 * 2117.75 \text{ ft}} * 1 + \frac{3600 * 2117.75}{5280 * 29.65 \text{ mi/h}} * 1.06 + 0.69 \text{ s/veh} + 240.29$$

$$\text{s/veh} = 293.40 \text{ s}$$

**Tabla 42***Tiempo de ejecución por dirección*

<b>Dirección</b>	<b><math>t_R(s)</math></b>
Dirección I	293.401
Dirección II	290.724

**3.6.1.15. Ciclo semafórico (C)****Tabla 43***Ciclo semafórico por dirección*

<b>Dirección</b>	<b>Tiempo de señal semafórica</b>			<b>C(s)</b>
	<b>Verde (s)</b>	<b>Amarillo(s)</b>	<b>Rojo(s)</b>	
Dirección I	30	3	42	75
Dirección II	30	3	42	75

**3.6.1.16. Relación verde/ciclo/longitud efectiva (g/c)**

$$g/C_{SS1} = \frac{30.00 \text{ s}}{75.00 \text{ s}} = 0.40$$

**Tabla 44***Relación verde/ciclo/longitud efectiva por dirección*

<b>Dirección</b>	<b>g/C</b>
Dirección I	0.40
Dirección II	0.40

**3.6.1.17. Ratio de pelotón ( $R_p$ )**

Para obtener el pelotón de llegada en las intersecciones semaforizadas se consideró el aforo en la dirección I para la Av. Héroes del Cenepa.

Se uso la tabla 3 para obtener las siguientes tablas. (Ver anexo N°06).

**Tabla 45***Pelotón de llegada en la intersección Av. Héroes del Cenepa*

<b>Día</b>	<b>Pelotón de llegada intersección Av. Héroes del Cenepa</b>	<b>Tipo de llegada</b>
Lunes	39.56%	3
Martes	43.16%	2
Miércoles	49.57%	2
Jueves	48.69%	2
Viernes	39.61%	3
Sábado	49.91%	2
Domingo	36.33%	3

Debido a que en la dirección II existe un semáforo ubicado al final del segmento se recibió el volumen vehicular en la Av. San Martín, se considera que el volumen obtenido del aforo en la dirección II es igual al pelotón de llegada en la intersección con la Av. Héroes del Cenepa.

**Tabla 46***Ratio pelotón por dirección*

<b>Dirección</b>	<b>Tipo de llegada</b>	<b><math>R_p</math></b>
I	3	1
II	0	0

**3.6.1.18. Proporción de llegada durante el tiempo verde (P)**

Se uso la ecuación 18 para obtener la siguiente tabla.

$$P_{SS1} = 1 * 0.40 = 0.40$$

**Tabla 47***Proporción de llegada durante el tiempo verde por dirección*

<b>Dirección</b>	<b>P</b>
Dirección I	0.4
Dirección II	0

### 3.6.1.19. Velocidad de flujo de saturación de carriles (s)

**Tabla 48**

*Velocidad de flujo de saturación de carriles por dirección*

Dirección	s(veh/h/ln)
Dirección I	1800.00
Dirección II	1800.00

Nota. Obtenido de Sabando, 2017

### 3.6.1.20. Capacidad (c)

Se uso la ecuación 1 para obtener:

$$C = 2 * 689 * 0.4 = 551.20 \text{ veh/h}$$

**Tabla 49**

*Capacidad por dirección*

Dirección	c(veh/h)
Dirección I	551.20
Dirección II	695.20

### 3.6.1.21. Relación volumen – capacidad (X)

Se uso la ecuación 22 para obtener:

$$X_{SS1} = \frac{689 \text{ veh/h}}{551.20 \text{ veh/h}} = 1.25$$

**Tabla 50**

*Relación volumen – capacidad por dirección*

Dirección	X
Dirección I	1.25
Dirección II	1.25

### 3.6.1.22. Factor de ajuste suplementario para pelotones durante el verde

$(f_{PA})$

Se uso la leyenda de la ecuación 20 para obtener:

**Tabla 51***Factor de ajuste suplementario para pelotones durante el verde por dirección*

<b>Dirección</b>	<b><math>f_{PA}</math></b>
Dirección I	1.00
Dirección II	0.00

**3.6.1.23. Factor de ajuste de progresión (PF \*)**

Se uso la ecuación 20 para obtener PF\*:

$$PF^*_{SS1} = 1 * \frac{1-0.40}{1-0.40} = 1$$

**Tabla 52***Factor de ajuste de progresión por dirección*

<b>Dirección</b>	<b>PF*</b>
Dirección I	1.00
Dirección II	0.00

**3.6.1.24. Demora uniforme ( $d_1$ )**

Se uso la ecuación 21 para obtener:

$$d_{1,D1} = 1 * \frac{0.5 * 75 \text{ s} * (1-0.40)^2}{1 - (MIN(1, 1.25) * 0.40)} = 13.10 \text{ s/veh}$$

**Tabla 53***Deforme uniforme por dirección*

<b>Dirección</b>	<b>d1(veh/h)</b>
Dirección I	13.10
Dirección II	0.00

**3.6.1.25. Demora incremental ( $d_2$ )**

Se obtuvo el grado de saturación ponderado de todos los movimientos aguas arriba (Anexo 2)



**Tabla 54***Grado de saturación ponderado aguas arriba*

Dirección	$X_u$
I	0.85
II	0.80

Se uso la ecuación 19 para obtener:

$$I = 1.0 - 0.91 * 0.85^{2.68} \geq 0.090$$

**Tabla 55***Factor de ajuste de filtrado aguas arriba por dirección*

Dirección	I
Dirección I	0.42
Dirección II	0.49

Se uso la ecuación 23 para obtener:

$$d_{2,DI} = 900 * 0.25 \text{ h} * \left[ (1.25 - 1) + \sqrt{(1.25 - 1)^2 + \frac{4 * 0.42 * 1.25}{551.20 \text{ veh/h} * 0.25 \text{ h}}} \right]$$

$$d_{2,DI} = 70.76 \text{ s/veh}$$

**Tabla 56***Demora incremental por dirección*

Dirección	d2 (s/veh)
Dirección I	70.67
Dirección II	70.63

**3.6.1.26. Demora por control**

$$d_{SS1} = 13.10 \text{ s/veh} + 70.67 \text{ s/veh} = 83.77 \text{ s/veh}$$

**Tabla 57***Demora por control por dirección*

Dirección	d (s/veh)
Dirección I	83.77
Dirección II	70.63

### 3.6.1.27. Tiempo de viaje ( $T_T$ )

$$T_T = 293.40 \text{ s/veh} + 83.77 \text{ s/veh} = 377.17 \text{ s/veh}$$

$$T_T = \frac{377.17 \text{ s/veh}}{60 \text{ min/veh}} = 6.29 \text{ min/veh}$$

**Tabla 58**

*Tiempo de viaje por dirección en régimen libre*

Dirección	$T_T(\text{s/veh})$	$T_T(\text{min/veh})$
Dirección I	377.17	6.29
Dirección II	361.36	6.02

### 3.6.1.28. Velocidad de viaje ( $S_{T,seg}$ ).

Se uso la ecuación 7 para obtener:

$$S_{T,dir.I} = \frac{3600 * 2117.75 \text{ ft}}{5280 * 377.17} = 3.83 \text{ mi/veh}$$

$$S_{T,dir.I} = 3.83 \text{ mi/veh} * 1.60934 \text{ km/mi} = 6.16 \text{ km/veh}$$

**Tabla 59**

*Velocidad de viaje por dirección en régimen libre*

Dirección	$S_{T,dir}(\text{mi/veh})$	$S_{T,dir}(\text{km/veh})$
Dirección I	3.83	6.16
Dirección II	4.00	6.43

### 3.6.1.29. Nivel de servicio

Se interpolaron los datos de la Tabla N°1, a través de este proceso se pudo obtener el nivel de servicio para cada dirección:

$$\frac{29.65 - 25}{30 - 25} = \frac{S_{Tseg,Dir.I,LOS,a} - 20}{24 - 20}$$

$$S_{T,dir.I,LOS,a} = 23.72$$

**Tabla 60***Nivel de servicio para la dirección I*

LOS	$S_{T,dirI}$ (mi/veh)	$S_{T,dirI,LOS,a}$ (mi/h)	$S_{T,dirI,LOS}$ (mi/h)
A		>23.72	>20
B		>19.79	>17
C		>14.86	>13
D		>11.86	>10
E		>8.93	> 8
F	3.83		≤ 8

**Tabla 61***Nivel de servicio para la dirección II*

LOS	$S_{T,seg,dirII}$ (mi/veh)	$S_{T,dirII,LOS,a}$ (mi/h)	$S_{T,seg,dirII,LOS}$ (mi/h)
A		>23.72	>20
B		>19.79	>17
C		>14.86	>13
D		>11.86	>10
E		>8.93	> 8
F	4.00		≤ 8

**Tabla 62***Nivel de servicio por dirección*

Dirección	LOS
Dirección I	F
Dirección II	F

**3.6.2. Nivel de servicio en régimen libre (RL)**

Para considerar en régimen libre se empleó algunos criterios:

- ✓ Para el estudio se utilizó todo el ancho de carril disponible (Nth).
- ✓ No ha existido retraso por otros factores ( $\Sigma dap$ ).
- ✓ No hay longitudes en el tramo de la vía que se hayan usado como

estacionamiento ( $L_{pk}$ ).

**Tabla 63***Número de carriles de cada dirección en régimen libre*

<b>Dirección</b>	<b><math>N_{th}</math> en CN</b>
Dirección I	2.00
Dirección II	2.00

Nota. "CN" Condiciones Normales

El retraso total por puntos de acceso, la velocidad límite, velocidad constante, densidad por puntos de acceso y factor de ajuste para la sección transversal son las mismas que en condiciones normales.

**3.6.2.1. Factor de ajuste para puntos de acceso ( $f_A$ )**

Se uso la ecuación 12 para obtener  $f_A$ :

$$f_{A,SS1} = -0.078 * \frac{17.45 \text{ puntos de acceso/mi}}{2.00} = -0.68 \text{ mi/h}$$

$$f_{A,SS1} = 0.00 \text{ mi/h} * 1.60934 \text{ km/mi} = -1.10 \text{ km/h}$$

**Tabla 64***Factor de ajuste por puntos de acceso por dirección en régimen libre*

<b>Dirección</b>	<b><math>f_A</math>(mi/h)</b>	<b><math>f_A</math>(km/h)</b>
Dirección I	-0.68	-1.10
Dirección II	-0.58	-0.94

**3.6.2.2. Velocidad base de flujo libre****Tabla 65***Longitud del segmento que se utiliza como estacionamiento*

<b>Dirección</b>	<b><math>L_{pk}</math>(m)</b>	<b><math>L_{pk}</math>(ft)</b>
Dirección I	0.00	0.00
Dirección II	0.00	0.00

**Tabla 66***Proporción del segmento con estacionamiento en la vía por dirección*

<b>Dirección</b>	<b><math>P_{pk}</math>(ft)</b>
Dirección I	0.00
Dirección II	0.00

Se utilizó la ecuación 14 para obtener:

$$f_{pk,SS1} = -3 * 0.00 = 0.00 \text{ mi/h}$$

**Tabla 67**

*Velocidad de ajuste para estacionamiento por dirección*

Dirección	$f_{pk}(\text{mi/h})$	$f_{pk}(\text{km/h})$
Dirección I	0.00	0.00
Dirección II	0.00	0.00

$$S_{fo,SS1} = 0.00 \text{ mi/h} + 34.36 \text{ mi/h} - 1.75 \text{ mi/h} - 0.68 \text{ mi/h} + 0.00 \text{ mi/h} \\ = 31.93 \text{ m/h}$$

**Tabla 68**

*Velocidad base de flujo libre en régimen libre*

Dirección	$S_{fo}(\text{mi/h})$	$S_{fo}(\text{km/h})$
Dirección I	31.93	51.39
Dirección II	31.98	51.46

### 3.6.2.3. Factor de ajuste de longitud del subsegmento ( $f_L$ )

Se uso la ecuación 15 para obtener  $f_L$ :

$$f_L = 1.02 - \frac{4.7(31.93 - 19.5)}{\max(2117.75, 400)} = \leq 1.0$$

**Tabla 69**

*Factor de ajuste de longitud por dirección en régimen libre*

Dirección	$f_L$
Dirección I	0.96
Dirección II	0.96

### 3.6.2.4. Velocidad de flujo libre ( $S_f$ )

Se uso la ecuación 5 para obtener  $S_f$ :

$$S_f = 31.93 \text{ mi/h} * 0.997 = 31.85 \text{ mi/h} \geq 18.64 \text{ mi/h}$$

$$S_f = 31.85 \text{ mi/h} * 1.60934 \text{ km/mi} = 51.26 \text{ mi/h}$$

**Tabla 70***Velocidad de flujo libre por dirección en régimen libre*

Dirección	$S_f$ (mi/h)	$S_f$ (km/h)		$S_{pl}$ (mi/h)	$S_{pl}$ (km/h)
Dirección I	31.85	51.26	$\geq$	18.64	30.00
Dirección II	31.90	51.33	$\geq$	18.64	30.00

**3.6.2.5. Factor de ajuste de proximidad ( $f_v$ )**

Se uso la ecuación 16 para obtener  $f_v$  :

$$f_v = \frac{2}{1 + (1 - \frac{689 \text{ } v h / h}{52.8 * 2 + 31.85 \text{ } m i / h})^{0.21}} = 1.02$$

**Tabla 71***Factor de ajuste de proximidad por dirección en régimen libre*

Dirección	$f_v$
Dirección I	1.02
Dirección II	1.03

**3.6.2.6. Retraso debido a otras fuentes ( $d_{other}$ )****Tabla 72***Retraso debido a otras fuentes por subsegmento en régimen libre*

Dirección	$d_{other}(s/veh)$
Dirección I	0.00
Dirección II	0.00

**3.6.2.7. Tiempo de ejecución ( $t_R$ )**

Se uso la ecuación 17 para obtener  $t_R$ :

$$t_{R,SS1} = \frac{6.00 - 2.00s}{0.0025 * 2117.75 \text{ } f t} * 1 + \frac{3600 * 2117.75 \text{ } f t}{5280 * 31.85} * 1.03 + 0.69 \text{ } s / veh$$

$$+ 0.00 \text{ } s / veh = 47.86 \text{ } s$$

**Tabla 73***Tiempo de ejecución por dirección en régimen libre*

<b>Dirección</b>	<b><math>t_R</math> (s)</b>
Dirección I	47.86
Dirección II	48.37

El ciclo semafórico, relación verde/ciclo/longitud efectiva, ratio de pelotón, proporción de llegada durante el tiempo de verde y la velocidad de flujo de saturación de carriles son las mismas que en condiciones normales.

**3.6.2.8. Capacidad (c)**

Se uso la ecuación 1 para obtener:

$$C_{dir I} = 2 * 1800 \text{ veh/h/ln} * 0.40 = 1140 \text{ veh/h}$$

**Tabla 74***Capacidad por dirección en régimen libre*

<b>Dirección</b>	<b>c (veh/h)</b>
Dirección I	1140
Dirección II	1140

**3.6.2.9. Relación volumen - capacidad (X)**

Se uso la ecuación 22 para obtener:

$$X = \frac{689 \text{ veh/h}}{551.20} = 0.48$$

**Tabla 75***Relación volumen - capacidad por dirección en régimen libre*

<b>Dirección</b>	<b>x</b>
Dirección I	0.48
Dirección II	0.60

El factor de ajuste suplementario para pelotones durante el verde y factor de progresión son las mismas que en condiciones normales.

### 3.6.2.10. Demora uniforme ( $d_1$ )

Se uso la ecuación 21 para obtener:

$$d_{1,dirI} = 1.00 * \frac{0.5 * 75.00 \text{ s} * (1 - 0.40)^2}{1 - (\min(1, 0.48) * 0.4)} = 16.70 \text{ s/veh}$$

**Tabla 76**

*Demora uniforme por dirección en régimen libre*

Dirección	$d_1$ (s/veh)
Dirección I	16.70
Dirección II	8.53

El grado de saturación ponderado aguas arriba y factor “I” mantienen su mismo valor que en condiciones normales.

### 3.6.2.11. Demora incremental ( $d_2$ )

Se uso la ecuación 23 para obtener:

$$d_{2,dirI} = 900 * 0.25 \text{ h} * \left[ (0.48 - 1) + \sqrt{(0.48 - 1)^2 + \frac{4 * 0.42 * 0.48}{1440 \text{ veh/h} * 0.25 \text{ h}}} \right]$$

**Tabla 77**

*Demora incremental por dirección en régimen libre*

Dirección	$d_2$ (s/veh)
Dirección I	0.48
Dirección II	0.93

### 3.6.2.12. Demora por control (d)

Se uso la ecuación 24 para obtener:

$$d_{dirI} = 16.70 \text{ s/veh} + 0.48 \text{ s/veh} = 17.17 \text{ s/veh}$$

**Tabla 78**

*Demora por control por dirección en régimen libre*

Dirección	d (s/veh)
Dirección I	17.17
Dirección II	9.46



### 3.6.2.13. Tiempo de viaje

Se uso la ecuación 7 para obtener:

$$T_T = 293.40 \text{ s/veh} + 17.17 \text{ s/veh} = 310.57 \text{ s/veh}$$

$$T_T = \frac{310.57 \text{ s/veh}}{60 \text{ s/min}} = 5.18 \text{ min /veh}$$

**Tabla 79**

*Tiempo de viaje por dirección en régimen libre*

Dirección	$T_T$ (s/veh)	$T_T$ (min/veh)
Dirección I	310.57	5.18
Dirección II	291.66	5.00

### 3.6.2.14. Velocidad de viaje

Se uso la ecuación 7 para obtener:

$$S_{T,dirI} = \frac{3600 * 2117.75 \text{ ft}}{5280 * 310.57 \text{ s/veh}} = 4.65 \text{ mi/veh}$$

$$S_{T,dirI} = 4.65 \text{ mi/veh} * 1.60934 \text{ km/veh} = 7.48 \text{ km/veh}$$

**Tabla 80**

*Velocidad de viaje por dirección en régimen libre*

Dirección	$S_{T,dir}$ (mi/veh)	$S_{T,dir}$ (km/veh)
Dirección I	4.65	7.48
Dirección II	4.95	7.97

### 3.6.2.15. Nivel de servicio

Se interpolaron los datos de la Tabla N°1, a través de este procedimiento se obtuvo el nivel de servicio para cada subsegmento:

$$\frac{31.93-30}{35-30} = \frac{S_{T,dirI,LOS,a,RL} - 24}{28-24}$$

**Tabla 81***Nivel de servicio para la dirección I en régimen libre*

LOS	$S_{T,dirI}$ (mi/veh)	$S_{T,dirI,LOS,a,RL}$ (mi/h)	$S_{T,dirI,LOS}$ (mi/h)
A		>25.55	>24
B		>21.16	>20
C		>16.16	>15
D		>12.77	>12
E		>9.77	> 9
F	4.65		≤ 9

**Tabla 82***Nivel de servicio para la dirección II en régimen libre*

LOS	$S_{T,dirII}$ (mi/veh)	$S_{T,dirII,LOS,a,RL}$ (mi/h)	$S_{T,dirII,LOS}$ (mi/h)
A		>25.58	>24
B		>21.19	>20
C		>16.19	>15
D		>12.79	>12
E		> 9.79	> 9
F	4.95		≤ 9

**Tabla 83***Nivel de servicio por dirección en régimen libre*

Dirección	LOS
Dirección I	F
Dirección II	F

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Análisis y discusión de los resultados obtenidos**

#### **4.1.1. Características geométricas de la intersección analizada**

La vía de estudio ha sido segmentada en dos direcciones, cuyos anchos promedio de calzada son de 6.31 m para la dirección de viaje I-Ida (NO-SE), que abarca el tramo desde la Av. Héroes del Cenepa hasta la Av. Industrial, y de 6.36 m para la dirección de viaje II-Vuelta (SE-NO), que va desde la Av. Industrial hasta la Av. Héroes del Cenepa. Estas dimensiones no cumplen con los parámetros establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas del ICG, que recomienda el valor de 6.75 m. como ancho mínimo de dos carriles juntos para el diseño de arterias, con velocidades que oscilen entre 50 a 60 km/h. Esta diferencia en los anchos de calzada puede generar limitaciones en la fluidez del tránsito y en la seguridad vial, considerándose un aspecto fundamental para la optimización de la infraestructura urbana.

#### **4.1.2. Composición de flujo vehicular**

Según lo mostrado en la Tabla 23: Volumen Vehicular Semanal por Tipo de Vehículo, se observa:

- Del 100% del volumen vehicular, el 34.81% corresponde a vehículos mototaxi, el 16.94% a vehículos moto lineal y el 6.89% a vehículos bicicleta. A partir de estos datos, se infiere que el flujo vehicular en la zona de estudio está compuesto principalmente por vehículos ligeros, siendo la mayoría mototaxis.
- Del 100% del volumen vehicular, el 0.20% corresponde a vehículos microbús y el 2.95% a vehículos camión. Por lo tanto, se puede deducir que el flujo vehicular en la zona de estudio está compuesto en su mayoría por vehículos ligeros, con una baja proporción de vehículos pesados

#### 4.1.3. Nivel de servicio en CN y RL

**Tabla 84**

*Nivel de servicio en Condiciones normales y régimen libre*

Dirección	Nivel de servicio (LOS)	
	Condiciones Normales	En régimen Libre
Dirección I	F	F
Dirección II	F	F

El nivel de servicio (LOS) para ambas direcciones de la vía se mantiene constante en el nivel "F", tanto en condiciones normales de tráfico como en régimen libre. Este resultado se sostiene principalmente en los cálculos obtenidos durante el análisis en régimen libre, para los cuales se utilizaron datos del volumen vehicular registrado en la hora de máxima demanda, es decir, en las horas pico, cuando el flujo vehicular alcanza su capacidad máxima.

El hecho de que se mantenga el nivel "F" en ambas direcciones, tanto en condiciones normales como en régimen libre, indica que la capacidad de la vía no es suficiente para satisfacer la demanda durante los períodos más intensos de tráfico.

El HCM 2016 utiliza el flujo vehicular como principal indicador para evaluar el nivel de servicio, aunque existen otros factores que también influyen en este aspecto, ya que tienen un impacto directo en la velocidad de los vehículos. Entre estos factores se incluyen las condiciones del pavimento rígido, los sistemas de drenaje superficial y el ancho efectivo de la calzada, entre otros. En el caso de la vía estudiada, se observó que la superficie del pavimento presenta signos de desgaste debido al constante paso de vehículos y a las obras de mantenimiento y suministro de servicios públicos realizadas en la zona. Cusquisibán (2023, P.118) menciona que existen otros factores que influyen en el nivel de servicio, los cuales no se tienen en cuenta en la metodología HCM-2010, tales como la superficie de rodadura.

#### 4.1.4. Reducción de la capacidad

Se uso la ecuación 25 para obtener  $\%R_c$

$$\%R_{c,dirI} = 1 - \frac{551.20 \text{ veh/h}}{1440 \text{ veh/h}} = 0.62 = 62 \%$$

**Tabla 85**

*Reducción de la capacidad vial por dirección*

Dirección	c (veh/h)		$\%R_c$
	R.L	C.N	
Dirección I	1440.00	551.20	0.62
Dirección II	1440.00	695.20	0.52

La capacidad vial disminuyó en 62% para la dirección I y 52% para la dirección II debido al uso de carriles como estacionamiento. Según el HCM 2016, este tipo de obstrucción reduce el espacio disponible para la circulación, lo que genera congestión y disminuye la velocidad de operación. Es por ello que el estacionamiento indebido afecta la capacidad de la vía, incrementando los tiempos de viaje y el riesgo de accidentes. Para mejorar la eficiencia del flujo vehicular, es fundamental implementar medidas de control del estacionamiento y optimizar el uso de los carriles disponibles.

#### 4.1.5. Contrastación con la hipótesis

Al aplicar la metodología del HCM 2016 y procesar los datos obtenidos, se determinó que las direcciones de viaje I y II, que conforman la zona de estudio, presentan un nivel de servicio "F". Por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada, ya que establece que la vía tiene un nivel de servicio "D".

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

- A partir de la investigación realizada, se evaluó que el nivel de servicio en el tramo de la Av. San Martín, ubicado entre las avenidas Héroes del Cenepa e Industrial, presenta un nivel de servicio “F”, para ambas direcciones de viaje (I y II), lo cual indica un flujo vehicular muy bajo con congestión, altos retrasos y largas colas, especialmente en horas pico. Asimismo, la capacidad vehicular de la dirección de viaje I es de 551.20 veh/h y de la dirección de viaje II es de 695.20 veh/h.
- En cuanto a las características de la vía, se determinó que el segmento analizado está compuesto por dos calzadas separadas por una berma central, con dos carriles de circulación en cada calzada. Estas se distinguen por el sentido del flujo: la dirección I (ida), NO-SE (entre las avenidas Héroes del Cenepa e Industrial) y la dirección II (vuelta), SE-NO (entre las avenidas Industrial y Héroes del Cenepa). Ambas presentan un ancho de calzada variable, según se detalla en los planos adjuntos; no obstante, se estableció un ancho promedio de 6.31 m para la dirección I y 6.36 m para la dirección II, respectivamente.
- La capacidad vial calculada de la Av. San Martín entre las Av. Héroes del Cenepa e Industrial de la ciudad de Cajamarca en régimen libre es 1440 veh/h para las direcciones I y II, sin embargo, el nivel de servicio resultante para ambos sentidos de flujo es “F”.
- Se analizó la reducción de la capacidad vial y se obtuvieron valores del 62% y 52% para las direcciones I y II, respectivamente; esto debido al uso de carriles como estacionamiento vehicular y otros factores incidentes. En consecuencia, el tramo opera con un Nivel de Servicio es “F” para ambas direcciones, representando el estado más crítico de flujo vehicular.

- Se identificó que los periodos de máxima demanda ocurren los días miércoles y lunes para las direcciones I y II, respectivamente. Asimismo, la Hora de Máxima Demanda (HMD) se registró de 7:00 p. m. a 8:00 p.m. para la dirección I, y de 07:00 a. m. a 08:00 a. m. para la dirección II.
- Se determinó que el Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) es de 689 veh/h para la dirección I y de 869 veh/h para la dirección II, respectivamente.
- Se calculó que el grado de saturación es del 85 % y 80 % para las direcciones I y II, respectivamente, bajo condiciones normales de operación
- A través de la recolección y procesamiento de datos, se identificó que el uso de los carriles como estacionamiento reduce significativamente la capacidad vial y el nivel de servicio. Asimismo, se determinó que diversos factores disminuyen la velocidad de viaje e incrementan los tiempos de recorrido. Entre los más recurrentes, destaca el recojo de pasajeros del transporte público en la calzada, así como el cruce constante de peatones y canes. Finalmente, la operatividad de la vía se ve interrumpida por factores externos como pregones, desfiles y marchas.

## 5.2. Recomendaciones

### A. Sobre la Gestión de Intersecciones (Puntos Críticos)

- **Implementar un punto de control, con coordinación Semafórica (Onda Verde):** Se recomienda instalar un punto de control en la intersección de las avenidas Industrial y San Martín, debido al incremento del flujo vehicular tras su pavimentación. Para ello, es necesario realizar un estudio de coordinación semafórica con la Av. Héroes del Cenepa, utilizando los datos de aforo de la presente tesis. Se sugiere el empleo de software especializado (como Synchro) para optimizar ciclos y fases que minimicen demoras y colas; estableciendo así una "onda verde" que garantice un flujo continuo en horas de máxima demanda.

### B. Sobre la Gestión del Tráfico en el Tramo

- **Prohibición de Estacionamiento:** Implementar la prohibición estricta de estacionamiento vehicular en el lado derecho de la calzada durante las horas de máxima demanda (ej: 7:00 - 9:00 a. m. y 6:00 - 8:00 p. m.). Esta es una medida de bajo costo que recupera la capacidad de un carril completo, optimizando la fluidez vehicular de manera inmediata

### C. Sobre el Ordenamiento de Vehículos Específicos

- **Implementación de Paraderos Exclusivos para Mototaxis:** Diseñar y construir "bahías" o zonas de parada exclusivas para mototaxis, ubicadas estratégicamente fuera de los carriles de circulación.
- **Reubicación de Paraderos de Transporte Público:** Formalizar y reubicar los paraderos de transporte público (combis/buses) con un diseño de bahía a una distancia no menor de 50 metros después de las intersecciones.



#### **D. Recomendaciones para Futuros Estudios**

- **Investigación de Unidad Vehicular Equivalente Local:** Se recomienda realizar estudios específicos para determinar la Unidad Vehicular Equivalente (UVE) para mototaxis, vehículos de carga pesada y movilidad eléctrica (scooters y motocicletas). Disponer de valores representativos del parque automotor de Cajamarca permitirá que los futuros análisis de ingeniería de tránsito, basados en la metodología del HCM, alcancen una mayor precisión y adaptabilidad a la realidad local.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara Quispe, M. (2018). *Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de la avenida San Martín de Porres, ubicada entre la avenida Atahualpa y la avenida Argentina, aplicando la metodología del HCM 2000*. Tesis de ingeniería. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Alegre Escorza, M. (2016). *Transporte Urbano: ¿Cómo resolver la movilidad en Lima Y Callao ?, Calle Soto Valle 247, Lima 17, Perú*. Consorcio de Investigación Económica y Social.
- Bañón B, & Beviá G. (2000). *Manual de Carreteras. Volumen I: elementos y proyecto*. Universidad de Alicante.
- Carbajo Molina, P., & Jarrin Bayas, J. (2023). *Estudio de tráfico para determinar el nivel de servicio de la infraestructura y cómo afecta a la avenida Quito post apertura de aerovía*. Tesis de Ingeniería. Universidad Laica Vicente Rocafructe.
- Chicaiza Reyes, k., & Vela Mosquera, J. (2021). *Determinación del nivel de servicio de la Av. Mariscal Sucre, tramo I, comprendido entre la intersección con la Av. Universitaria hasta el redondel del Condado (Av. de la Prensa) y propuestas técnicas para mejorarlo*. Tesis de ingeniería. Universidad Central de Ecuador.
- Condori Machuca, J., & Zuñiga Acosta, R. (2022). *Análisis comparativo del método HCM 2010 y el MTC 2018 del flujo vehicular, intersección Av. Leguía y Panamericana Norte. Chiclayo-2022*. Tesis de Ingeniería. Universidad Cesar Vallejo.
- Cusquisibán Del Campo, J. (2023). *Nivel de servicio y capacidad vehicular de la Av. Vía de Evitamiento Sur, tramo comprendido entre la Av. Atahualpa y la Av. Andrés Zeballos*. Tesis de Ingeniería. Universidad Nacional de Cajamarca.

- Dueñas Chaparro, J., & Vera Yntusca, S. (2023). *Análisis de los niveles de servicio de tránsito y capacidad vehicular en las principales intersecciones semafóricas de la provincia de Andahuaylas*. Tesis de Ingeniería. Universidad Continental.
- Figueroa Quimis, M. (2020). *Análisis del Nivel de Servicio identificando el escenario actual de la calle Sucre del tramo Guayas hasta Ricaurte -Cantón Jipijapa*. Tesis de ingeniería. Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Flores, L. L. (2024). *“Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y en nivel de servicio aplicando la metodología HCM 2010 y simulación con el software Synchro Plus 11.1 en la intersección semaforizada en la Av. San Martín de Porres y Av. Héroes del Cenepa Cajamarca”*. Tesis de Ingeniería. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Gómez Johnson, R. (2004). *Texto del alumno, Ingeniería de Tráfico CIV-326*. Universidad Mayor de San Simón.
- Highway Capacity Manual (2016). (s.f.). *A Guide For Multimodal Mobility Analysis Urban Street Segments: Volume 3 Interrrupted Flow*. Washington D.C: (6th ed.).
- Highway Capacity Manual (2024). (s.f.). *A Guide For Multimodal Mobility Analysis Urban Street Segments: Supplemental Chapter 30*. . Washington D.C. : (7th ed.) .
- ICG. (2005). *Manual De Diseño Geométrico De Vías Urbanas-2005-VCHI*. Lima-Perú: MDGVU Edición 2004. VCHI S.A.
- INEI. (2024). Nota de prensa: Movimiento de vehículos a nivel nacional aumentó 3.9 % en febrero de 2024. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Moscoso Titito, P., & Zambrano Masco, M. (2020). *Propuesta de mejora del Nivel de Servicio vehicular mediante el uso del carril reversible en Av. Jose Carlos Mariátegui*

*entre las Av. Magnolias- Av. Iro de Mayo.* Tesis de Ingeniería. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Rafael Cal, Mayor Reyes, S., & Cárdenas Grisales, J. (1994). *Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones. 7ª Edición.* Editoria Alfaomega.

Rafael Cal, Mayor Reyes, S., & Cárdenas Grisales, J. (2007). *Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones.* Alfaomega.

Romana, M. e. (2018). *Manual de Capacidad de carretera HCM 2010, 1ra ed.* España: FC Editorial.

Sánchez Aguilar, M. (2023). *Nivel de servicio de la avenida San Martín de Porres, ubicada entre la avenida Argentina y el jirón los Tulipanes -Cajamarca, aplicando la metodología del HCM 2010.* Tesis de Ingeniería. Universidad Nacional de Cajamarca.

Statista Research Departament. (2024). América Latina: peores embotellamientos por ciudad 2023.

## ANEXOS:

### Anexo 1

#### Aforo semanal y Grado de Saturación agua arriba según vehículo patrón

Usando la ecuación 22 se puede obtener  $X_u$  de acuerdo con la capacidad de cada dirección:

$$X_u = \frac{531 \text{ veh/h}}{551.20} = 0.96$$

**Tabla 86**

*Aforo vehicular y grado de saturación Lunes 18/11/24 - Dirección I*

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
07:00 a.m. - 7:15 a.m.	120	120	0	
07:15 a.m. - 7:30 a.m.	137	137	0	
07:30 a.m. - 7:45 a.m.	142	142	0	
07:45 a.m. - 08:00 a.m.	132	132	531	0.96
08:00 a.m. - 08:15 a.m.	140	140	551	1.00
08:15 a.m. - 08:30 a.m.	128	128	542	0.98
08:30 a.m. - 08:45 a.m.	113	113	513	0.93
08:45 a.m. - 09:00 a.m.	116	116	497	0.90
09:00 a.m. - 09:15 a.m.	123	123	480	0.87
09:15 a.m. - 09:30 a.m.	90	90	442	0.80
09:30 a.m. - 09:45 a.m.	66	66	395	0.72
09:45 a.m. - 10:00 a.m.	95	95	374	0.68
10:00 a.m. - 10:15 a.m.	127	127	378	0.69
10:15 a.m. - 10:30 a.m.	116	116	404	0.73
10:30 a.m. - 10:45 a.m.	122	122	460	0.83
10:45 a.m. - 11:00 a.m.	116	116	481	0.87
11:00 a.m. - 11:15 a.m.	105	105	459	0.83
11:15 a.m. - 11:30 a.m.	135	135	478	0.87
11:30 a.m. - 11:45 a.m.	94	94	450	0.82
11:45 a.m. - 12:00 p.m.	128	128	462	0.84
12:00 p.m. - 12:15 p.m.	116	116	473	0.86
12:15 p.m. - 12:30 p.m.	135	135	473	0.86
12:30 p.m. - 12:45 p.m.	126	126	505	0.92
12:45 p.m. - 13:00 p.m.	135	135	512	0.93
13:00 p.m. - 13:15 p.m.	156	156	552	1.00
13:15 p.m. - 13:30 p.m.	160	160	577	1.05
13:30 p.m. - 13:45 p.m.	131	131	582	1.06
13:45 p.m. - 14:00 p.m.	112	112	559	1.01
14:00 p.m. - 14:15 p.m.	127	127	530	0.96
14:15 p.m. - 14:30 p.m.	113	113	483	0.88
14:30 p.m. - 14:45 p.m.	103	103	455	0.83
14:45 p.m. - 15:00 p.m.	104	104	447	0.81
15:00 p.m. - 15:15 p.m.	123	123	443	0.80

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
15:15 p.m. - 15:30 p.m.	123	123	453	0.82
15:30 p.m. - 15:45 p.m.	91	91	441	0.80
15:45 p.m. - 16:00 p.m.	95	95	432	0.78
16:00 p.m. - 16:15 p.m.	99	99	408	0.74
16:15 p.m. - 16:30 p.m.	136	136	421	0.76
16:30 p.m. - 16:45 p.m.	88	88	418	0.76
16:45 p.m. - 17:00 p.m.	129	129	452	0.82
17:00 p.m. - 17:15 p.m.	100	100	453	0.82
17:15 p.m. - 17:30 p.m.	135	135	452	0.82
17:30 p.m. - 17:45 p.m.	105	105	469	0.85
17:45 p.m. - 18:00 p.m.	117	117	457	0.83
18:00 p.m. - 18:15 p.m.	130	130	487	0.88
18:15 p.m. - 18:30 p.m.	134	134	486	0.88
18:30 p.m. - 18:45 p.m.	129	129	510	0.93
18:45 p.m. - 19:00 p.m.	177	177	570	1.03
19:00 p.m. - 19:15 p.m.	132	132	572	1.04
19:15 p.m. - 19:30 p.m.	116	116	554	1.01
19:30 p.m. - 19:45 p.m.	146	146	571	1.04
19:45 p.m. - 20:00 p.m.	155	155	549	1.00
$X_u$ promedio				0.88

**Tabla 87**

*Aforo vehicular y grado de saturación Lunes 18/11/24 - Dirección II*

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
07:00 a.m. - 7:15 a.m.	233	233	0	
07:15 a.m. - 7:30 a.m.	232	232	0	
07:30 a.m. - 7:45 a.m.	182	182	0	
07:45 a.m. - 08:00 a.m.	222	222	869	1.25
08:00 a.m. - 08:15 a.m.	174	174	810	1.17
08:15 a.m. - 08:30 a.m.	160	160	738	1.06
08:30 a.m. - 08:45 a.m.	158	158	714	1.03
08:45 a.m. - 09:00 a.m.	149	149	641	0.92
09:00 a.m. - 09:15 a.m.	151	151	618	0.89
09:15 a.m. - 09:30 a.m.	142	142	600	0.86
09:30 a.m. - 09:45 a.m.	137	137	579	0.83
09:45 a.m. - 10:00 a.m.	110	110	540	0.78
10:00 a.m. - 10:15 a.m.	158	158	547	0.79
10:15 a.m. - 10:30 a.m.	151	151	556	0.80
10:30 a.m. - 10:45 a.m.	126	126	545	0.78
10:45 a.m. - 11:00 a.m.	153	153	588	0.85
11:00 a.m. - 11:15 a.m.	124	124	554	0.80
11:15 a.m. - 11:30 a.m.	146	146	549	0.79
11:30 a.m. - 11:45 a.m.	133	133	556	0.80

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
11:45 a.m. - 12:00 p.m.	156	156	559	0.80
12:00 p.m. - 12:15 p.m.	162	162	597	0.86
12:15 p.m. - 12:30 p.m.	142	142	593	0.85
12:30 p.m. - 12:45 p.m.	116	116	576	0.83
12:45 p.m. - 13:00 p.m.	135	135	555	0.80
13:00 p.m. - 13:15 p.m.	162	162	555	0.80
13:15 p.m. - 13:30 p.m.	149	149	562	0.81
13:30 p.m. - 13:45 p.m.	118	118	564	0.81
13:45 p.m. - 14:00 p.m.	124	124	553	0.80
14:00 p.m. - 14:15 p.m.	142	142	533	0.77
14:15 p.m. - 14:30 p.m.	136	136	520	0.75
14:30 p.m. - 14:45 p.m.	139	139	541	0.78
14:45 p.m. - 15:00 p.m.	164	164	581	0.84
15:00 p.m. - 15:15 p.m.	154	154	593	0.85
15:15 p.m. - 15:30 p.m.	140	140	597	0.86
15:30 p.m. - 15:45 p.m.	127	127	585	0.84
15:45 p.m. - 16:00 p.m.	144	144	565	0.81
16:00 p.m. - 16:15 p.m.	137	137	548	0.79
16:15 p.m. - 16:30 p.m.	144	144	552	0.79
16:30 p.m. - 16:45 p.m.	106	106	531	0.76
16:45 p.m. - 17:00 p.m.	117	117	504	0.72
17:00 p.m. - 17:15 p.m.	174	174	541	0.78
17:15 p.m. - 17:30 p.m.	146	146	543	0.78
17:30 p.m. - 17:45 p.m.	159	159	596	0.86
17:45 p.m. - 18:00 p.m.	169	169	648	0.93
18:00 p.m. - 18:15 p.m.	135	135	609	0.88
18:15 p.m. - 18:30 p.m.	163	163	626	0.90
18:30 p.m. - 18:45 p.m.	151	151	618	0.89
18:45 p.m. - 19:00 p.m.	146	146	595	0.86
19:00 p.m. - 19:15 p.m.	128	128	588	0.85
19:15 p.m. - 19:30 p.m.	138	138	563	0.81
19:30 p.m. - 19:45 p.m.	142	142	554	0.80
19:45 p.m. - 20:00 p.m.	107	107	515	0.74
$X_u$ promedio				0.84

**Tabla 88**

*Aforo vehicular y grado de saturación Martes 19/10/24 - Dirección I*

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
07:00 a.m. - 7:15 a.m.	123	123	0	
07:15 a.m. - 7:30 a.m.	145	145	0	
07:30 a.m. - 7:45 a.m.	172	172	0	
07:45 a.m. - 08:00 a.m.	152	152	592	1.07
08:00 a.m. - 08:15 a.m.	127	127	596	1.08

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
08:15 a.m. - 08:30 a.m.	129	129	580	1.05
08:30 a.m. - 08:45 a.m.	119	119	527	0.96
08:45 a.m. - 09:00 a.m.	107	107	482	0.87
09:00 a.m. - 09:15 a.m.	98	98	453	0.82
09:15 a.m. - 09:30 a.m.	150	150	474	0.86
09:30 a.m. - 09:45 a.m.	126	126	481	0.87
09:45 a.m. - 10:00 a.m.	90	90	464	0.84
10:00 a.m. - 10:15 a.m.	87	87	453	0.82
10:15 a.m. - 10:30 a.m.	98	98	401	0.73
10:30 a.m. - 10:45 a.m.	114	114	389	0.71
10:45 a.m. - 11:00 a.m.	108	108	407	0.74
11:00 a.m. - 11:15 a.m.	120	120	440	0.80
11:15 a.m. - 11:30 a.m.	104	104	446	0.81
11:30 a.m. - 11:45 a.m.	107	107	439	0.80
11:45 a.m. - 12:00 p.m.	106	106	437	0.79
12:00 p.m. - 12:15 p.m.	97	97	414	0.75
12:15 p.m. - 12:30 p.m.	134	134	444	0.81
12:30 p.m. - 12:45 p.m.	97	97	434	0.79
12:45 p.m. - 13:00 p.m.	144	144	472	0.86
13:00 p.m. - 13:15 p.m.	136	136	511	0.93
13:15 p.m. - 13:30 p.m.	167	167	544	0.99
13:30 p.m. - 13:45 p.m.	130	130	577	1.05
13:45 p.m. - 14:00 p.m.	117	117	550	1.00
14:00 p.m. - 14:15 p.m.	110	110	524	0.95
14:15 p.m. - 14:30 p.m.	98	98	455	0.83
14:30 p.m. - 14:45 p.m.	94	94	419	0.76
14:45 p.m. - 15:00 p.m.	94	94	396	0.72
15:00 p.m. - 15:15 p.m.	112	112	398	0.72
15:15 p.m. - 15:30 p.m.	105	105	405	0.73
15:30 p.m. - 15:45 p.m.	107	107	418	0.76
15:45 p.m. - 16:00 p.m.	116	116	440	0.80
16:00 p.m. - 16:15 p.m.	93	93	421	0.76
16:15 p.m. - 16:30 p.m.	121	121	437	0.79
16:30 p.m. - 16:45 p.m.	92	92	422	0.77
16:45 p.m. - 17:00 p.m.	138	138	444	0.81
17:00 p.m. - 17:15 p.m.	99	99	450	0.82
17:15 p.m. - 17:30 p.m.	126	126	455	0.83
17:30 p.m. - 17:45 p.m.	134	134	497	0.90
17:45 p.m. - 18:00 p.m.	116	116	475	0.86
18:00 p.m. - 18:15 p.m.	122	122	498	0.90
18:15 p.m. - 18:30 p.m.	118	118	490	0.89
18:30 p.m. - 18:45 p.m.	151	151	507	0.92
18:45 p.m. - 19:00 p.m.	157	157	548	0.99
19:00 p.m. - 19:15 p.m.	167	167	593	1.08
19:15 p.m. - 19:30 p.m.	147	147	622	1.13
19:30 p.m. - 19:45 p.m.	140	140	611	1.11
19:45 p.m. - 20:00 p.m.	126	126	580	1.05



Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
$X_u$ prom				0.87

**Tabla 89**

*Aforo vehicular y grado de saturación Martes 19/10/24 - Dirección II*

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
07:00 a.m. - 7:15 a.m.	235	235	0	
07:15 a.m. - 7:30 a.m.	208	208	0	
07:30 a.m. - 7:45 a.m.	162	162	0	
07:45 a.m. - 08:00 a.m.	178	178	783	1.13
08:00 a.m. - 08:15 a.m.	183	183	731	1.05
08:15 a.m. - 08:30 a.m.	168	168	691	0.99
08:30 a.m. - 08:45 a.m.	132	132	661	0.95
08:45 a.m. - 09:00 a.m.	137	137	620	0.89
09:00 a.m. - 09:15 a.m.	170	170	607	0.87
09:15 a.m. - 09:30 a.m.	150	150	589	0.85
09:30 a.m. - 09:45 a.m.	153	153	610	0.88
09:45 a.m. - 10:00 a.m.	132	132	605	0.87
10:00 a.m. - 10:15 a.m.	145	145	580	0.83
10:15 a.m. - 10:30 a.m.	112	112	542	0.78
10:30 a.m. - 10:45 a.m.	138	138	527	0.76
10:45 a.m. - 11:00 a.m.	102	102	497	0.71
11:00 a.m. - 11:15 a.m.	146	146	498	0.72
11:15 a.m. - 11:30 a.m.	130	130	516	0.74
11:30 a.m. - 11:45 a.m.	122	122	500	0.72
11:45 a.m. - 12:00 p.m.	112	112	510	0.73
12:00 p.m. - 12:15 p.m.	150	150	514	0.74
12:15 p.m. - 12:30 p.m.	144	144	528	0.76
12:30 p.m. - 12:45 p.m.	112	112	518	0.75
12:45 p.m. - 13:00 p.m.	137	137	543	0.78
13:00 p.m. - 13:15 p.m.	128	128	521	0.75
13:15 p.m. - 13:30 p.m.	142	142	519	0.75
13:30 p.m. - 13:45 p.m.	154	154	561	0.81
13:45 p.m. - 14:00 p.m.	118	118	542	0.78
14:00 p.m. - 14:15 p.m.	126	126	540	0.78
14:15 p.m. - 14:30 p.m.	128	128	526	0.76
14:30 p.m. - 14:45 p.m.	147	147	519	0.75
14:45 p.m. - 15:00 p.m.	144	144	545	0.78
15:00 p.m. - 15:15 p.m.	133	133	552	0.79
15:15 p.m. - 15:30 p.m.	126	126	550	0.79
15:30 p.m. - 15:45 p.m.	125	125	528	0.76
15:45 p.m. - 16:00 p.m.	143	143	527	0.76
16:00 p.m. - 16:15 p.m.	137	137	531	0.76
16:15 p.m. - 16:30 p.m.	113	113	518	0.75
16:30 p.m. - 16:45 p.m.	131	131	524	0.75

<b>Hora</b>	<b>D1</b>	<b>V(15min)</b>	<b>V(1h)</b>	<b><math>X_u</math></b>
16:45 p.m. - 17:00 p.m.	111	111	492	0.71
17:00 p.m. - 17:15 p.m.	134	134	489	0.70
17:15 p.m. - 17:30 p.m.	138	138	514	0.74
17:30 p.m. - 17:45 p.m.	132	132	515	0.74
17:45 p.m. - 18:00 p.m.	140	140	544	0.78
18:00 p.m. - 18:15 p.m.	154	154	564	0.81
18:15 p.m. - 18:30 p.m.	165	165	591	0.85
18:30 p.m. - 18:45 p.m.	160	160	619	0.89
18:45 p.m. - 19:00 p.m.	129	129	608	0.87
19:00 p.m. - 19:15 p.m.	155	155	609	0.88
19:15 p.m. - 19:30 p.m.	119	119	563	0.81
19:30 p.m. - 19:45 p.m.	83	83	486	0.70
19:45 p.m. - 20:00 p.m.	116	116	473	0.68
<b><math>X_u</math> prom.</b>				<b>0.80</b>

**Tabla 90**

*Aforo vehicular y grado de saturación Miércoles 20/10/24 - Dirección I*

<b>Hora</b>	<b>D1</b>	<b>V(15min)</b>	<b>V(1h)</b>	<b><math>X_u</math></b>
07:00 a.m. - 7:15 a.m.	111	111	0	
07:15 a.m. - 7:30 a.m.	127	127	0	
07:30 a.m. - 7:45 a.m.	147	147	0	
07:45 a.m. - 08:00 a.m.	149	149	534	0.77
08:00 a.m. - 08:15 a.m.	149	149	572	1.04
08:15 a.m. - 08:30 a.m.	154	154	599	1.09
08:30 a.m. - 08:45 a.m.	112	112	564	1.02
08:45 a.m. - 09:00 a.m.	108	108	523	0.95
09:00 a.m. - 09:15 a.m.	120	120	494	0.90
09:15 a.m. - 09:30 a.m.	108	108	448	0.81
09:30 a.m. - 09:45 a.m.	118	118	454	0.82
09:45 a.m. - 10:00 a.m.	114	114	460	0.83
10:00 a.m. - 10:15 a.m.	92	92	432	0.78
10:15 a.m. - 10:30 a.m.	94	94	418	0.76
10:30 a.m. - 10:45 a.m.	109	109	409	0.74
10:45 a.m. - 11:00 a.m.	107	107	402	0.73
11:00 a.m. - 11:15 a.m.	124	124	434	0.79
11:15 a.m. - 11:30 a.m.	113	113	453	0.82
11:30 a.m. - 11:45 a.m.	112	112	456	0.83
11:45 a.m. - 12:00 p.m.	101	101	450	0.82
12:00 p.m. - 12:15 p.m.	105	105	431	0.78
12:15 p.m. - 12:30 p.m.	92	92	410	0.74
12:30 p.m. - 12:45 p.m.	97	97	395	0.72
12:45 p.m. - 13:00 p.m.	94	94	388	0.70
13:00 p.m. - 13:15 p.m.	152	152	435	0.79
13:15 p.m. - 13:30 p.m.	138	138	481	0.87
13:30 p.m. - 13:45 p.m.	116	116	500	0.91

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
13:45 p.m. - 14:00 p.m.	122	122	528	0.96
14:00 p.m. - 14:15 p.m.	130	130	506	0.92
14:15 p.m. - 14:30 p.m.	116	116	484	0.88
14:30 p.m. - 14:45 p.m.	120	120	488	0.89
14:45 p.m. - 15:00 p.m.	107	107	473	0.86
15:00 p.m. - 15:15 p.m.	108	108	451	0.82
15:15 p.m. - 15:30 p.m.	110	110	445	0.81
15:30 p.m. - 15:45 p.m.	121	121	446	0.81
15:45 p.m. - 16:00 p.m.	110	110	449	0.81
16:00 p.m. - 16:15 p.m.	96	96	437	0.79
16:15 p.m. - 16:30 p.m.	91	91	418	0.76
16:30 p.m. - 16:45 p.m.	119	119	416	0.75
16:45 p.m. - 17:00 p.m.	122	122	428	0.78
17:00 p.m. - 17:15 p.m.	113	113	445	0.81
17:15 p.m. - 17:30 p.m.	112	112	466	0.85
17:30 p.m. - 17:45 p.m.	119	119	466	0.85
17:45 p.m. - 18:00 p.m.	117	117	461	0.84
18:00 p.m. - 18:15 p.m.	135	135	483	0.88
18:15 p.m. - 18:30 p.m.	140	140	511	0.93
18:30 p.m. - 18:45 p.m.	152	152	544	0.99
18:45 p.m. - 19:00 p.m.	137	137	564	1.02
19:00 p.m. - 19:15 p.m.	185	185	614	1.11
19:15 p.m. - 19:30 p.m.	175	175	649	1.18
19:30 p.m. - 19:45 p.m.	161	161	658	1.19
19:45 p.m. - 20:00 p.m.	168	168	689	1.25
$X_u$ prom.				0.87

**Tabla 91**

*Aforo vehicular y grado de saturación Miércoles 20/10/24 - Dirección II*

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
07:00 a.m. - 7:15 a.m.	222	222	0	
07:15 a.m. - 7:30 a.m.	196	196	0	
07:30 a.m. - 7:45 a.m.	188	188	0	
07:45 a.m. - 08:00 a.m.	180	180	786	1.13
08:00 a.m. - 08:15 a.m.	184	184	748	1.08
08:15 a.m. - 08:30 a.m.	150	150	702	1.01
08:30 a.m. - 08:45 a.m.	150	150	664	0.96
08:45 a.m. - 09:00 a.m.	137	137	621	0.89
09:00 a.m. - 09:15 a.m.	147	147	584	0.84
09:15 a.m. - 09:30 a.m.	144	144	578	0.83
09:30 a.m. - 09:45 a.m.	161	161	589	0.85
09:45 a.m. - 10:00 a.m.	147	147	599	0.86
10:00 a.m. - 10:15 a.m.	142	142	594	0.85
10:15 a.m. - 10:30 a.m.	120	120	570	0.82
10:30 a.m. - 10:45 a.m.	153	153	562	0.81

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
10:45 a.m. - 11:00 a.m.	136	136	551	0.79
11:00 a.m. - 11:15 a.m.	145	145	554	0.80
11:15 a.m. - 11:30 a.m.	137	137	571	0.82
11:30 a.m. - 11:45 a.m.	143	143	561	0.81
11:45 a.m. - 12:00 p.m.	126	126	551	0.79
12:00 p.m. - 12:15 p.m.	126	126	532	0.77
12:15 p.m. - 12:30 p.m.	116	116	511	0.74
12:30 p.m. - 12:45 p.m.	130	130	498	0.72
12:45 p.m. - 13:00 p.m.	131	131	503	0.72
13:00 p.m. - 13:15 p.m.	143	143	520	0.75
13:15 p.m. - 13:30 p.m.	145	145	549	0.79
13:30 p.m. - 13:45 p.m.	109	109	528	0.76
13:45 p.m. - 14:00 p.m.	112	112	509	0.73
14:00 p.m. - 14:15 p.m.	144	144	510	0.73
14:15 p.m. - 14:30 p.m.	142	142	507	0.73
14:30 p.m. - 14:45 p.m.	152	152	550	0.79
14:45 p.m. - 15:00 p.m.	141	141	579	0.83
15:00 p.m. - 15:15 p.m.	152	152	587	0.84
15:15 p.m. - 15:30 p.m.	139	139	584	0.84
15:30 p.m. - 15:45 p.m.	131	131	563	0.81
15:45 p.m. - 16:00 p.m.	132	132	554	0.80
16:00 p.m. - 16:15 p.m.	137	137	539	0.78
16:15 p.m. - 16:30 p.m.	130	130	530	0.76
16:30 p.m. - 16:45 p.m.	155	155	554	0.80
16:45 p.m. - 17:00 p.m.	145	145	567	0.82
17:00 p.m. - 17:15 p.m.	144	144	574	0.83
17:15 p.m. - 17:30 p.m.	140	140	584	0.84
17:30 p.m. - 17:45 p.m.	126	126	555	0.80
17:45 p.m. - 18:00 p.m.	131	131	541	0.78
18:00 p.m. - 18:15 p.m.	162	162	559	0.80
18:15 p.m. - 18:30 p.m.	160	160	579	0.83
18:30 p.m. - 18:45 p.m.	155	155	608	0.87
18:45 p.m. - 19:00 p.m.	149	149	626	0.90
19:00 p.m. - 19:15 p.m.	146	146	610	0.88
19:15 p.m. - 19:30 p.m.	145	145	595	0.86
19:30 p.m. - 19:45 p.m.	150	150	590	0.85
19:45 p.m. - 20:00 p.m.	137	137	578	0.83
<b><math>X_u</math> prom.</b>				<b>0.83</b>

**Tabla 92**

*Aforo vehicular y grado de saturación Jueves 21/10/24 - Dirección I*

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
07:00 a.m. - 7:15 a.m.	102	102	0	
07:15 a.m. - 7:30 a.m.	114	114	0	
07:30 a.m. - 7:45 a.m.	142	142	0	

<b>Hora</b>	<b>D1</b>	<b>V(15min)</b>	<b>V(1h)</b>	<b><math>X_u</math></b>
07:45 a.m. - 08:00 a.m.	127	127	485	0.88
08:00 a.m. - 08:15 a.m.	151	151	534	0.97
08:15 a.m. - 08:30 a.m.	142	142	562	1.02
08:30 a.m. - 08:45 a.m.	84	84	504	0.91
08:45 a.m. - 09:00 a.m.	85	85	462	0.84
09:00 a.m. - 09:15 a.m.	124	124	435	0.79
09:15 a.m. - 09:30 a.m.	117	117	410	0.74
09:30 a.m. - 09:45 a.m.	121	121	447	0.81
09:45 a.m. - 10:00 a.m.	120	120	482	0.87
10:00 a.m. - 10:15 a.m.	113	113	471	0.85
10:15 a.m. - 10:30 a.m.	100	100	454	0.82
10:30 a.m. - 10:45 a.m.	129	129	462	0.84
10:45 a.m. - 11:00 a.m.	118	118	460	0.83
11:00 a.m. - 11:15 a.m.	110	110	457	0.83
11:15 a.m. - 11:30 a.m.	98	98	455	0.83
11:30 a.m. - 11:45 a.m.	87	87	413	0.75
11:45 a.m. - 12:00 p.m.	87	87	382	0.69
12:00 p.m. - 12:15 p.m.	119	119	391	0.71
12:15 p.m. - 12:30 p.m.	99	99	392	0.71
12:30 p.m. - 12:45 p.m.	116	116	421	0.76
12:45 p.m. - 13:00 p.m.	105	105	439	0.80
13:00 p.m. - 13:15 p.m.	150	150	470	0.85
13:15 p.m. - 13:30 p.m.	135	135	506	0.92
13:30 p.m. - 13:45 p.m.	90	90	480	0.87
13:45 p.m. - 14:00 p.m.	84	84	459	0.83
14:00 p.m. - 14:15 p.m.	112	112	421	0.76
14:15 p.m. - 14:30 p.m.	112	112	398	0.72
14:30 p.m. - 14:45 p.m.	120	120	428	0.78
14:45 p.m. - 15:00 p.m.	107	107	451	0.82
15:00 p.m. - 15:15 p.m.	105	105	444	0.81
15:15 p.m. - 15:30 p.m.	102	102	434	0.79
15:30 p.m. - 15:45 p.m.	110	110	424	0.77
15:45 p.m. - 16:00 p.m.	109	109	426	0.77
16:00 p.m. - 16:15 p.m.	85	85	406	0.74
16:15 p.m. - 16:30 p.m.	96	96	400	0.73
16:30 p.m. - 16:45 p.m.	94	94	384	0.70
16:45 p.m. - 17:00 p.m.	90	90	365	0.66
17:00 p.m. - 17:15 p.m.	123	123	403	0.73
17:15 p.m. - 17:30 p.m.	110	110	417	0.76
17:30 p.m. - 17:45 p.m.	120	120	443	0.80
17:45 p.m. - 18:00 p.m.	117	117	470	0.85
18:00 p.m. - 18:15 p.m.	116	116	463	0.84
18:15 p.m. - 18:30 p.m.	122	122	475	0.86
18:30 p.m. - 18:45 p.m.	126	126	481	0.87
18:45 p.m. - 19:00 p.m.	141	141	505	0.92
19:00 p.m. - 19:15 p.m.	147	147	536	0.97
19:15 p.m. - 19:30 p.m.	155	155	569	1.03

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
19:30 p.m. - 19:45 p.m.	142	142	585	1.06
19:45 p.m. - 20:00 p.m.	152	152	596	1.08
$X_u$ prom.				0.83

**Tabla 93**

*Aforo vehicular y grado de saturación Jueves 21/10/24 - Dirección II*

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
07:00 a.m. - 7:15 a.m.	244	244	0	
07:15 a.m. - 7:30 a.m.	199	199	0	
07:30 a.m. - 7:45 a.m.	180	180	0	
07:45 a.m. - 08:00 a.m.	166	166	789	1.13
08:00 a.m. - 08:15 a.m.	214	214	759	1.09
08:15 a.m. - 08:30 a.m.	186	186	746	1.07
08:30 a.m. - 08:45 a.m.	162	162	728	1.05
08:45 a.m. - 09:00 a.m.	151	151	713	1.03
09:00 a.m. - 09:15 a.m.	133	133	632	0.91
09:15 a.m. - 09:30 a.m.	124	124	570	0.82
09:30 a.m. - 09:45 a.m.	162	162	570	0.82
09:45 a.m. - 10:00 a.m.	145	145	564	0.81
10:00 a.m. - 10:15 a.m.	126	126	557	0.80
10:15 a.m. - 10:30 a.m.	119	119	552	0.79
10:30 a.m. - 10:45 a.m.	146	146	536	0.77
10:45 a.m. - 11:00 a.m.	144	144	535	0.77
11:00 a.m. - 11:15 a.m.	110	110	519	0.75
11:15 a.m. - 11:30 a.m.	112	112	512	0.74
11:30 a.m. - 11:45 a.m.	134	134	500	0.72
11:45 a.m. - 12:00 p.m.	139	139	495	0.71
12:00 p.m. - 12:15 p.m.	124	124	509	0.73
12:15 p.m. - 12:30 p.m.	125	125	522	0.75
12:30 p.m. - 12:45 p.m.	110	110	498	0.72
12:45 p.m. - 13:00 p.m.	115	115	474	0.68
13:00 p.m. - 13:15 p.m.	138	138	488	0.70
13:15 p.m. - 13:30 p.m.	143	143	506	0.73
13:30 p.m. - 13:45 p.m.	137	137	533	0.77
13:45 p.m. - 14:00 p.m.	138	138	556	0.80
14:00 p.m. - 14:15 p.m.	151	151	569	0.82
14:15 p.m. - 14:30 p.m.	153	153	579	0.83
14:30 p.m. - 14:45 p.m.	118	118	560	0.81
14:45 p.m. - 15:00 p.m.	123	123	545	0.78
15:00 p.m. - 15:15 p.m.	132	132	526	0.76
15:15 p.m. - 15:30 p.m.	129	129	502	0.72
15:30 p.m. - 15:45 p.m.	151	151	535	0.77
15:45 p.m. - 16:00 p.m.	145	145	557	0.80
16:00 p.m. - 16:15 p.m.	146	146	571	0.82

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
16:15 p.m. - 16:30 p.m.	150	150	592	0.85
16:30 p.m. - 16:45 p.m.	137	137	578	0.83
16:45 p.m. - 17:00 p.m.	134	134	567	0.82
17:00 p.m. - 17:15 p.m.	136	136	557	0.80
17:15 p.m. - 17:30 p.m.	134	134	541	0.78
17:30 p.m. - 17:45 p.m.	121	121	525	0.76
17:45 p.m. - 18:00 p.m.	121	121	512	0.74
18:00 p.m. - 18:15 p.m.	131	131	507	0.73
18:15 p.m. - 18:30 p.m.	144	144	517	0.74
18:30 p.m. - 18:45 p.m.	134	134	530	0.76
18:45 p.m. - 19:00 p.m.	120	120	529	0.76
19:00 p.m. - 19:15 p.m.	135	135	533	0.77
19:15 p.m. - 19:30 p.m.	134	134	523	0.75
19:30 p.m. - 19:45 p.m.	124	124	513	0.74
19:45 p.m. - 20:00 p.m.	137	137	530	0.76
$X_u$ prom.				0.80

**Tabla 94**

*Aforo vehicular y grado de saturación Viernes 22/10/24 - Dirección I*

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
07:00 a.m. - 7:15 a.m.	97	97	0	
07:15 a.m. - 7:30 a.m.	141	141	0	
07:30 a.m. - 7:45 a.m.	168	168	0	
07:45 a.m. - 08:00 a.m.	131	131	537	0.97
08:00 a.m. - 08:15 a.m.	134	134	574	1.04
08:15 a.m. - 08:30 a.m.	128	128	561	1.02
08:30 a.m. - 08:45 a.m.	118	118	511	0.93
08:45 a.m. - 09:00 a.m.	108	108	488	0.89
09:00 a.m. - 09:15 a.m.	124	124	478	0.87
09:15 a.m. - 09:30 a.m.	108	108	458	0.83
09:30 a.m. - 09:45 a.m.	106	106	446	0.81
09:45 a.m. - 10:00 a.m.	111	111	449	0.81
10:00 a.m. - 10:15 a.m.	113	113	438	0.79
10:15 a.m. - 10:30 a.m.	126	126	456	0.83
10:30 a.m. - 10:45 a.m.	118	118	468	0.85
10:45 a.m. - 11:00 a.m.	107	107	464	0.84
11:00 a.m. - 11:15 a.m.	103	103	454	0.82
11:15 a.m. - 11:30 a.m.	116	116	444	0.81
11:30 a.m. - 11:45 a.m.	117	117	443	0.80
11:45 a.m. - 12:00 p.m.	122	122	458	0.83
12:00 p.m. - 12:15 p.m.	114	114	469	0.85
12:15 p.m. - 12:30 p.m.	95	95	448	0.81
12:30 p.m. - 12:45 p.m.	136	136	467	0.85
12:45 p.m. - 13:00 p.m.	126	126	471	0.85
13:00 p.m. - 13:15 p.m.	113	113	470	0.85

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
13:15 p.m. - 13:30 p.m.	189	189	564	1.02
13:30 p.m. - 13:45 p.m.	126	126	554	1.01
13:45 p.m. - 14:00 p.m.	107	107	535	0.97
14:00 p.m. - 14:15 p.m.	107	107	529	0.96
14:15 p.m. - 14:30 p.m.	105	105	445	0.81
14:30 p.m. - 14:45 p.m.	114	114	433	0.79
14:45 p.m. - 15:00 p.m.	118	118	444	0.81
15:00 p.m. - 15:15 p.m.	109	109	446	0.81
15:15 p.m. - 15:30 p.m.	115	115	456	0.83
15:30 p.m. - 15:45 p.m.	95	95	437	0.79
15:45 p.m. - 16:00 p.m.	119	119	438	0.79
16:00 p.m. - 16:15 p.m.	107	107	436	0.79
16:15 p.m. - 16:30 p.m.	126	126	447	0.81
16:30 p.m. - 16:45 p.m.	105	105	457	0.83
16:45 p.m. - 17:00 p.m.	112	112	450	0.82
17:00 p.m. - 17:15 p.m.	111	111	454	0.82
17:15 p.m. - 17:30 p.m.	128	128	456	0.83
17:30 p.m. - 17:45 p.m.	128	128	479	0.87
17:45 p.m. - 18:00 p.m.	107	107	474	0.86
18:00 p.m. - 18:15 p.m.	121	121	484	0.88
18:15 p.m. - 18:30 p.m.	138	138	494	0.90
18:30 p.m. - 18:45 p.m.	131	131	497	0.90
18:45 p.m. - 19:00 p.m.	139	139	529	0.96
19:00 p.m. - 19:15 p.m.	143	143	551	1.00
19:15 p.m. - 19:30 p.m.	162	162	575	1.04
19:30 p.m. - 19:45 p.m.	154	154	598	1.08
19:45 p.m. - 20:00 p.m.	145	145	604	1.10
$X_u$ prom.				0.88

**Tabla 95**

*Aforo vehicular y grado de saturación Viernes 22/10/24 - Dirección II*

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
07:00 a.m. - 7:15 a.m.	203	203	0	
07:15 a.m. - 7:30 a.m.	241	241	0	
07:30 a.m. - 7:45 a.m.	218	218	0	
07:45 a.m. - 08:00 a.m.	197	197	859	1.24
08:00 a.m. - 08:15 a.m.	171	171	827	1.19
08:15 a.m. - 08:30 a.m.	175	175	761	1.09
08:30 a.m. - 08:45 a.m.	159	159	702	1.01
08:45 a.m. - 09:00 a.m.	159	159	664	0.96
09:00 a.m. - 09:15 a.m.	134	134	627	0.90
09:15 a.m. - 09:30 a.m.	137	137	589	0.85
09:30 a.m. - 09:45 a.m.	142	142	572	0.82
09:45 a.m. - 10:00 a.m.	129	129	542	0.78
10:00 a.m. - 10:15 a.m.	159	159	567	0.82



Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
10:15 a.m. - 10:30 a.m.	145	145	575	0.83
10:30 a.m. - 10:45 a.m.	116	116	549	0.79
10:45 a.m. - 11:00 a.m.	123	123	543	0.78
11:00 a.m. - 11:15 a.m.	126	126	510	0.73
11:15 a.m. - 11:30 a.m.	123	123	488	0.70
11:30 a.m. - 11:45 a.m.	133	133	505	0.73
11:45 a.m. - 12:00 p.m.	122	122	504	0.72
12:00 p.m. - 12:15 p.m.	142	142	520	0.75
12:15 p.m. - 12:30 p.m.	155	155	552	0.79
12:30 p.m. - 12:45 p.m.	134	134	553	0.80
12:45 p.m. - 13:00 p.m.	120	120	551	0.79
13:00 p.m. - 13:15 p.m.	140	140	549	0.79
13:15 p.m. - 13:30 p.m.	157	157	551	0.79
13:30 p.m. - 13:45 p.m.	122	122	539	0.78
13:45 p.m. - 14:00 p.m.	131	131	550	0.79
14:00 p.m. - 14:15 p.m.	123	123	533	0.77
14:15 p.m. - 14:30 p.m.	129	129	505	0.73
14:30 p.m. - 14:45 p.m.	114	114	497	0.71
14:45 p.m. - 15:00 p.m.	126	126	492	0.71
15:00 p.m. - 15:15 p.m.	145	145	514	0.74
15:15 p.m. - 15:30 p.m.	139	139	524	0.75
15:30 p.m. - 15:45 p.m.	129	129	539	0.78
15:45 p.m. - 16:00 p.m.	127	127	540	0.78
16:00 p.m. - 16:15 p.m.	131	131	526	0.76
16:15 p.m. - 16:30 p.m.	149	149	536	0.77
16:30 p.m. - 16:45 p.m.	155	155	562	0.81
16:45 p.m. - 17:00 p.m.	167	167	602	0.87
17:00 p.m. - 17:15 p.m.	140	140	611	0.88
17:15 p.m. - 17:30 p.m.	125	125	587	0.84
17:30 p.m. - 17:45 p.m.	138	138	570	0.82
17:45 p.m. - 18:00 p.m.	139	139	542	0.78
18:00 p.m. - 18:15 p.m.	139	139	541	0.78
18:15 p.m. - 18:30 p.m.	150	150	566	0.81
18:30 p.m. - 18:45 p.m.	173	173	601	0.86
18:45 p.m. - 19:00 p.m.	144	144	606	0.87
19:00 p.m. - 19:15 p.m.	142	142	609	0.88
19:15 p.m. - 19:30 p.m.	154	154	613	0.88
19:30 p.m. - 19:45 p.m.	129	129	569	0.82
19:45 p.m. - 20:00 p.m.	149	149	574	0.83
$X_u$ prom.				0.83

**Tabla 96**

*Aforo vehicular y grado de saturación Sábado 23/10/24 - Dirección I*

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
07:00 a.m. - 7:15 a.m.	105	105	0	

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
07:15 a.m. - 7:30 a.m.	99	99	0	
07:30 a.m. - 7:45 a.m.	112	112	0	
07:45 a.m. - 08:00 a.m.	116	116	432	0.78
08:00 a.m. - 08:15 a.m.	104	104	431	0.78
08:15 a.m. - 08:30 a.m.	80	80	412	0.75
08:30 a.m. - 08:45 a.m.	104	104	404	0.73
08:45 a.m. - 09:00 a.m.	96	96	384	0.70
09:00 a.m. - 09:15 a.m.	88	88	368	0.67
09:15 a.m. - 09:30 a.m.	110	110	398	0.72
09:30 a.m. - 09:45 a.m.	96	96	390	0.71
09:45 a.m. - 10:00 a.m.	115	115	409	0.74
10:00 a.m. - 10:15 a.m.	102	102	423	0.77
10:15 a.m. - 10:30 a.m.	125	125	438	0.79
10:30 a.m. - 10:45 a.m.	96	96	438	0.79
10:45 a.m. - 11:00 a.m.	99	99	422	0.77
11:00 a.m. - 11:15 a.m.	126	126	446	0.81
11:15 a.m. - 11:30 a.m.	104	104	425	0.77
11:30 a.m. - 11:45 a.m.	112	112	441	0.80
11:45 a.m. - 12:00 p.m.	87	87	429	0.78
12:00 p.m. - 12:15 p.m.	143	143	446	0.81
12:15 p.m. - 12:30 p.m.	121	121	463	0.84
12:30 p.m. - 12:45 p.m.	138	138	489	0.89
12:45 p.m. - 13:00 p.m.	138	138	540	0.98
13:00 p.m. - 13:15 p.m.	128	128	525	0.95
13:15 p.m. - 13:30 p.m.	134	134	538	0.98
13:30 p.m. - 13:45 p.m.	109	109	509	0.92
13:45 p.m. - 14:00 p.m.	135	135	506	0.92
14:00 p.m. - 14:15 p.m.	139	139	517	0.94
14:15 p.m. - 14:30 p.m.	148	148	531	0.96
14:30 p.m. - 14:45 p.m.	126	126	548	0.99
14:45 p.m. - 15:00 p.m.	101	101	514	0.93
15:00 p.m. - 15:15 p.m.	115	115	490	0.89
15:15 p.m. - 15:30 p.m.	116	116	458	0.83
15:30 p.m. - 15:45 p.m.	113	113	445	0.81
15:45 p.m. - 16:00 p.m.	140	140	484	0.88
16:00 p.m. - 16:15 p.m.	114	114	483	0.88
16:15 p.m. - 16:30 p.m.	130	130	497	0.90
16:30 p.m. - 16:45 p.m.	135	135	519	0.94
16:45 p.m. - 17:00 p.m.	134	134	513	0.93
17:00 p.m. - 17:15 p.m.	114	114	513	0.93
17:15 p.m. - 17:30 p.m.	124	124	507	0.92
17:30 p.m. - 17:45 p.m.	108	108	480	0.87
17:45 p.m. - 18:00 p.m.	118	118	464	0.84
18:00 p.m. - 18:15 p.m.	129	129	479	0.87
18:15 p.m. - 18:30 p.m.	119	119	474	0.86
18:30 p.m. - 18:45 p.m.	131	131	497	0.90
18:45 p.m. - 19:00 p.m.	133	133	512	0.93

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
19:00 p.m. - 19:15 p.m.	123	123	506	0.92
19:15 p.m. - 19:30 p.m.	136	136	523	0.95
19:30 p.m. - 19:45 p.m.	118	118	510	0.93
19:45 p.m. - 20:00 p.m.	109	109	486	0.88
$X_u$ prom.				0.85

**Tabla 97**

*Aforo vehicular y grado de saturación Sábado 23/10/24 - Dirección II*

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
07:00 a.m. - 7:15 a.m.	148	148	0	
07:15 a.m. - 7:30 a.m.	140	140	0	
07:30 a.m. - 7:45 a.m.	181	181	0	
07:45 a.m. - 08:00 a.m.	174	174	643	0.92
08:00 a.m. - 08:15 a.m.	158	158	653	0.94
08:15 a.m. - 08:30 a.m.	179	179	692	1.00
08:30 a.m. - 08:45 a.m.	159	159	670	0.96
08:45 a.m. - 09:00 a.m.	150	150	646	0.93
09:00 a.m. - 09:15 a.m.	178	178	666	0.96
09:15 a.m. - 09:30 a.m.	179	179	666	0.96
09:30 a.m. - 09:45 a.m.	146	146	653	0.94
09:45 a.m. - 10:00 a.m.	137	137	640	0.92
10:00 a.m. - 10:15 a.m.	131	131	593	0.85
10:15 a.m. - 10:30 a.m.	152	152	566	0.81
10:30 a.m. - 10:45 a.m.	148	148	568	0.82
10:45 a.m. - 11:00 a.m.	165	165	596	0.86
11:00 a.m. - 11:15 a.m.	146	146	611	0.88
11:15 a.m. - 11:30 a.m.	146	146	605	0.87
11:30 a.m. - 11:45 a.m.	135	135	592	0.85
11:45 a.m. - 12:00 p.m.	138	138	565	0.81
12:00 p.m. - 12:15 p.m.	111	111	530	0.76
12:15 p.m. - 12:30 p.m.	151	151	535	0.77
12:30 p.m. - 12:45 p.m.	136	136	536	0.77
12:45 p.m. - 13:00 p.m.	147	147	545	0.78
13:00 p.m. - 13:15 p.m.	140	140	574	0.83
13:15 p.m. - 13:30 p.m.	132	132	555	0.80
13:30 p.m. - 13:45 p.m.	138	138	557	0.80
13:45 p.m. - 14:00 p.m.	137	137	547	0.79
14:00 p.m. - 14:15 p.m.	129	129	536	0.77
14:15 p.m. - 14:30 p.m.	104	104	508	0.73
14:30 p.m. - 14:45 p.m.	121	121	491	0.71
14:45 p.m. - 15:00 p.m.	160	160	514	0.74
15:00 p.m. - 15:15 p.m.	150	150	535	0.77
15:15 p.m. - 15:30 p.m.	136	136	567	0.82
15:30 p.m. - 15:45 p.m.	143	143	589	0.85

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
15:45 p.m. - 16:00 p.m.	156	156	585	0.84
16:00 p.m. - 16:15 p.m.	137	137	572	0.82
16:15 p.m. - 16:30 p.m.	149	149	585	0.84
16:30 p.m. - 16:45 p.m.	166	166	608	0.87
16:45 p.m. - 17:00 p.m.	148	148	600	0.86
17:00 p.m. - 17:15 p.m.	155	155	618	0.89
17:15 p.m. - 17:30 p.m.	156	156	625	0.90
17:30 p.m. - 17:45 p.m.	139	139	598	0.86
17:45 p.m. - 18:00 p.m.	114	114	564	0.81
18:00 p.m. - 18:15 p.m.	133	133	542	0.78
18:15 p.m. - 18:30 p.m.	130	130	516	0.74
18:30 p.m. - 18:45 p.m.	160	160	537	0.77
18:45 p.m. - 19:00 p.m.	138	138	561	0.81
19:00 p.m. - 19:15 p.m.	158	158	586	0.84
19:15 p.m. - 19:30 p.m.	100	100	556	0.80
19:30 p.m. - 19:45 p.m.	133	133	529	0.76
19:45 p.m. - 20:00 p.m.	112	112	503	0.72
$X_u$ prom.				0.83

**Tabla 98**

*Aforo vehicular y grado de saturación Domingo 24/10/24 - Dirección I*

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
07:00 a.m. - 7:15 a.m.	81	81	0	
07:15 a.m. - 7:30 a.m.	78	78	0	
07:30 a.m. - 7:45 a.m.	86	86	0	
07:45 a.m. - 08:00 a.m.	89	89	334	0.61
08:00 a.m. - 08:15 a.m.	85	85	338	0.61
08:15 a.m. - 08:30 a.m.	100	100	360	0.65
08:30 a.m. - 08:45 a.m.	98	98	372	0.67
08:45 a.m. - 09:00 a.m.	110	110	393	0.71
09:00 a.m. - 09:15 a.m.	80	80	388	0.70
09:15 a.m. - 09:30 a.m.	104	104	392	0.71
09:30 a.m. - 09:45 a.m.	102	102	396	0.72
09:45 a.m. - 10:00 a.m.	104	104	390	0.71
10:00 a.m. - 10:15 a.m.	88	88	398	0.72
10:15 a.m. - 10:30 a.m.	101	101	395	0.72
10:30 a.m. - 10:45 a.m.	101	101	394	0.71
10:45 a.m. - 11:00 a.m.	104	104	394	0.71
11:00 a.m. - 11:15 a.m.	128	128	434	0.79
11:15 a.m. - 11:30 a.m.	120	120	453	0.82
11:30 a.m. - 11:45 a.m.	137	137	489	0.89
11:45 a.m. - 12:00 p.m.	124	124	509	0.92
12:00 p.m. - 12:15 p.m.	123	123	504	0.91
12:15 p.m. - 12:30 p.m.	129	129	513	0.93
12:30 p.m. - 12:45 p.m.	113	113	489	0.89

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
12:45 p.m. - 13:00 p.m.	108	108	473	0.86
13:00 p.m. - 13:15 p.m.	124	124	474	0.86
13:15 p.m. - 13:30 p.m.	110	110	455	0.83
13:30 p.m. - 13:45 p.m.	128	128	470	0.85
13:45 p.m. - 14:00 p.m.	125	125	487	0.88
14:00 p.m. - 14:15 p.m.	99	99	462	0.84
14:15 p.m. - 14:30 p.m.	98	98	450	0.82
14:30 p.m. - 14:45 p.m.	93	93	415	0.75
14:45 p.m. - 15:00 p.m.	97	97	387	0.70
15:00 p.m. - 15:15 p.m.	85	85	373	0.68
15:15 p.m. - 15:30 p.m.	90	90	365	0.66
15:30 p.m. - 15:45 p.m.	93	93	365	0.66
15:45 p.m. - 16:00 p.m.	93	93	361	0.65
16:00 p.m. - 16:15 p.m.	98	98	374	0.68
16:15 p.m. - 16:30 p.m.	96	96	380	0.69
16:30 p.m. - 16:45 p.m.	104	104	391	0.71
16:45 p.m. - 17:00 p.m.	108	108	406	0.74
17:00 p.m. - 17:15 p.m.	76	76	384	0.70
17:15 p.m. - 17:30 p.m.	72	72	360	0.65
17:30 p.m. - 17:45 p.m.	87	87	343	0.62
17:45 p.m. - 18:00 p.m.	88	88	323	0.59
18:00 p.m. - 18:15 p.m.	110	110	357	0.65
18:15 p.m. - 18:30 p.m.	105	105	390	0.71
18:30 p.m. - 18:45 p.m.	125	125	428	0.78
18:45 p.m. - 19:00 p.m.	118	118	458	0.83
19:00 p.m. - 19:15 p.m.	141	141	489	0.89
19:15 p.m. - 19:30 p.m.	128	128	512	0.93
19:30 p.m. - 19:45 p.m.	109	109	496	0.90
19:45 p.m. - 20:00 p.m.	96	96	474	0.86
<b><math>X_u</math> prom.</b>				0.76

**Tabla 99**

*Aforo vehicular y grado de saturación Domingo 24/10/24 - Dirección II*

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
07:00 a.m. - 7:15 a.m.	94	94	0	
07:15 a.m. - 7:30 a.m.	97	97	0	
07:30 a.m. - 7:45 a.m.	115	115	0	
07:45 a.m. - 08:00 a.m.	115	115	421	0.61
08:00 a.m. - 08:15 a.m.	123	123	450	0.65
08:15 a.m. - 08:30 a.m.	107	107	460	0.66
08:30 a.m. - 08:45 a.m.	105	105	450	0.65
08:45 a.m. - 09:00 a.m.	117	117	452	0.65
09:00 a.m. - 09:15 a.m.	124	124	453	0.65
09:15 a.m. - 09:30 a.m.	121	121	467	0.67
09:30 a.m. - 09:45 a.m.	110	110	472	0.68

Hora	D1	V(15min)	V(1h)	$X_u$
09:45 a.m. - 10:00 a.m.	119	119	474	0.68
10:00 a.m. - 10:15 a.m.	144	144	494	0.71
10:15 a.m. - 10:30 a.m.	137	137	510	0.73
10:30 a.m. - 10:45 a.m.	129	129	529	0.76
10:45 a.m. - 11:00 a.m.	122	122	532	0.77
11:00 a.m. - 11:15 a.m.	124	124	512	0.74
11:15 a.m. - 11:30 a.m.	121	121	496	0.71
11:30 a.m. - 11:45 a.m.	133	133	500	0.72
11:45 a.m. - 12:00 p.m.	127	127	505	0.73
12:00 p.m. - 12:15 p.m.	158	158	539	0.78
12:15 p.m. - 12:30 p.m.	143	143	561	0.81
12:30 p.m. - 12:45 p.m.	105	105	533	0.77
12:45 p.m. - 13:00 p.m.	112	112	518	0.75
13:00 p.m. - 13:15 p.m.	114	114	474	0.68
13:15 p.m. - 13:30 p.m.	117	117	448	0.64
13:30 p.m. - 13:45 p.m.	122	122	465	0.67
13:45 p.m. - 14:00 p.m.	130	130	483	0.69
14:00 p.m. - 14:15 p.m.	117	117	486	0.70
14:15 p.m. - 14:30 p.m.	126	126	495	0.71
14:30 p.m. - 14:45 p.m.	99	99	472	0.68
14:45 p.m. - 15:00 p.m.	107	107	449	0.65
15:00 p.m. - 15:15 p.m.	94	94	426	0.61
15:15 p.m. - 15:30 p.m.	103	103	403	0.58
15:30 p.m. - 15:45 p.m.	119	119	423	0.61
15:45 p.m. - 16:00 p.m.	116	116	432	0.62
16:00 p.m. - 16:15 p.m.	119	119	457	0.66
16:15 p.m. - 16:30 p.m.	112	112	466	0.67
16:30 p.m. - 16:45 p.m.	130	130	477	0.69
16:45 p.m. - 17:00 p.m.	120	120	481	0.69
17:00 p.m. - 17:15 p.m.	122	122	484	0.70
17:15 p.m. - 17:30 p.m.	119	119	491	0.71
17:30 p.m. - 17:45 p.m.	111	111	472	0.68
17:45 p.m. - 18:00 p.m.	125	125	477	0.69
18:00 p.m. - 18:15 p.m.	110	110	465	0.67
18:15 p.m. - 18:30 p.m.	117	117	463	0.67
18:30 p.m. - 18:45 p.m.	152	152	504	0.72
18:45 p.m. - 19:00 p.m.	139	139	518	0.75
19:00 p.m. - 19:15 p.m.	124	124	532	0.77
19:15 p.m. - 19:30 p.m.	128	128	543	0.78
19:30 p.m. - 19:45 p.m.	104	104	495	0.71
19:45 p.m. - 20:00 p.m.	108	108	464	0.67
<b><math>X_u</math> prom.</b>				<b>0.69</b>

**Tabla 100***Grado de saturación ponderado aguas arriba dirección I*

<b>Día</b>	<b><math>X_u</math></b>
Lunes	0.88
Martes	0.87
Miércoles	0.87
Jueves	0.83
Viernes	0.88
Sábado	0.85
Domingo	0.76

**Tabla 101***Grado de saturación ponderado aguas arriba dirección II*

<b>Día</b>	<b><math>X_u</math></b>
Lunes	0.84
Martes	0.80
Miércoles	0.83
Jueves	0.80
Viernes	0.83
Sábado	0.83
Domingo	0.69

**Anexo 2****Medida de sección transversal que se usa como estacionamiento**

<b>Dirección</b>	<b>Me(m)</b>
Dirección I	2.80
Dirección II	2.80

**Anexo 3****Retraso por otros factores****Tabla 102***Retraso por otros motivos de la dirección I*

<b>Motivo</b>	<b><math>d_{ap}(s)</math></b>
Recojo de pasajeros de mototaxi	5.54
Recojo de pasajeros de microbús	4.23
Recojo de pasajeros de mototaxi	5.82

<b>Motivo</b>	<b><math>d_{ap}(s)</math></b>
Recojo de pasajeros de taxi	3.97
Recojo de pasajeros de taxi	3.95
Cruce de peatones	7.46
Cruce de peatones	9.45
Recojo de pasajeros de microbús	4.53
Recojo de pasajeros de mototaxi	3.50
Recojo de pasajeros de mototaxi	3.69
Recojo de pasajeros de taxi	4.10
Cruce de peatones	6.12
Cruce de peatones	8.50
Cruce de peatones	7.64
Recojo de pasajeros de mototaxi	5.61
Recojo de pasajeros de mototaxi	4.54
Recojo de pasajeros de taxi	4.63
Recojo de pasajeros de taxi	5.82
Cruce de peatones	4.97
Cruce de peatones	3.85
Cruce de peatones	6.46
Cruce de peatones	8.45
Cruce de peatones	4.63
Cruce de peatones	3.91
Cruce de peatones	3.19
Cruce de peatones	4.80
Cruce de peatones	5.00
Recojo de pasajeros de mototaxi	6.20
Recojo de pasajeros de mototaxi	5.64
Recojo de pasajeros de microbús	6.61
Recojo de pasajeros de mototaxi	5.40
Recojo de pasajeros de taxi	4.70
Recojo de pasajeros de taxi	3.68
Cruce de peatones	4.23
Cruce de peatones	3.85
Cruce de peatones	5.46
Cruce de peatones	6.32
Cruce de peatones	5.98
Cruce de peatones	6.10
Recojo de pasajeros de mototaxi	4.70
Recojo de pasajeros de mototaxi	5.10
Recojo de pasajeros de mototaxi	4.72
Recojo de pasajeros de taxi	3.80
Recojo de pasajeros de taxi	4.23
Cruce de peatones	5.10
Cruce de peatones	4.11
<b><math>\Sigma d_{ap}, dirI</math></b>	<b>240.29</b>



**Tabla 103***Retraso por otros motivos de la dirección II*

<b>Motivo</b>	<b><math>d_{ap}(s)</math></b>
Recojo de pasajeros de mototaxi	5.54
Recojo de pasajeros de microbús	4.23
Recojo de pasajeros de mototaxi	5.82
Recojo de pasajeros de taxi	3.97
Recojo de pasajeros de taxi	3.95
Cruce de peatones	7.46
Cruce de peatones	9.45
Recojo de pasajeros de microbús	4.53
Recojo de pasajeros de mototaxi	3.50
Recojo de pasajeros de mototaxi	3.69
Recojo de pasajeros de taxi	4.10
Cruce de peatones	6.12
Cruce de peatones	8.50
Cruce de peatones	7.64
Recojo de pasajeros de mototaxi	5.61
Recojo de pasajeros de mototaxi	4.54
Recojo de pasajeros de taxi	4.63
Recojo de pasajeros de taxi	5.82
Cruce de peatones	4.97
Cruce de peatones	3.85
Cruce de peatones	6.46
Cruce de peatones	8.45
Cruce de peatones	4.63
Cruce de peatones	3.91
Cruce de peatones	3.19
Cruce de peatones	4.80
Cruce de peatones	5.00
Recojo de pasajeros de mototaxi	6.20
Recojo de pasajeros de mototaxi	5.64
Recojo de pasajeros de microbús	6.61
Recojo de pasajeros de mototaxi	5.40
Recojo de pasajeros de taxi	4.70
Recojo de pasajeros de taxi	3.68
Cruce de peatones	4.23
Cruce de peatones	3.85
Cruce de peatones	5.46
Cruce de peatones	6.32
Cruce de peatones	5.98
Cruce de peatones	6.10
Recojo de pasajeros de mototaxi	4.70
Recojo de pasajeros de mototaxi	5.10
Recojo de pasajeros de mototaxi	4.72
Recojo de pasajeros de taxi	3.80
Recojo de pasajeros de taxi	4.23

Motivo	$d_{ap}(s)$
Cruce de peatones	5.10
Cruce de peatones	4.11
$\Sigma d_{ap}, dirI$	240.29

#### Anexo 4

#### Obtención de UVE para mototaxi y bicicleta

##### Área de un auto:

**Tabla 104**

*Resumen de medidas geométricas de un auto*

Modelo	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Altura (mm)	Maletero (litros)
<i>Abarth 500</i>	3.666	1.627	1.48	185
<i>Citroën C1</i>	3.466	1.615	1.46	196
<i>Fiat 500</i>	3.571	1.627	1.488	185
<i>Fiat Panda</i>	3.653	1.643	1.551	225
<i>Ford Ka+</i>	3.941	1.704	1.524	270
<i>Ford Ka+</i>	3.665	1.66	1.5	252
<i>Kia Picanto</i>	3.595	1.595	1.485	255
<i>Mitsubishi Space Star</i>	3.795	1.665	1.505	235
<i>Opel Adam</i>	3.698	1.72	1.484	270
<i>Opel Karl</i>	3.675	1.604	1.476	206
<i>Peugeot 108</i>	3.475	1.615	1.46	196
<i>Renault Twingo</i>	3.595	1.646	1.554	174
<i>SEAT Mii</i>	3.557	1.641	1.478	251
<i>Skoda Citigo</i>	3.597	1.645	1.478	251
<i>Smart ForTwo</i>	2.695	1.663	1.55	260
<i>Smart Forfour</i>	3.495	1.665	1.554	185
<i>Suzuki Celerio</i>	3.6	1.6	1.42	254
<i>Toyota Aygo</i>	3.465	1.615	1.46	138
<i>Volkswagen Up!</i>	3.6	1.645	1.492	251
<b>Promedio:</b>	<b>3.57</b>	<b>1.64</b>	<b>1.49</b>	<b>223.11</b>

*Nota: Extraído de Motor Blogs Mapfre, 2024.*

$$A_{Auto} = 3.57 \text{ m} * 1.64 \text{ m} = 5.85 \text{ m}^2$$

**Mototaxi:**

**Tabla 105**

*Medidas Geométricas de un mototaxi*

<b>Vehículo</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Anchura (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
<i>Bicicleta</i>	2.96	1.35	1.77

$$UVE_{Mototaxi} = \frac{2.96 \text{ m} * 1.35 \text{ m}}{5.85 \text{ m}^2} = \frac{4.00 \text{ m}^2}{5.85 \text{ m}^2} = 0.68$$

**Bicicleta:**

**Tabla 106**

*Medidas Geométricas de una bicicleta*

<b>Vehículo</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Anchura (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
<i>Bicicleta</i>	1.73	1.00	0.79

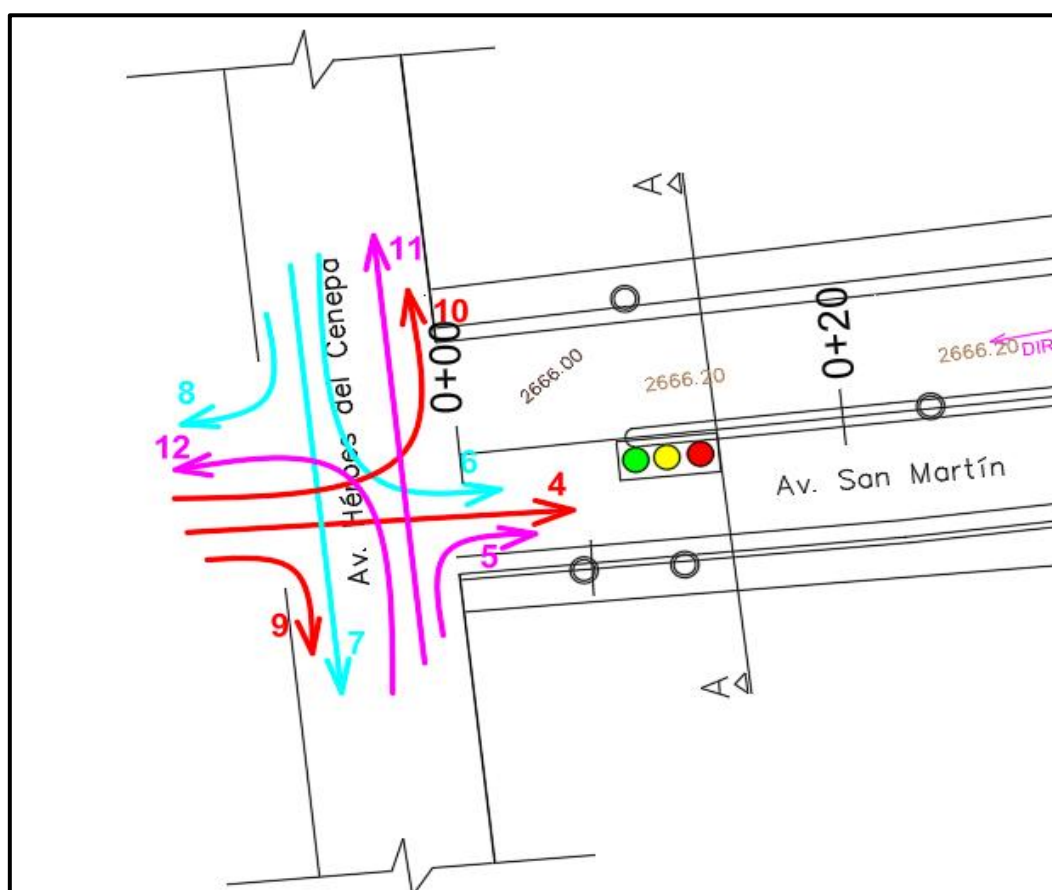
$$UVE_{Bicicleta} = \frac{1.73 \text{ m} * 1.00 \text{ m}}{5.85 \text{ m}^2} = \frac{1.73 \text{ m}^2}{5.85 \text{ m}^2} = 0.30$$

## Anexo 5

### Porcentaje de pelotón que llegan durante el verde en la intersección aguas arriba

**Figura 13**

*Sentidos de flujo vehicular en la intersección semaforizada de las Av Héroes del Cenepa y San Martín*



Nota. Los sentidos de flujo vehicular de interés son el S4, S5 y S6, debido a que ingresan a la zona de estudio.

**Tabla 107**

*Porcentaje de pelotón que llegan durante el verde en la intersección aguas arriba en la dirección I*

Día	4 (veh/h)	5 (veh/h)	6 (veh/h)	7 (veh/h)	8 (veh/h)	9 (veh/h)	10 (veh/h)	11 (veh/h)	12 (veh/h)	4+5+6+ 7+8+9+ 10+11+12	(4+5+6)/ (4+5+6+7+8 +9+10+11+12)
Lunes	263	175	144	212	168	112	101	112	184	1471	39.56%
Martes	267	156	199	195	154	132	82	100	156	1441	43.16%
Miércoles	224	207	258	145	230	198	152	173	145	1732	39.78%
Jueves	269	179	148	115	125	100	82	90	116	1224	48.69%
Viernes	213	181	210	179	154	128	132	174	154	1525	39.61%
Sábado	150	219	179	78	102	95	74	87	114	1098	49.91%
Domingo	185	128	200	151	185	185	85	104	189	1412	36.33%

## Anexo 6

### Panel Fotográfico

**Figura 14**

*Estacionamiento y altura de instrumento en la Av. San Martín*



Nota. Medición de altura de instrumento en el Punto de Estación N°1.

**Figura 15**

*Visualización del prisma como parte del levantamiento topográfico en la Av. San Martín*



Nota. Visualización del prisma en el punto del borde de calzada en la dirección I, ida (NO-SE).



**Figura 16**

*Verificación de punto topográfico a tomar en la Av. San Martín*



Nota. Indicación de ubicación de punto de interés.

**Figura 17**

*Ubicación del prisma en el punto de inicio de la berma central*



Nota. Tesista ubicando el prisma debidamente nivelado.

### Figura 18

Registro del flujo vehicular en la dirección de viaje II de la Av. San Martín



Nota. Aforo vehicular en la dirección de viaje II, vuelta (SE-NO) de la Av. San Martín, comprendido desde la Av. Industrial hasta la Av. Héroes de Cenepa.

### Figura 19

*Condiciones del flujo vehicular en la dirección de viaje I de la Av. San Martín*



Nota. Vista general del flujo vehicular en la dirección de viaje I, ida (NO-SE) de la Av. San Martín, comprendido desde la Av. Héroes de Cenepa hasta la Av. Industrial.



**Figura 20**

*Condiciones del flujo vehicular en la dirección de viaje II de la Av. San Martín*



Nota. Vista general del flujo vehicular en la dirección de viaje II, vuelta (SE-NO) de la Av. San Martín, que comprende desde la Av. Héroes de Cenepa hasta la Av. Industrial.

**Figura 21**

*Ejecución del levantamiento topográfico bajo la supervisión de mi asesora de tesis*



Nota. Inspección del adecuado procedimiento del levantamiento topográfico.



## Figura 22

*Registro del flujo vehicular en la dirección de viaje I de la Av. San Martín*



Nota. Aforo vehicular en la dirección de viaje I de la Av. San Martín, que comprende desde la Av. Héroes de Cenepa hasta la Av. Industrial, con la supervisión técnica de mi asesora.

## Figura 23

*Deterioro del pavimento rígido en la dirección II de la Av. San Martín*



Nota. Presencia de baches en la dirección II, vuelta (SE-NO).

**Figura 24**

*Presencia de baches en la dirección I de la zona de estudio*



Nota. Se observa deterioro en las reparaciones en pavimento rígido.

**Figura 25**

*Fisuras en el pavimento rígido*



Nota. Estado actual del pavimento rígido en la zona de estudio.



**Figura 26**

*Grietas longitudinales en la vereda de la zona de estudio*



Nota. La imagen evidencia deterioro superficial del pavimento peatonal.

**Figura 27**

*Semáforo de control en la dirección I de la Av. San Martín*



Nota. Semáforo en la dirección I en la intersección de las Avenidas San Martín de Porres y Héroes del Cenepa

## ANEXO 7

### Datos del Levantamiento Topográfico

PUNTO	COOR. ESTE	COOR. NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	776720	9205734	2665.9083	E1
2	776621.002	9205858.554	2665.6073	CALZADA,1
3	776631.507	9205865.43	2665.5476	CALZADA,2
4	776622.648	9205866.814	2665.5984	CALZADA,3
5	776623.472	9205867.298	2665.5882	CALZADA,4
6	776629.95	9205844.641	2666.2589	CALZADA,5
7	776629.93	9205844.664	2665.6565	CALZADA,6
8	776635.028	9205848.136	2665.8092	CALZADA,7
9	776640.645	9205852.047	2665.7092	CALZADA,8
10	776635.884	9205848.673	2665.7991	CALZADA,9
11	776644.751	9205822.854	2665.8548	CALZADA,10
12	776649.713	9205826.181	2665.9136	CALZADA,11
13	776650.516	9205826.747	2665.919	CALZADA,12
14	776655.654	9205830.243	2665.798	CALZADA,13
15	776647.243	9205819.234	2665.8554	CALZADA,14
16	776652.269	9205822.496	2665.9255	CALZADA,15
17	776653.114	9205823	2665.9515	CALZADA,16
18	776659.483	9205824.95	2665.794	CALZADA,17
19	776659.732	9205801.05	2665.8927	CALZADA,18
20	776654.374	9205821.481	2665.9526	CALZADA,19
21	776663.374	9205819.737	2665.7726	CALZADA,20
22	776669.3	9205787.527	2665.9418	CALZADA,21
23	776673.24	9205782.15	2665.9601	CALZADA,22
24	776658.257	9205816.151	2665.9697	CALZADA,23
25	776673.262	9205782.069	2665.9555	CALZADA,24
26	776663.395	9205819.792	2665.7753	CALZADA,25
27	776673.277	9205782.082	2665.9495	CALZADA,26
28	776678.631	9205786.255	2666.0942	CALZADA,27
29	776682.611	9205793.988	2665.9427	CALZADA,28
30	776677.212	9205790.057	2666.0666	CALZADA,29
31	776683.261	9205769.109	2665.8738	CALZADA,30
32	776688.81	9205773.222	2666.0222	CALZADA,31
33	776694.362	9205778.858	2665.8371	CALZADA,32
34	776689.129	9205774.453	2665.9904	CALZADA,33
35	776706.987	9205749.849	2665.9107	CALZADA,34
36	776701.487	9205745.552	2665.7202	CALZADA,35
37	776696.799	9205775.581	2665.8343	CALZADA,36
38	776709.887	9205735.226	2665.6516	CALZADA,37
39	776720.784	9205745.166	2665.6481	CALZADA,38
40	776715.171	9205739.519	2665.7827	CALZADA,39
41	776714.825	9205741.566	2665.8074	CALZADA,40
42	776719.297	9205734.333	2665.7343	CALZADA,41

PUNTO	COOR. ESTE	COOR. NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
43	776720.075	9205734.962	2665.7577	CALZADA,42
44	776713.929	9205730.151	2665.5982	CALZADA,43
45	776725.619	9205739.119	2665.6214	CALZADA,44
46	776734.417	9205704.353	2665.4354	CALZADA,45
47	776739.685	9205708.288	2665.5429	CALZADA,46
48	776745.924	9205713.018	2665.4274	CALZADA,47
49	776740.614	9205708.925	2665.5519	CALZADA,48
50	776758.507	9205672.797	2665.3071	CALZADA,49
51	776763.622	9205676.901	2665.368	CALZADA,50
52	776769.725	9205681.752	2665.2688	CALZADA,51
53	776767.549	9205659.341	2665.3246	CALZADA,52
54	776770.307	9205656.045	2665.2918	CALZADA,53
55	776775.75	9205659.426	2665.2993	CALZADA,54
56	776773.698	9205662.973	2665.2835	CALZADA,55
57	776778.444	9205670.214	2665.1006	CALZADA,56
58	776772.601	9205666.894	2665.2877	CALZADA,57
59	776777.078	9205644.887	2665.2428	CALZADA,58
60	776781.279	9205665.292	2665.1286	CALZADA,59
61	776775.733	9205662.552	2665.2494	CALZADA,60
62	776782.452	9205648.132	2665.2991	CALZADA,61
63	776783.344	9205648.614	2665.289	CALZADA,62
64	776789.201	9205652.084	2665.1442	CALZADA,63
65	776791.247	9205620.995	2665.2455	CALZADA,64
66	776795.907	9205625.397	2665.3335	CALZADA,65
67	776798.6	9205620.875	2665.3208	CALZADA,66
68	776798.606	9205620.867	2665.3219	CALZADA,67
69	776793.206	9205617.735	2665.2285	CALZADA,68
70	776801.357	9205618.034	2665.3162	CALZADA,69
71	776800.498	9205617.583	2665.3088	CALZADA,70
72	776808.509	9205590.836	2665.2305	CALZADA,71
73	776813.968	9205594.036	2665.3418	CALZADA,72
74	776815.222	9205593.895	2665.3591	CALZADA,73
75	776820.777	9205597.844	2665.2205	CALZADA,74
76	776813.375	9205582.27	2665.2359	CALZADA,75
77	776813.377	9205582.266	2665.2365	CALZADA,76
78	776818.936	9205585.415	2665.3452	CALZADA,77
79	776820.033	9205585.955	2665.3673	CALZADA,78
80	776825.689	9205589.39	2665.1952	CALZADA,79
81	776616.785	9205861.345	2665.748	V,80
82	776617.658	9205863.178	2665.7499	V,81
83	776629.942	9205870.13	2665.636	V,82
84	776630.514	9205870.196	2665.6272	V,83
85	776620.88	9205858.12	2665.7473	V,84
86	776623.5	9205853.774	2665.7874	V,85
87	776621.943	9205853.927	2665.8001	V,86

PUNTO	COOR. ESTE	COOR. NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
88	776634.628	9205863.025	2665.6914	V,87
89	776636.714	9205846.754	2665.9057	V,88
90	776630.707	9205856.393	2665.9514	V,89
91	776648.079	9205843.098	2665.8388	V,90
92	776640.776	9205827.634	2665.9492	V,91
93	776655.619	9205831.995	2665.9031	V,92
94	776641.817	9205822.075	2666.0627	V,93
95	776643.685	9205823.541	2665.9858	V,94
96	776659.39	9205826.454	2665.914	V,95
97	776645.149	9205817.294	2666.0473	V,96
98	776647.254	9205818.514	2666.0038	V,97
99	776656.181	9205818.511	2665.9461	V,98
100	776665.093	9205817.966	2666.1295	V,99
101	776657.861	9205802.584	2666.05	V,100
102	776669.445	9205800.044	2666.1478	V,101
103	776659.876	9205798.887	2666.0646	V,102
104	776677.604	9205786.476	2666.0767	V,103
105	776668.078	9205785.582	2666.2407	V,104
106	776670.08	9205785.484	2666.2234	V,105
107	776686.173	9205790.548	2666.072	V,106
108	776672.431	9205779.699	2666.1593	V,107
109	776673.267	9205781.031	2666.1392	V,108
110	776695.996	9205780.423	2665.9861	V,109
111	776695.248	9205778.891	2665.9743	V,110
112	776675.796	9205777.637	2666.1037	V,111
113	776697.053	9205776.349	2665.9836	V,112
114	776698.757	9205776.983	2666.0169	V,113
115	776697.382	9205749.711	2665.9152	V,114
116	776698.448	9205748.246	2665.9242	V,115
117	776701.565	9205771.043	2665.9591	V,116
118	776697.726	9205744.395	2666.0742	V,117
119	776700.374	9205745.945	2666.0079	V,118
120	776701.226	9205744.036	2665.8826	V,119
121	776706.021	9205752.078	2666.0571	V,120
122	776707.385	9205734.319	2665.8169	V,121
123	776711.855	9205743.937	2665.8474	V,122
124	776708.13	9205736.23	2665.7821	V,123
125	776718.331	9205749.823	2665.8204	V,124
126	776719.621	9205748.151	2665.8147	V,125
127	776721.682	9205747.809	2665.6875	V,126
128	776720.954	9205746.233	2665.7607	V,127
129	776725.983	9205739.927	2665.7524	V,128
130	776727.993	9205740.119	2665.5296	V,129
131	776735.163	9205729.628	2665.7196	V,130
132	776713.496	9205729.391	2665.7464	V,131

PUNTO	COOR. ESTE	COOR. NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
133	776739.752	9205722.299	2665.6434	V,132
134	776740.299	9205721.489	2665.6321	V,133
135	776736.612	9205713.194	2665.7108	V,134
136	776732.531	9205705.21	2665.6041	V,135
137	776734.175	9205703.225	2665.5964	V,136
138	776744.749	9205704.704	2665.5023	V,137
139	776758.219	9205698.018	2665.4957	V,138
140	776749.929	9205682.618	2665.5346	V,139
141	776775.783	9205674.903	2665.2986	V,140
142	776762.13	9205666.637	2665.5015	V,141
143	776763.972	9205663.081	2665.5232	V,142
144	776766.743	9205672.904	2665.343	V,143
145	776764.768	9205658.076	2665.5274	V,144
146	776773.854	9205664.019	2665.2862	V,145
147	776767.3	9205660.032	2665.4757	V,146
148	776768.525	9205657.474	2665.2901	V,147
149	776779.798	9205672.63	2665.2984	V,148
150	776779.067	9205670.769	2665.2423	V,149
151	776772.353	9205657.824	2665.3405	V,150
152	776777.576	9205670.167	2665.1613	V,151
153	776782.231	9205666.454	2665.0522	V,152
154	776782.081	9205665.63	2665.2652	V,153
155	776784.208	9205665.709	2665.2538	V,154
156	776767.297	9205654.6	2665.3908	V,155
157	776769.915	9205655.539	2665.38	V,156
158	776770.154	9205654.777	2665.3855	V,157
159	776788.068	9205655.189	2665.297	V,158
160	776783.603	9205632.91	2665.3452	V,159
161	776787.74	9205624.838	2665.2936	V,160
162	776789.461	9205619.35	2665.3356	V,161
163	776790.572	9205620.374	2665.2936	V,162
164	776796.174	9205625.431	2665.467	V,163
165	776791.189	9205616.466	2665.42	V,164
166	776791.943	9205618.002	2665.3942	V,165
167	776815.185	9205608.989	2665.3693	V,166
168	776791.914	9205618.025	2665.3804	V,167
169	776796.58	9205609.757	2665.3425	V,168
170	776829.349	9205584.441	2665.3737	V,169
171	776791.175	9205616.472	2665.4099	BM1,170
172	776801.309	9205616.236	2665.4783	BM1,171
173	776801.319	9205616.22	2665.477	BM2,172
174	776811.401	9205598.654	2665.4828	BM4,173
E2	776819.183	9205602.112	2665.3413	BM2,174
175	776828.808	9205549.404	2665.5605	E2
176	776804.97	9205625.262	2665.1633	CALZADA,175

PUNTO	COOR. ESTE	COOR. NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
177	776800.186	9205605.095	2665.2232	CALZADA,176
178	776799.143	9205621.898	2665.3186	CALZADA,177
179	776807.379	9205605.483	2665.3091	CALZADA,178
180	776807.296	9205621.243	2665.1823	CALZADA,179
181	776825.438	9205574.031	2665.4205	CALZADA,180
182	776800.911	9205617.565	2665.3296	CALZADA,181
183	776819.64	9205570.811	2665.2935	CALZADA,182
184	776819.642	9205570.806	2665.2947	CALZADA,183
185	776814.783	9205594.534	2665.3528	CALZADA,184
186	776830.612	9205550.821	2665.3711	CALZADA,185
187	776820.685	9205597.835	2665.2175	CALZADA,186
188	776836.326	9205553.764	2665.4422	CALZADA,187
189	776835.051	9205557.263	2665.4694	CALZADA,188
190	776843.185	9205557.323	2665.2921	CALZADA,189
191	776837.191	9205554.274	2665.4505	CALZADA,190
192	776842.823	9205542.094	2665.4761	CALZADA,191
193	776840.795	9205544.974	2665.4371	CALZADA,192
194	776861.444	9205520.386	2665.2103	CALZADA,193
195	776834.83	9205541.834	2665.3416	CALZADA,194
196	776855.561	9205517.429	2665.3221	CALZADA,195
197	776859.241	9205509.822	2665.2677	CALZADA,196
198	776846.238	9205518.221	2665.1922	CALZADA,197
199	776865.024	9205512.741	2665.1799	CALZADA,198
200	776852.498	9205521.364	2665.3404	CALZADA,199
201	776867.89	9205488.441	2665.1502	CALZADA,200
202	776874.736	9205491.619	2665.0063	201
203	776861.51	9205485.583	2664.9316	202
204	776861.519	9205485.568	2664.9302	203
205	776861.499	9205485.613	2664.9293	204
206	776861.479	9205485.574	2664.9856	205
207	776867.845	9205488.498	2665.1441	206
208	776868.782	9205488.793	2665.1452	207
209	776882.583	9205458.917	2664.968	208
210	776878.82	9205464.487	2664.9912	209
211	776872.678	9205461.561	2664.8223	210
212	776888.546	9205461.64	2665.3081	211
213	776888.368	9205428.763	2664.6841	212
214	776901.834	9205431.479	2664.6028	213
215	776896.104	9205428.966	2664.7712	214
216	776831.539	9205539.744	2665.4645	215
217	776834.63	9205540.056	2665.4168	216
218	776836.006	9205536.855	2665.4016	217
219	776838.368	9205531.683	2665.3464	218
220	776842.585	9205522.973	2665.2983	219
221	776847.918	9205511.464	2665.2737	220
















PUNTO	COOR. ESTE	COOR. NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
222	776856.239	9205493.936	2665.2133	221
223	776859.536	9205486.432	2665.1875	222
224	776868.128	9205468.605	2665.0918	BM5,223
225	776871.237	9205459.845	2665.0777	BM6,224
226	776882.038	9205479.913	2665.0728	BM4,225
227	776855.393	9205491.945	2665.246	226
228	776851.014	9205524.628	2665.5015	227
229	776801.681	9205632.536	2665.33	228
230	776807.103	9205626.484	2665.3646	229
231	776824.089	9205561.319	2665.4928	230
232	776805.926	9205625.775	2665.3413	231
233	776825.248	9205575.257	2665.5896	232
234	776813.124	9205581.391	2665.3881	233
235	776810.708	9205585.224	2665.3875	234
236	776807.859	9205621.537	2665.3242	235
237	776809.557	9205622.551	2665.3635	236
238	776815.416	9205608.743	2665.3436	237
239	776834.927	9205546.687	2665.3789	238
240	776829.492	9205584.157	2665.3868	239
241	776828.179	9205549.544	2665.5394	240
242	776829.96	9205550.551	2665.4935	241
243	776843.187	9205558.391	2665.4427	242
244	776844.725	9205555.016	2665.2743	243
245	776851.182	9205524.902	2665.5014	244
246	776856.46	9205532.02	2665.405	245
247	776857.324	9205531.167	2665.4273	246
248	776860.277	9205506.298	2665.2621	247
249	776867.053	9205511.912	2665.3316	248
250	776868.01	9205509.977	2665.316	249
251	776878.346	9205466.593	2665.1508	250
252	776882.556	9205458.885	2664.9663	251
253	776872.006	9205502.716	2665.6469	252
254	776883.127	9205475.829	2665.0329	253
255	776881.731	9205439.649	2664.5902	254
256	776883.703	9205473.766	2665.02	255
257	776885.507	9205431.372	2664.4795	256
258	776892.415	9205416.719	2664.3512	257
259	776896.32	9205445.605	2664.8466	258
260	776903.67	9205392.704	2664.1445	259
261	776896.303	9205445.621	2664.8433	260
262	776903.693	9205432.675	2664.7794	261
263	776902.576	9205431.718	2664.7266	262
264	776908.335	9205421.062	2664.6675	263
E3	776907.192	9205421.408	2664.6831	264
265	776881.612	9205437.575	2664.9851	E3

PUNTO	COOR. ESTE	COOR. NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
266	776874.944	9205450.015	2665.0952	265
267	776878.816	9205439.237	2665.1221	266
268	776888.147	9205428.703	2664.6688	267
269	776903.168	9205428.488	2664.5934	268
270	776893.982	9205431.503	2664.8038	269
271	776897.548	9205426.024	2664.7504	270
272	776900.736	9205416.544	2664.6842	271
273	776901.455	9205417.482	2664.6989	272
274	776903.145	9205412.154	2664.7924	273
275	776906.891	9205420.387	2664.5741	274
276	776907.89	9205419.62	2664.6833	275
277	776910.493	9205395.591	2664.4649	276
278	776919.145	9205395.388	2664.4596	277
279	776908.592	9205385.543	2664.3221	278
280	776920.41	9205391.106	2664.3067	279
281	776906.026	9205384.571	2664.47	280
282	776914.715	9205389.007	2664.4037	281
283	776910.71	9205378.421	2664.4043	282
284	776923.279	9205387.485	2664.4002	283
285	776912.446	9205383.43	2664.3191	284
286	776909.996	9205376.69	2664.4033	285
287	776930.703	9205370.611	2664.2009	286
288	776917.784	9205363.446	2664.2003	287
289	776931.196	9205369.69	2664.1861	288
290	776924.435	9205365.829	2664.1576	289
291	776924.327	9205367.396	2664.3432	290
292	776919.077	9205363.277	2663.9795	291
293	776925.193	9205365.002	2664.2663	292
294	776929.745	9205337.912	2663.9082	293
295	776928.84	9205358.954	2664.0537	294
296	776929.944	9205336.665	2663.8997	295
297	776934.211	9205361.668	2663.9566	296
298	776932.871	9205330.034	2663.8465	297
299	776944.276	9205343.108	2663.8687	298
300	776934.652	9205326.353	2663.8687	299
301	776946.732	9205338.031	2663.826	300
302	776939.32	9205330.316	2663.688	301
303	776936.739	9205339.726	2663.845	302
304	776932.907	9205347.857	2663.9287	303
305	776952.382	9205328.999	2663.7115	304
306	776946.56	9205310.499	2663.9717	305
307	776946.886	9205308.722	2663.9754	306
308	776953.065	9205327.986	2663.6919	307
309	776949.536	9205311.255	2663.5828	308

# APÉNDICES

## APÉNDICES 1















### Formato utilizado para el aforo
















		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		TESISTA:		FECHA:		DÍA:				
		FACULTAD DE INGENIERIA		TITULO: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEP E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM								
		ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		Avenida:		CIUDAD:						
				TRAMO:								
FICHA DE AFOROS VEHICULARES												
		VEHÍCULOS DE PASAJEROS					VEHÍCULOS DE CARGA					
		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES		CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS			
		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3		T2S1, T2S2, T2S3, C2R2...	MOTOTAXIS	MOTOCICLETA	BICICLETA
INICIO	FIN											
7:00	7:15											
7:15	7:30											
7:30	7:45											
7:45	8:00											
8:00	8:15											
8:15	8:30											
8:30	8:45											
8:45	9:00											
9:00	9:15											
9:15	9:30											
9:30	9:45											
9:45	10:00											
10:00	10:15											
10:15	10:30											
10:30	10:45											
10:45	11:00											
11:00	11:15											
11:15	11:30											
11:30	11:45											
11:45	12:00											
12:00	12:15											
12:15	12:30											
12:30	12:45											
12:45	13:00											
13:00	13:15											
13:15	13:30											
13:30	13:45											
13:45	14:00											
14:00	14:15											
14:15	14:30											
14:30	14:45											
14:45	15:00											
15:00	15:15											
15:15	15:30											
15:30	15:45											
15:45	16:00											
16:00	16:15											
16:15	16:30											
16:30	16:45											
16:45	17:00											
17:00	17:15											
17:15	17:30											
17:30	17:45											
17:45	18:00											
18:00	18:15											
18:15	18:30											
18:30	18:45											
18:45	19:00											
19:00	19:15											
19:15	19:30											
19:30	19:45											
19:45	20:00											
TOTALES												













## APÉNDICES 2
















### Aforo diario realizado










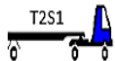




Aforo vehicular en ambas direcciones de los siete días de la semana como muestra a continuación:

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA				TESISTA: BACHILLER. LUNA RONCAL, MILAGROS TATIANA				FECHA: 18/11/25		DÍA: Lunes			
		FACULTAD DE INGENIERIA				TITULO: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEP E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010".									
		ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				Avenida: SAN MARTÍN DE PORRES		CIUDAD: Cajamarca		Dirección: I, NO-SE (IDA)					
				TRAMO: Av.Héroes del Cenepa hasta Av. Industrial											
FICHA DE AFOROS VEHICULARES															
		VEHÍCULOS DE PASAJEROS						VEHÍCULOS DE CARGA							
		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS					
HORA		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3		T2S1,T2S2, T2S3, C2R2...		MOTOTAXIS	MOTOCICLETA	BICICLETA		
INICIO	FIN														
7:00	7:15	18	20	14	2	0	0		0		38	28	6		
7:15	7:30	18	21	17	2	0	3		1		45	30	12		
7:30	7:45	22	17	6	1	0	4		1		48	43	10		
7:45	8:00	22	23	9	0	0	6		0		52	20	7		
8:00	8:15	23	16	15	2	0	4		2		58	20	10		
8:15	8:30	20	23	12	1	0	3		0		57	12	9		
8:30	8:45	12	17	9	0	0	4		0		50	21	11		
8:45	9:00	16	17	15	0	0	4		1		45	18	7		
9:00	9:15	16	13	15	0	0	10		1		51	17	6		
9:15	9:30	19	11	17	0	0	7		1		22	13	14		
9:30	9:45	12	11	5	1	0	4		1		24	8	12		
9:45	10:00	19	15	8	0	0	3		0		35	15	8		
10:00	10:15	24	22	11	0	0	7		0		46	17	11		
10:15	10:30	20	19	15	0	0	8		0		37	17	8		
10:30	10:45	27	22	10	1	0	4		0		39	19	9		
10:45	11:00	23	18	12	1	0	5		0		37	20	10		
11:00	11:15	14	18	16	1	0	4		1		35	16	7		
11:15	11:30	17	18	21	0	0	1		0		58	20	12		
11:30	11:45	13	13	17	0	0	5		0		33	13	10		
11:45	12:00	32	19	21	0	0	5		0		30	21	12		
12:00	12:15	16	24	16	0	0	5		1		39	15	9		
12:15	12:30	38	21	17	1	0	0		2		36	20	8		
12:30	12:45	16	16	17	0	0	7		0		39	31	10		
12:45	13:00	19	23	12	0	0	3		2		46	30	8		
13:00	13:15	16	24	24	0	0	3		2		52	35	14		
13:15	13:30	19	22	22	1	0	7		0		54	35	13		
13:30	13:45	24	18	15	0	0	11		0		43	20	9		
13:45	14:00	24	16	15	0	0	4		0		35	18	15		
14:00	14:15	25	18	15	0	0	1		0		49	19	12		
14:15	14:30	21	22	11	0	0	5		0		42	12	10		
14:30	14:45	17	20	11	0	0	3		1		40	11	11		
14:45	15:00	17	15	10	0	0	1		0		46	15	14		
15:00	15:15	19	19	16	1	0	4		0		47	17	12		
15:15	15:30	21	14	13	0	0	6		1		48	20	7		
15:30	15:45	17	18	9	0	0	1		0		30	16	13		
15:45	16:00	24	18	9	0	0	5		2		30	7	12		
16:00	16:15	9	18	7	1	0	3		0		35	26	11		
16:15	16:30	28	18	14	0	0	10		0		37	29	9		
16:30	16:45	20	11	8	0	0	6		0		25	18	15		
16:45	17:00	18	20	17	0	0	12		0		42	20	14		
17:00	17:15	19	11	13	0	0	3		0		38	16	6		
17:15	17:30	31	13	18	0	0	10		0		39	24	10		
17:30	17:45	20	12	8	0	0	4		0		41	20	12		
17:45	18:00	14	17	13	0	0	8		0		44	21	8		
18:00	18:15	24	18	9	0	0	3		0		47	29	14		
18:15	18:30	20	15	13	0	0	6		1		50	29	12		
18:30	18:45	19	16	22	0	0	6		0		40	26	10		
18:45	19:00	31	20	19	0	0	6		1		64	36	7		
19:00	19:15	27	17	12	0	0	5		0		42	29	12		
19:15	19:30	26	10	17	1	0	8		1		13	40	10		
19:30	19:45	21	15	15	0	0	3		0		52	40	6		
19:45	20:00	32	9	12	1	0	2		0		68	31	6		
TOTALES		1079	901	714	18	0	252		23		2193	1143	530		










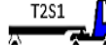




		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA				TESISTA: BACHILLER. LUNA RONCAL, MILAGROS TATIANA				FECHA: 18/11/25		DÍA: Lunes			
		FACULTAD DE INGENIERIA				TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEPÁ E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010”.									
		ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				Avenida: SAN MARTÍN DE PORRES		CIUDAD: Cajamarca		Dirección: II , SE-NO (VUELTA)					
				TRAMO: Av.Héroes del Cenepa hasta Av. Industrial											
FICHA DE AFOROS VEHICULARES															
		VEHÍCULOS DE PASAJEROS						VEHÍCULOS DE CARGA							
		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS					
HORA		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3		T2S1,T2S2, T2S3, C2R2...		MOTOTAXIS	MOTOCICLETA	BICICLETA		
INICIO	FIN														
7:00	7:15	41	26	32	3	0	0		0		80	51	7		
7:15	7:30	37	24	25	0	0	4		0		83	59	7		
7:30	7:45	22	18	24	4	0	7		0		67	40	14		
7:45	8:00	32	20	23	1	0	9		0		85	52	12		
8:00	8:15	24	18	24	0	0	13		1		67	27	11		
8:15	8:30	17	22	18	1	0	8		0		60	34	10		
8:30	8:45	28	16	21	3	0	7		0		51	32	6		
8:45	9:00	24	19	20	0	0	6		0		49	31	4		
9:00	9:15	23	19	24	0	0	9		0		52	24	7		
9:15	9:30	24	17	13	1	0	6		1		56	24	6		
9:30	9:45	20	18	16	1	0	5		1		51	25	5		
9:45	10:00	9	15	15	1	0	4		1		47	18	4		
10:00	10:15	33	23	15	0	0	4		0		58	25	4		
10:15	10:30	20	21	21	0	0	9		0		56	24	10		
10:30	10:45	29	20	15	1	0	6		0		38	17	7		
10:45	11:00	28	18	24	1	0	5		0		51	26	6		
11:00	11:15	14	14	23	0	0	4		0		47	22	8		
11:15	11:30	18	18	22	1	0	11		0		50	26	4		
11:30	11:45	18	20	7	2	0	4		0		63	19	8		
11:45	12:00	36	19	18	0	0	7		1		54	21	4		
12:00	12:15	18	27	22	1	0	6		1		64	23	7		
12:15	12:30	23	19	13	1	0	7		0		58	21	9		
12:30	12:45	18	18	14	1	0	5		0		37	23	4		
12:45	13:00	18	15	20	0	0	5		0		52	25	7		
13:00	13:15	28	19	19	1	0	9		0		50	36	10		
13:15	13:30	22	18	28	1	0	2		0		44	34	8		
13:30	13:45	24	23	18	0	0	4		0		24	25	7		
13:45	14:00	18	20	26	1	0	3		0		34	22	8		
14:00	14:15	25	22	19	0	0	3		0		50	23	5		
14:15	14:30	18	20	18	0	0	7		0		45	28	8		
14:30	14:45	10	15	25	0	0	2		0		59	28	11		
14:45	15:00	28	20	28	0	0	3		1		58	26	6		
15:00	15:15	25	21	21	1	0	4		2		54	26	11		
15:15	15:30	18	18	24	0	0	8		0		43	29	4		
15:30	15:45	24	19	14	1	0	3		0		38	28	7		
15:45	16:00	23	22	14	0	0	5		0		54	26	10		
16:00	16:15	26	15	14	0	0	2		0		46	34	6		
16:15	16:30	25	19	19	0	0	6		0		49	26	10		
16:30	16:45	20	18	10	0	0	5		2		28	23	4		
16:45	17:00	15	19	14	0	0	8		0		49	12	8		
17:00	17:15	26	20	23	0	0	9		0		59	37	8		
17:15	17:30	28	13	24	0	0	7		0		52	22	5		
17:30	17:45	23	21	23	0	0	2		0		58	32	9		
17:45	18:00	35	14	27	0	0	6		1		55	31	5		
18:00	18:15	29	19	12	0	0	7		0		45	23	0		
18:15	18:30	23	18	28	2	0	1		0		53	38	5		
18:30	18:45	17	15	20	0	0	3		0		61	35	8		
18:45	19:00	23	11	19	1	0	5		0		54	33	7		
19:00	19:15	15	16	30	0	0	5		0		43	19	4		
19:15	19:30	27	13	21	0	0	2		1		40	34	5		
19:30	19:45	30	14	22	0	0	3		0		45	28	8		
19:45	20:00	18	5	7	0	0	2		0		52	23	2		
TOTALES		1217	951	1036	31	0	277		13		2718	1470	360		















		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA				TESISTA: BACHILLER. LUNA RONCAL, MILAGROS TATIANA				FECHA: 19/11/25		DÍA: Martes		
		FACULTAD DE INGENIERIA				TÍTULO: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENPEA E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010".								
		ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				Avenida: SAN MARTÍN DE PORRES		CIUDAD: Cajamarca		Dirección: I, NO-SE (IDA)				
						TRAMO: Av.Héroes del Cenepa hasta Av. Industrial								
FICHA DE AFOROS VEHICULARES														
		VEHÍCULOS DE PASAJEROS						VEHÍCULOS DE CARGA						
		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS				
HORA		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3		T2S1,T2S2, T2S3, C2R2...		MOTOTAXIS	MOTOCICLETA	BICICLETA	
INICIO	FIN													
7:00	7:15	24	16	8	0	0	4		0		49	22	9	
7:15	7:30	36	19	9	0	0	0		0		51	30	12	
7:30	7:45	28	25	16	1	0	3		0		69	30	5	
7:45	8:00	17	17	33	0	0	7		0		52	26	17	
8:00	8:15	12	24	11	0	0	3		0		54	23	8	
8:15	8:30	21	16	6	0	0	3		0		58	25	5	
8:30	8:45	18	2	13	0	0	6		0		58	22	10	
8:45	9:00	19	15	10	0	0	7		1		40	15	7	
9:00	9:15	24	13	9	0	0	6		0		29	17	11	
9:15	9:30	30	22	12	0	0	11		0		47	28	13	
9:30	9:45	23	16	12	0	0	4		0		53	18	7	
9:45	10:00	18	9	7	0	0	3		0		38	15	9	
10:00	10:15	12	10	16	0	0	9		0		27	13	8	
10:15	10:30	15	15	10	0	0	6		0		28	24	10	
10:30	10:45	14	16	21	1	0	0		0		39	23	9	
10:45	11:00	15	22	14	0	0	4		1		36	16	8	
11:00	11:15	21	20	5	0	0	6		0		48	20	12	
11:15	11:30	15	12	14	0	0	1		0		44	18	14	
11:30	11:45	15	18	7	0	0	7		0		36	24	9	
11:45	12:00	19	15	16	0	0	5		0		38	13	7	
12:00	12:15	14	15	3	0	0	3		0		50	12	10	
12:15	12:30	26	17	16	1	0	3		1		45	25	6	
12:30	12:45	11	9	10	0	0	7		0		38	22	9	
12:45	13:00	24	20	12	0	0	0		0		57	31	5	
13:00	13:15	15	19	12	0	0	6		0		52	32	11	
13:15	13:30	27	22	18	1	0	5		0		51	43	9	
13:30	13:45	17	16	12	0	0	3		0		48	34	7	
13:45	14:00	25	15	15	0	0	5		0		34	23	9	
14:00	14:15	19	18	10	0	0	4		0		31	28	8	
14:15	14:30	14	14	15	0	0	3		0		29	23	11	
14:30	14:45	16	10	10	0	0	4		0		39	15	13	
14:45	15:00	16	10	10	0	0	4		0		39	15	6	
15:00	15:15	26	11	14	0	0	3		0		40	18	8	
15:15	15:30	12	20	14	0	0	0		1		36	22	9	
15:30	15:45	18	13	12	0	0	3		1		37	23	7	
15:45	16:00	11	20	12	0	0	2		0		45	26	12	
16:00	16:15	20	15	6	0	0	2		0		40	10	8	
16:15	16:30	16	16	19	0	0	3		0		40	27	12	
16:30	16:45	9	10	13	0	0	3		1		40	16	5	
16:45	17:00	24	20	16	0	0	2		0		49	27	10	
17:00	17:15	18	14	5	0	0	5		0		36	21	6	
17:15	17:30	22	17	13	0	0	4		0		48	22	9	
17:30	17:45	22	15	15	0	0	5		0		54	23	12	
17:45	18:00	20	12	12	0	0	6		0		50	16	11	
18:00	18:15	17	16	16	1	0	7		0		40	25	9	
18:15	18:30	22	16	14	0	0	2		0		32	32	10	
18:30	18:45	22	12	9	1	0	5		0		58	44	11	
18:45	19:00	26	20	11	0	0	1		0		58	41	7	
19:00	19:15	37	15	14	0	0	4		0		53	44	5	
19:15	19:30	25	13	13	1	0	4		0		49	42	10	
19:30	19:45	29	9	17	0	0	6		1		50	28	7	
19:45	20:00	18	12	14	0	0	3		0		51	28	8	
TOTALES		1034	803	651	7	0	212		7		2313	1260	470	














		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA				TESISTA: BACHILLER. LUNA RONCAL, MILAGROS TATIANA			FECHA: 19/11/25		DÍA: Martes			
		FACULTAD DE INGENIERIA				TITULO: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEA E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010".								
		ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				Avenida: SAN MARTÍN DE PORRES		CIUDAD: Cajamarca		Dirección: II , SE-NO (VUELTA)				
						TRAMO: Av.Héroes del Cenepa hasta Av. Industrial								
FICHA DE AFOROS VEHICULARES														
HORA		VEHÍCULOS DE PASAJEROS					VEHÍCULOS DE CARGA			MOTOTAXI			MOTOCICLETA	BICICLETA
		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES		CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS					
		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3		T2S1,T2S2, T2S3, C2R2...					
INICIO	FIN													
7:00	7:15	46	20	24	0	0	5		0	93	47	7		
7:15	7:30	31	21	23	0	0	3		1	79	50	12		
7:30	7:45	30	18	26	0	0	3		0	39	46	7		
7:45	8:00	29	6	20	1	0	3		0	74	45	11		
8:00	8:15	21	27	15	0	0	5		0	74	41	15		
8:15	8:30	22	19	19	0	0	1		0	69	38	8		
8:30	8:45	11	19	24	0	0	7		0	41	30	9		
8:45	9:00	27	22	8	2	0	9		1	50	18	16		
9:00	9:15	23	19	23	0	0	13		0	54	38	5		
9:15	9:30	19	25	12	0	0	8		0	57	29	4		
9:30	9:45	19	17	15	0	0	8		0	64	30	11		
9:45	10:00	18	16	19	0	0	7		0	56	16	7		
10:00	10:15	24	18	22	1	0	7		0	49	24	12		
10:15	10:30	14	18	14	0	0	9		1	43	13	4		
10:30	10:45	16	20	16	0	0	5		1	51	29	7		
10:45	11:00	9	15	17	0	0	4		0	36	21	5		
11:00	11:15	23	20	20	2	0	3		0	59	19	12		
11:15	11:30	21	20	17	0	0	5		1	36	30	26		
11:30	11:45	11	18	19	0	0	6		0	53	15	12		
11:45	12:00	21	16	17	0	0	5		0	25	28	7		
12:00	12:15	25	18	16	0	0	7		0	55	29	5		
12:15	12:30	21	19	21	1	0	7		0	50	25	7		
12:30	12:45	16	15	21	0	0	0		1	39	20	9		
12:45	13:00	27	14	18	2	0	3		0	52	21	6		
13:00	13:15	18	6	16	0	0	5		0	50	33	11		
13:15	13:30	8	23	23	1	0	4		0	48	35	8		
13:30	13:45	28	18	20	0	0	2		0	60	26	4		
13:45	14:00	15	14	6	0	0	6		0	42	35	8		
14:00	14:15	19	19	21	1	0	6		0	27	33	7		
14:15	14:30	13	13	16	0	0	3		0	46	37	9		
14:30	14:45	19	20	17	0	0	4		0	50	37	10		
14:45	15:00	23	17	39	0	0	5		0	34	26	8		
15:00	15:15	15	16	12	1	0	8		0	44	37	10		
15:15	15:30	23	18	15	0	0	6		0	40	24	7		
15:30	15:45	13	17	17	0	0	3		0	51	24	13		
15:45	16:00	22	21	19	0	0	4		0	52	25	4		
16:00	16:15	17	18	20	0	0	7		0	47	28	10		
16:15	16:30	14	14	14	0	0	5		1	50	15	9		
16:30	16:45	25	14	21	0	0	5		0	45	21	9		
16:45	17:00	20	15	18	1	0	3		0	22	32	10		
17:00	17:15	18	12	20	0	0	4		0	52	28	4		
17:15	17:30	27	13	19	2	0	6		0	47	24	8		
17:30	17:45	22	15	14	0	0	8		0	44	29	12		
17:45	18:00	24	12	22	0	0	1		0	57	24	12		
18:00	18:15	22	17	28	1	0	3		0	57	26	17		
18:15	18:30	21	14	24	0	0	2		0	62	42	14		
18:30	18:45	24	11	17	0	0	6		0	61	41	10		
18:45	19:00	21	11	22	0	0	1		0	49	25	3		
19:00	19:15	16	13	30	1	0	5		0	58	32	10		
19:15	19:30	17	14	21	1	0	4		0	41	21	10		
19:30	19:45	15	6	18	0	0	0		0	22	22	7		
19:45	20:00	12	5	17	0	0	4		0	57	21	6		
TOTALES		1055	846	992	18	0	253		7	2613	1505	474		















		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA				TESISTA: BACHILLER. LUNA RONCAL, MILAGROS TATIANA				FECHA: 20/11/25		DÍA: Miércoles		
		FACULTAD DE INGENIERIA				TÍTULO: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEP A E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010".								
		ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				Avenida: SAN MARTÍN DE PORRES			CIUDAD: Cajamarca		Dirección: I, NO-SE (IDA)			
		TRAMO: Av.Héroes del Cenepa hasta Av. Industrial												
FICHA DE AFOROS VEHICULARES														
		VEHÍCULOS DE PASAJEROS						VEHÍCULOS DE CARGA						
		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS				
HORA		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3		T2S1,T2S2, T2S3, C2R2...		MOTOTAXIS	MOTOCICLETA	BICICLETA	
INICIO	FIN													
7:00	7:15	17	24	9	0	0	3		0		41	17	10	
7:15	7:30	20	18	12	0	0	3		0		52	22	12	
7:30	7:45	25	19	15	2	0	4		0		61	21	10	
7:45	8:00	26	18	12	0	0	3		0		65	25	16	
8:00	8:15	28	10	7	0	0	5		0		72	27	15	
8:15	8:30	25	12	12	1	0	5		0		69	30	12	
8:30	8:45	17	17	15	1	0	4		0		50	8	16	
8:45	9:00	20	16	15	1	0	4		0		42	10	11	
9:00	9:15	18	20	19	0	0	4		0		37	22	12	
9:15	9:30	17	17	18	0	0	4		0		38	14	8	
9:30	9:45	17	20	11	0	0	6		1		49	14	10	
9:45	10:00	13	20	13	0	0	3		0		50	15	12	
10:00	10:15	12	4	8	0	0	2		1		45	20	15	
10:15	10:30	16	8	7	0	0	1		0		47	15	5	
10:30	10:45	17	18	11	0	0	4		0		42	17	8	
10:45	11:00	16	14	15	1	0	3		0		45	13	11	
11:00	11:15	13	18	16	1	0	5		0		48	23	9	
11:15	11:30	20	16	13	0	0	1		0		46	17	10	
11:30	11:45	24	12	17	0	0	4		0		37	18	7	
11:45	12:00	22	11	13	0	0	4		0		32	19	11	
12:00	12:15	10	15	12	1	0	12		0		40	15	10	
12:15	12:30	11	10	13	0	0	6		1		35	16	8	
12:30	12:45	10	11	16	0	0	7		0		32	21	6	
12:45	13:00	10	9	16	0	0	4		0		36	19	10	
13:00	13:15	21	20	18	0	0	7		0		43	43	9	
13:15	13:30	20	18	16	0	0	4		0		38	42	12	
13:30	13:45	19	16	11	1	0	1		0		37	31	13	
13:45	14:00	20	14	15	0	0	2		0		42	29	9	
14:00	14:15	17	24	19	0	0	5		0		36	29	12	
14:15	14:30	15	20	19	0	0	2		0		38	22	15	
14:30	14:45	20	17	13	1	0	3		0		48	18	12	
14:45	15:00	16	16	11	0	0	1		0		42	21	14	
15:00	15:15	14	17	9	0	0	2		0		44	22	10	
15:15	15:30	11	18	13	0	0	2		0		42	24	9	
15:30	15:45	24	18	13	1	0	2		0		42	21	5	
15:45	16:00	22	20	13	0	0	2		0		37	16	12	
16:00	16:15	19	15	11	0	0	4		0		34	13	6	
16:15	16:30	15	12	13	1	0	3		0		31	16	10	
16:30	16:45	22	18	20	0	0	6		0		36	17	13	
16:45	17:00	20	16	19	1	0	4		0		41	21	8	
17:00	17:15	22	13	12	0	0	2		0		51	13	9	
17:15	17:30	20	11	11	0	0	3		0		53	14	8	
17:30	17:45	19	10	16	0	0	9		0		42	23	11	
17:45	18:00	18	9	12	1	0	5		0		51	21	13	
18:00	18:15	16	15	17	0	0	1		0		44	42	8	
18:15	18:30	18	14	16	0	0	1		0		51	40	12	
18:30	18:45	20	18	15	0	0	5		0		62	32	11	
18:45	19:00	15	15	14	0	0	3		0		60	30	11	
19:00	19:15	34	15	17	0	0	6		0		65	48	6	
19:15	19:30	32	16	18	0	0	4		0		63	42	10	
19:30	19:45	26	10	25	0	0	5		0		55	40	11	
19:45	20:00	27	11	30	0	0	3		0		56	41	12	
TOTALES		986	793	751	14	0	198		3		2395	1209	545	
































		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA				TESISTA: BACHILLER. LUNA RONCAL, MILAGROS TATIANA				FECHA: 20/11/25		DÍA: Miércoles		
		FACULTAD DE INGENIERIA				TÍTULO: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEP A INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010".								
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				Avenida: SAN MARTÍN DE PORRES		CIUDAD: Cajamarca		Dirección: II , SE-NO (VUELTA)						
				TRAMO: Av.Héroes del Cenepa hasta Av. Industrial										
FICHA DE AFOROS VEHICULARES														
		VEHÍCULOS DE PASAJEROS					VEHÍCULOS DE CARGA							
		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES		CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS					
HORA		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3		T2S1,T2S2, T2S3, C2R2...		MOTOTAXIS	MOTOCICLETA	BICICLETA	
INICIO	FIN													
7:00	7:15	43	22	32	3	0	3		0		76	43	12	
7:15	7:30	35	20	27	1	0	2		0		71	40	15	
7:30	7:45	32	18	18	0	0	3		1		76	40	21	
7:45	8:00	30	20	17	1	0	2		0		72	38	18	
8:00	8:15	31	19	16	0	0	12		1		70	35	16	
8:15	8:30	30	21	17	0	0	7		0		43	32	15	
8:30	8:45	28	17	23	1	0	5		1		51	24	22	
8:45	9:00	25	19	22	0	0	3		0		48	20	12	
9:00	9:15	22	24	16	0	0	10		1		56	18	24	
9:15	9:30	20	23	21	0	0	6		0		55	19	12	
9:30	9:45	15	21	22	0	0	7		0		57	39	15	
9:45	10:00	16	19	23	0	0	4		0		55	30	21	
10:00	10:15	17	17	21	1	0	4		0		61	21	12	
10:15	10:30	15	14	15	0	0	2		0		56	18	21	
10:30	10:45	14	20	28	1	0	9		0		64	17	24	
10:45	11:00	15	17	22	0	0	7		0		60	15	12	
11:00	11:15	28	16	19	1	0	3		0		58	20	9	
11:15	11:30	25	15	16	1	0	3		0		55	22	3	
11:30	11:45	26	15	18	0	0	7		1		48	28	15	
11:45	12:00	20	13	20	0	0	5		0		45	23	18	
12:00	12:15	14	17	17	0	0	6		2		44	26	24	
12:15	12:30	15	16	17	1	0	5		0		42	20	12	
12:30	12:45	15	18	21	1	0	5		0		43	27	15	
12:45	13:00	13	16	26	0	0	6		0		45	25	21	
13:00	13:15	31	16	23	0	0	2		1		40	30	17	
13:15	13:30	28	14	21	0	0	3		0		42	37	17	
13:30	13:45	17	17	21	1	0	3		0		24	26	18	
13:45	14:00	16	15	21	1	0	4		0		30	25	9	
14:00	14:15	19	16	20	2	0	0		0		60	27	16	
14:15	14:30	20	17	22	0	0	4		0		54	25	21	
14:30	14:45	21	21	25	0	0	5		0		53	27	14	
14:45	15:00	19	18	24	1	0	3		0		50	26	16	
15:00	15:15	17	20	17	0	0	3		0		60	35	11	
15:15	15:30	15	16	18	0	0	2		0		56	32	15	
15:30	15:45	19	15	18	0	0	4		0		51	24	13	
15:45	16:00	20	18	16	1	0	3		0		45	29	6	
16:00	16:15	20	17	15	0	0	8		0		49	28	14	
16:15	16:30	18	15	16	0	0	5		0		51	25	15	
16:30	16:45	27	21	17	2	0	1		1		54	32	9	
16:45	17:00	25	19	20	0	0	2		0		51	28	21	
17:00	17:15	20	14	12	1	0	5		0		63	29	15	
17:15	17:30	18	15	15	0	0	2		0		65	25	18	
17:30	17:45	19	14	19	0	0	8		0		33	33	9	
17:45	18:00	16	13	17	0	0	6		0		49	30	39	
18:00	18:15	24	13	20	0	0	1		0		68	36	12	
18:15	18:30	26	15	18	0	0	2		0		66	33	21	
18:30	18:45	21	15	27	0	0	5		0		61	26	19	
18:45	19:00	19	16	23	0	0	4		0		59	28	0	
19:00	19:15	28	12	19	0	0	2		0		58	27	21	
19:15	19:30	30	13	21	0	0	3		0		55	23	15	
19:30	19:45	24	15	33	0	0	5		0		53	20	9	
19:45	20:00	25	14	28	0	0	4		0		50	16	21	
TOTALES		1146	881	1060	21	0	225		9		2801	1422	820	















	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA				TESISTA: BACHILLER. LUNA RONCAL, MILAGROS TATIANA				FECHA: 21/11/25		DÍA: Jueves			
	FACULTAD DE INGENIERIA				TITULO: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEPA E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010".									
	ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				Avenida: SAN MARTÍN DE PORRES		CIUDAD: Cajamarca		Dirección: I, NO-SE (IDA)					
					TRAMO: Av.Héroes del Cenepe hasta Av. Industrial									
FICHA DE AFOROS VEHICULARES														
		VEHÍCULOS DE PASAJEROS						VEHÍCULOS DE CARGA						
		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS				
HORA		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3		T2S1,T2S2, T2S3, C2R2...		MOTOTAXIS	MOTOCICLETA	BICICLETA	
INICIO	FIN													
7:00	7:15	21	16	7	0	0	1		0	38	19	8		
7:15	7:30	23	15	11	0	0	2		0	41	22	11		
7:30	7:45	22	17	13	0	0	3		0	63	24	7		
7:45	8:00	18	13	14	0	0	2		0	60	20	15		
8:00	8:15	23	24	15	0	0	6		0	57	26	10		
8:15	8:30	25	22	12	0	0	3		0	52	28	14		
8:30	8:45	22	14	6	0	0	7		0	22	13	5		
8:45	9:00	20	11	10	0	0	3		0	25	16	12		
9:00	9:15	18	20	19	0	0	2		0	51	14	8		
9:15	9:30	16	16	19	0	0	3		0	48	15	4		
9:30	9:45	19	15	5	0	0	6		1	60	15	10		
9:45	10:00	18	14	8	0	0	3		0	61	16	8		
10:00	10:15	20	20	10	0	0	4		0	40	19	14		
10:15	10:30	16	14	11	0	0	3		0	38	18	13		
10:30	10:45	21	17	7	0	0	9		1	51	23	6		
10:45	11:00	18	15	13	0	0	3		0	49	20	5		
11:00	11:15	19	17	15	0	0	3		0	33	23	12		
11:15	11:30	16	14	17	0	0	4		0	28	19	10		
11:30	11:45	13	8	8	0	0	4		2	38	14	9		
11:45	12:00	15	11	9	0	0	2		0	35	15	11		
12:00	12:15	26	21	11	0	0	4		1	34	22	13		
12:15	12:30	21	18	13	0	0	2		1	26	18	9		
12:30	12:45	18	12	18	0	0	4		0	43	21	5		
12:45	13:00	19	13	13	0	0	3		0	39	18	7		
13:00	13:15	21	16	13	0	0	4		0	52	44	12		
13:15	13:30	18	15	10	0	0	2		0	49	41	10		
13:30	13:45	18	14	13	0	0	5		1	16	23	14		
13:45	14:00	20	11	10	0	0	2		0	23	18	8		
14:00	14:15	26	14	9	0	0	1		0	40	22	5		
14:15	14:30	24	15	9	0	0	3		0	42	19	7		
14:30	14:45	23	20	9	0	0	2		0	50	16	7		
14:45	15:00	18	6	10	0	0	2		0	52	19	10		
15:00	15:15	15	15	5	1	0	5		0	48	16	9		
15:15	15:30	14	13	9	0	0	2		0	45	19	7		
15:30	15:45	24	13	12	0	0	3		0	36	22	9		
15:45	16:00	23	12	18	0	0	2		0	33	21	4		
16:00	16:15	9	14	12	0	0	7		0	31	12	10		
16:15	16:30	12	16	16	0	0	3		0	35	14	5		
16:30	16:45	17	15	9	0	0	3		0	31	19	5		
16:45	17:00	15	13	12	0	0	2		0	30	18	7		
17:00	17:15	20	16	14	0	0	10		0	51	12	4		
17:15	17:30	18	12	13	0	0	3		0	50	14	12		
17:30	17:45	13	13	11	0	0	7		0	53	23	5		
17:45	18:00	14	11	10	0	0	4		0	58	20	6		
18:00	18:15	21	19	9	0	0	7		0	36	24	14		
18:15	18:30	19	20	13	0	0	5		0	38	27	11		
18:30	18:45	23	14	12	0	0	4		0	45	28	5		
18:45	19:00	25	17	14	0	0	3		0	51	31	8		
19:00	19:15	19	15	17	0	0	4		0	53	39	14		
19:15	19:30	22	16	17	0	0	3		0	56	41	10		
19:30	19:45	29	10	14	0	0	2		0	49	38	7		
19:45	20:00	33	12	15	0	0	1		0	51	40	9		
TOTALES		1020	774	619	1	0	187		7	2236	1138	460		















		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA				TESISTA: BACHILLER. LUNA RONCAL, MILAGROS TATIANA				FECHA: 21/11/25		DÍA: Jueves		
		FACULTAD DE INGENIERIA				TITULO: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEPa E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010".								
		ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				Avenida: SAN MARTÍN DE PORRES				CIUDAD: Cajamarca		Dirección: II , SE-NO (VUELTA)		
				TRAMO: Av.Héroes del Cenepa hasta Av. Industrial										
FICHA DE AFOROS VEHÍCULARES														
		VEHÍCULOS DE PASAJEROS					VEHÍCULOS DE CARGA							
		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES		CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS					
HORA		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3		T2S1,T2S2, T2S3, C2R2...	MOTOTAXIS	MOTOCICLETA	BICICLETA		
INICIO	FIN													
7:00	7:15	38	21	26	0	0	5		0	106	48	9		
7:15	7:30	34	19	22	0	0	3		0	79	42	10		
7:30	7:45	29	15	18	2	0	2		0	61	53	13		
7:45	8:00	26	16	20	0	0	1		0	58	45	6		
8:00	8:15	33	21	18	1	0	11		0	84	46	8		
8:15	8:30	30	18	20	0	0	6		0	71	41	9		
8:30	8:45	27	18	12	2	0	5		2	56	40	7		
8:45	9:00	25	20	15	0	0	4		0	52	35	9		
9:00	9:15	16	20	13	1	0	7		0	56	20	12		
9:15	9:30	15	18	15	0	0	5		0	53	18	6		
9:30	9:45	24	21	13	1	0	7		0	74	22	7		
9:45	10:00	21	18	15	0	0	5		0	68	18	10		
10:00	10:15	20	19	14	1	0	4		0	53	15	9		
10:15	10:30	18	17	12	1	0	3		0	52	16	6		
10:30	10:45	25	17	19	0	0	8		0	53	24	12		
10:45	11:00	23	16	20	0	0	7		0	56	22	5		
11:00	11:15	17	14	19	1	0	8		0	26	25	7		
11:15	11:30	15	16	21	0	0	6		0	31	23	10		
11:30	11:45	22	14	15	1	0	3		0	46	33	6		
11:45	12:00	20	16	16	1	0	4		1	51	30	9		
12:00	12:15	27	20	22	1	0	2		0	20	32	8		
12:15	12:30	24	19	20	1	0	3		0	32	26	12		
12:30	12:45	16	19	8	0	0	4		0	35	28	11		
12:45	13:00	17	18	12	0	0	6		0	37	25	10		
13:00	13:15	20	18	16	0	0	3		0	47	34	6		
13:15	13:30	22	20	15	0	0	4		0	50	32	12		
13:30	13:45	31	20	11	0	0	2		0	44	29	11		
13:45	14:00	27	22	14	0	0	3		0	47	25	13		
14:00	14:15	39	18	15	1	0	1		1	52	24	8		
14:15	14:30	35	20	17	0	0	2		0	54	25	12		
14:30	14:45	13	15	14	0	0	5		0	38	33	7		
14:45	15:00	15	18	16	0	0	3		0	41	30	5		
15:00	15:15	18	16	13	0	0	5		0	56	24	12		
15:15	15:30	20	16	15	0	0	4		0	52	22	7		
15:30	15:45	27	19	22	1	0	8		1	44	29	11		
15:45	16:00	25	20	20	0	0	4		0	46	30	8		
16:00	16:15	25	18	19	0	0	6		0	51	27	7		
16:15	16:30	22	21	20	0	0	4		0	53	30	9		
16:30	16:45	27	15	23	0	0	2		0	43	27	12		
16:45	17:00	24	16	20	0	0	3		0	45	26	6		
17:00	17:15	17	14	17	0	0	1		0	66	21	7		
17:15	17:30	15	16	15	0	0	2		0	63	23	12		
17:30	17:45	18	16	9	1	0	5		0	48	24	5		
17:45	18:00	16	15	12	0	0	3		0	52	23	12		
18:00	18:15	21	10	20	0	0	5		0	43	32	9		
18:15	18:30	23	12	18	0	0	6		0	49	36	6		
18:30	18:45	26	16	21	0	0	8		0	36	27	11		
18:45	19:00	23	15	20	0	0	5		0	32	25	9		
19:00	19:15	32	12	19	0	0	3		0	39	30	7		
19:15	19:30	28	13	20	0	0	4		0	42	27	6		
19:30	19:45	23	7	19	0	0	1		0	54	20	10		
19:45	20:00	22	9	21	0	0	2		0	58	25	9		
TOTALES		1216	877	886	17	0	223		5	2655	1487	460		

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA				TESISTA: BACHILLER. LUNA RONCAL, MILAGROS TATIANA				FECHA: 22/11/25		DÍA: Viernes		
		FACULTAD DE INGENIERÍA				TÍTULO: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENPEA E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010".								
		ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				Avenida: SAN MARTÍN DE PORRES			CIUDAD: Cajamarca		Dirección: I, NO-SE (IDA)			
				TRAMO: Av.Héroes del Cenpea hasta Av. Industrial										
FICHA DE AFOROS VEHICULARES														
		VEHÍCULOS DE PASAJEROS					VEHÍCULOS DE CARGA							
		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES		CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS					
HORA		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3		T2S1,T2S2, T2S3, C2R2...		MOTOTAXIS	MOTOCICLETA	BICICLETA	
INICIO	FIN													
7:00	7:15	15	14	6	0	0	4	0	39	19	8			
7:15	7:30	16	21	14	0	0	6	0	55	29	12			
7:30	7:45	35	18	15	2	0	3	0	72	23	13			
7:45	8:00	18	12	14	0	0	4	0	61	22	14			
8:00	8:15	26	19	6	0	0	4	0	55	24	8			
8:15	8:30	18	20	13	0	0	3	0	54	20	18			
8:30	8:45	16	13	11	1	0	7	0	52	18	14			
8:45	9:00	17	14	14	0	0	6	0	36	21	10			
9:00	9:15	22	14	13	0	0	5	0	53	17	12			
9:15	9:30	20	12	12	0	0	8	0	47	9	13			
9:30	9:45	14	13	12	0	0	2	0	47	18	16			
9:45	10:00	10	20	12	0	0	6	1	42	20	12			
10:00	10:15	20	13	15	0	0	9	0	32	24	7			
10:15	10:30	22	15	13	0	0	10	0	45	21	14			
10:30	10:45	20	18	13	0	0	4	0	42	21	10			
10:45	11:00	18	18	13	0	0	6	0	35	17	8			
11:00	11:15	15	11	7	0	0	1	0	50	19	10			
11:15	11:30	18	12	14	0	0	7	0	43	22	11			
11:30	11:45	19	19	15	1	1	5	0	41	16	12			
11:45	12:00	20	12	17	0	0	4	0	54	15	10			
12:00	12:15	21	18	10	0	0	5	0	42	18	10			
12:15	12:30	19	13	3	1	0	5	0	34	20	6			
12:30	12:45	15	12	14	0	0	3	0	59	33	10			
12:45	13:00	21	19	18	0	0	0	1	48	19	22			
13:00	13:15	18	10	14	0	0	1	1	40	29	16			
13:15	13:30	26	25	20	1	0	6	0	74	37	12			
13:30	13:45	16	16	12	0	0	5	0	56	21	14			
13:45	14:00	17	15	16	1	0	1	0	46	11	6			
14:00	14:15	18	13	17	0	0	0	0	40	19	12			
14:15	14:30	19	20	19	0	0	1	0	43	3	13			
14:30	14:45	22	18	19	0	0	10	0	29	16	12			
14:45	15:00	32	13	17	0	0	7	0	40	9	10			
15:00	15:15	20	20	20	0	0	5	1	36	7	8			
15:15	15:30	23	12	19	0	1	3	0	43	14	12			
15:30	15:45	18	16	14	0	0	2	0	31	14	14			
15:45	16:00	21	19	19	0	0	5	0	39	16	21			
16:00	16:15	22	17	18	1	0	2	0	26	21	14			
16:15	16:30	19	14	21	0	0	5	0	47	20	6			
16:30	16:45	17	11	11	0	0	1	1	42	22	11			
16:45	17:00	12	14	14	0	0	10	0	46	16	13			
17:00	17:15	26	14	10	0	0	3	0	43	15	7			
17:15	17:30	27	15	16	0	0	5	0	45	20	14			
17:30	17:45	23	17	16	0	0	8	0	40	24	12			
17:45	18:00	15	18	15	0	0	5	0	37	17	14			
18:00	18:15	23	9	10	0	0	6	0	46	27	7			
18:15	18:30	18	17	14	1	0	7	0	47	34	6			
18:30	18:45	35	8	13	0	0	6	0	41	28	13			
18:45	19:00	28	11	19	0	0	3	0	48	30	10			
19:00	19:15	27	18	12	0	0	2	0	48	36	12			
19:15	19:30	34	9	19	11	0	6	0	50	33	10			
19:30	19:45	28	8	15	0	0	4	0	68	31	11			
19:45	20:00	30	11	21	0	0	3	0	51	29	12			
TOTALES		1089	778	744	20	2	239	5	2380	1084	602			















		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA				TESISTA: BACHILLER. LUNA RONCAL, MILAGROS TATIANA		FECHA: 22/11/25		DÍA: Viernes				
		FACULTAD DE INGENIERIA				TÍTULO: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEP A INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010".								
		ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL												
		Avenida: SAN MARTÍN DE PORRES				CIUDAD: Cajamarca		Dirección: II , SE-NO (VUELTA)						
TRAMO: Av.Héroes del Cenepa hasta Av. Industrial														
FICHA DE AFOROS VEHÍCULARES														
		VEHÍCULOS DE PASAJEROS					VEHÍCULOS DE CARGA							
		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES		CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS					
HORA		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3		T2S1,T2S2, T2S3, C2R2...		MOTOTAXIS	MOTOCICLETA	BICICLETA	
INICIO	FIN													
7:00	7:15	46	19	21	0	0	7		0		69	41	15	
7:15	7:30	34	22	23	1	0	4		0		111	46	12	
7:30	7:45	58	14	24	1	0	5		0		71	45	10	
7:45	8:00	27	18	13	2	0	6		0		77	54	10	
8:00	8:15	28	17	16	0	0	10		0		66	34	12	
8:15	8:30	20	21	18	0	0	10		0		66	40	10	
8:30	8:45	31	19	15	1	0	4		0		63	26	11	
8:45	9:00	28	14	17	1	0	6		0		63	30	9	
9:00	9:15	21	12	25	1	0	6		0		44	25	11	
9:15	9:30	23	19	20	1	0	6		0		52	16	16	
9:30	9:45	18	11	16	0	0	12		0		52	33	14	
9:45	10:00	21	16	17	0	0	2		0		49	24	15	
10:00	10:15	33	20	24	1	0	5		0		50	26	12	
10:15	10:30	19	15	17	0	0	9		0		56	29	11	
10:30	10:45	16	12	12	0	0	3		0		55	18	10	
10:45	11:00	11	18	9	1	0	6		0		55	23	7	
11:00	11:15	24	3	24	0	0	3		0		46	26	13	
11:15	11:30	15	14	19	1	0	5		0		49	20	11	
11:30	11:45	19	14	18	1	0	2		2		53	24	16	
11:45	12:00	16	16	18	0	0	2		2		50	18	9	
12:00	12:15	32	18	14	0	0	8		1		47	22	14	
12:15	12:30	28	19	17	1	0	2		0		56	32	8	
12:30	12:45	25	14	17	0	0	3		0		51	24	10	
12:45	13:00	20	15	16	0	0	2		1		50	16	8	
13:00	13:15	20	16	19	0	0	5		0		47	33	12	
13:15	13:30	24	20	20	0	0	3		0		63	27	14	
13:30	13:45	14	16	18	0	0	3		0		52	19	16	
13:45	14:00	21	15	22	0	0	1		0		49	23	12	
14:00	14:15	29	17	11	1	0	3		0		42	20	10	
14:15	14:30	23	17	15	0	0	6		0		45	23	9	
14:30	14:45	19	16	14	0	0	7		0		54	4	8	
14:45	15:00	20	13	26	0	0	4		0		51	12	11	
15:00	15:15	29	19	26	1	0	4		0		55	11	8	
15:15	15:30	23	17	20	0	0	4		0		52	23	12	
15:30	15:45	28	16	15	1	0	4		0		43	22	12	
15:45	16:00	25	14	16	0	0	3		0		45	24	13	
16:00	16:15	26	19	17	0	0	10		0		38	21	10	
16:15	16:30	23	17	21	1	0	7		0		59	21	9	
16:30	16:45	32	18	13	0	0	4		1		60	27	8	
16:45	17:00	23	15	30	1	0	1		1		59	37	10	
17:00	17:15	30	13	14	0	0	5		1		47	30	13	
17:15	17:30	27	14	19	0	0	1		1		45	18	12	
17:30	17:45	26	17	22	0	0	4		0		40	29	11	
17:45	18:00	33	16	14	0	0	8		0		44	24	12	
18:00	18:15	23	13	14	0	0	9		1		49	30	9	
18:15	18:30	35	16	14	0	0	3		0		52	30	8	
18:30	18:45	29	13	26	0	0	7		0		68	30	10	
18:45	19:00	28	13	22	0	0	2		0		57	22	12	
19:00	19:15	30	10	15	0	0	6		0		48	33	13	
19:15	19:30	34	8	19	0	0	5		0		62	26	10	
19:30	19:45	20	12	17	0	0	5		0		44	31	13	
19:45	20:00	32	5	20	1	0	5		1		60	25	9	
TOTALES		1339	795	949	19	0	257		12		2831	1367	580	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA			TESISTA: BACHILLER. LUNA RONCAL, MILAGROS TATIANA			FECHA: 23/11/25		DÍA: Sábado			
		FACULTAD DE INGENIERIA			TITULO: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEP A INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010".								
		ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL											
		Avenida: SAN MARTÍN DE PORRES			CIUDAD: Cajamarca		Dirección: I , NO-SE (IDA)						
					TRAMO: Av.Héroes del Cenepa hasta Av. Industrial								
FICHA DE AFOROS VEHÍCULARES													
		VEHÍCULOS DE PASAJEROS					VEHÍCULOS DE CARGA						
		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES		CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS				
HORA		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3		T2S1,T2S2, T2S3, C2R2...		MOTOTAXIS	MOTOCICLETA	BICICLETA
INICIO	FIN												
7:00	7:15	14	15	7	0	0	7		0		49	13	6
7:15	7:30	15	17	7	0	0	4		1		38	17	7
7:30	7:45	21	21	10	0	0	5		0		43	12	9
7:45	8:00	9	17	14	0	0	5		0		54	17	7
8:00	8:15	18	11	12	0	0	4		1		39	19	8
8:15	8:30	13	9	14	0	0	1		0		34	9	4
8:30	8:45	18	12	14	0	0	6		0		34	20	10
8:45	9:00	11	11	13	0	0	4		2		37	18	7
9:00	9:15	15	13	10	0	0	6		0		34	10	4
9:15	9:30	15	15	20	0	0	4		0		44	12	9
9:30	9:45	22	16	13	0	0	2		0		29	14	4
9:45	10:00	28	17	20	0	0	1		1		34	14	6
10:00	10:15	19	10	11	0	0	6		0		45	11	3
10:15	10:30	26	15	16	0	0	6		0		45	17	6
10:30	10:45	9	10	10	0	0	8		1		41	17	8
10:45	11:00	14	12	14	0	0	3		0		40	16	6
11:00	11:15	20	14	18	0	0	3		1		45	25	9
11:15	11:30	10	13	20	0	0	3		0		40	18	2
11:30	11:45	24	10	14	0	0	4		0		34	26	6
11:45	12:00	24	8	10	0	0	4		0		22	19	9
12:00	12:15	35	14	24	0	0	3		0		42	25	7
12:15	12:30	22	19	13	0	0	4		0		46	17	8
12:30	12:45	22	15	17	0	0	7		0		57	20	9
12:45	13:00	27	13	15	0	0	5		0		52	26	6
13:00	13:15	14	14	19	1	0	2		0		49	29	3
13:15	13:30	26	12	14	0	0	2		0		46	34	3
13:30	13:45	21	13	14	0	0	5		1		27	28	6
13:45	14:00	23	17	14	0	0	2		0		48	31	6
14:00	14:15	32	18	14	0	0	3		0		48	24	5
14:15	14:30	24	18	25	0	0	4		0		53	24	4
14:30	14:45	18	15	11	0	0	1		0		59	22	6
14:45	15:00	19	12	8	0	0	2		0		44	16	8
15:00	15:15	22	7	16	0	0	4		0		42	24	6
15:15	15:30	14	16	15	0	0	2		0		46	23	3
15:30	15:45	20	14	17	0	0	1		0		45	16	6
15:45	16:00	32	11	24	0	0	2		0		50	21	9
16:00	16:15	28	11	18	1	0	4		0		35	17	4
16:15	16:30	26	16	17	1	0	4		0		45	21	9
16:30	16:45	35	10	13	0	0	1		0		56	20	4
16:45	17:00	25	10	10	0	0	7		0		59	23	7
17:00	17:15	35	10	12	0	0	5		0		39	13	6
17:15	17:30	27	11	12	0	0	5		0		53	16	6
17:30	17:45	15	13	12	0	0	4		0		53	11	5
17:45	18:00	22	6	26	0	0	4		0		44	16	3
18:00	18:15	24	14	12	0	0	3		0		59	17	5
18:15	18:30	20	6	15	0	0	2		1		52	23	9
18:30	18:45	25	10	18	0	0	4		0		51	23	3
18:45	19:00	23	14	8	0	0	7		0		60	21	2
19:00	19:15	21	8	11	1	0	3		0		60	19	2
19:15	19:30	30	13	14	1	0	3		0		50	25	5
19:30	19:45	26	6	13	0	0	3		0		48	22	11
19:45	20:00	17	8	11	0	0	0		0		46	27	9
TOTALES		1115	660	749	5	0	194		9		2345	1018	315

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA				TESISTA: BACHILLER. LUNA RONCAL, MILAGROS TATIANA				FECHA: 23/11/25		DÍA: Sábado		
		FACULTAD DE INGENIERIA				TÍTULO: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEP E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010".								
		ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL												
		Avenida: SAN MARTÍN DE PORRES				CIUDAD: Cajamarca		Dirección: II , SE-NO (VUELTA)						
TRAMO: Av.Héroes del Cenepa hasta Av. Industrial														
FICHA DE AFOROS VEHICULARES														
		VEHÍCULOS DE PASAJEROS						VEHÍCULOS DE CARGA						
		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS				
HORA		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3		T2S1,T2S2, T2S3, C2R2...		MOTOTAXIS	MOTOCICLETA	BICICLETA	
INICIO	FIN													
7:00	7:15	21	9	16	0	0	8		0		67	27	3	
7:15	7:30	14	20	14	1	0	12		0		53	26	13	
7:30	7:45	26	16	20	0	0	12		0		76	31	9	
7:45	8:00	32	23	10	0	0	10		1		59	39	4	
8:00	8:15	26	20	20	0	0	2		1		49	40	5	
8:15	8:30	29	13	23	0	0	8		1		70	35	9	
8:30	8:45	26	16	33	0	0	7		0		60	17	12	
8:45	9:00	27	14	24	0	0	6		0		48	31	6	
9:00	9:15	36	14	27	0	0	11		0		65	25	10	
9:15	9:30	31	18	26	0	0	10		0		67	27	13	
9:30	9:45	25	15	20	0	0	8		0		54	24	11	
9:45	10:00	6	18	25	0	0	4		0		57	27	6	
10:00	10:15	22	18	20	0	0	4		1		53	13	12	
10:15	10:30	26	14	19	0	0	6		0		66	21	9	
10:30	10:45	25	13	16	0	0	8		0		57	29	11	
10:45	11:00	29	12	25	1	0	8		0		61	29	8	
11:00	11:15	25	9	16	1	0	5		1		65	24	12	
11:15	11:30	23	16	25	0	0	5		0		51	26	10	
11:30	11:45	31	13	25	0	0	8		0		40	18	6	
11:45	12:00	31	16	22	0	0	2		0		44	23	8	
12:00	12:15	8	12	16	0	0	7		0		42	26	7	
12:15	12:30	23	16	18	0	0	3		1		65	25	5	
12:30	12:45	19	15	30	0	0	6		0		52	14	10	
12:45	13:00	29	14	20	1	0	6		1		50	26	6	
13:00	13:15	25	8	20	0	0	5		3		51	28	8	
13:15	13:30	19	13	12	0	0	5		0		47	36	4	
13:30	13:45	21	13	23	0	0	3		0		53	25	10	
13:45	14:00	24	13	27	0	0	5		0		45	23	11	
14:00	14:15	17	18	14	0	0	1		0		48	31	5	
14:15	14:30	4	14	10	1	0	1		0		46	28	11	
14:30	14:45	24	13	28	0	0	0		1		36	19	10	
14:45	15:00	33	12	19	1	0	4		0		58	33	7	
15:00	15:15	25	17	24	0	0	5		1		55	23	6	
15:15	15:30	30	12	14	0	0	0		1		56	23	10	
15:30	15:45	25	16	14	1	0	4		0		57	26	4	
15:45	16:00	31	11	21	0	0	8		0		55	30	6	
16:00	16:15	21	9	18	0	0	4		1		60	24	4	
16:15	16:30	32	18	16	0	0	3		0		56	24	6	
16:30	16:45	37	11	30	0	0	3		0		59	26	11	
16:45	17:00	29	16	21	0	0	5		0		54	23	6	
17:00	17:15	28	9	31	0	0	0		0		65	22	8	
17:15	17:30	32	12	19	2	0	3		0		62	26	4	
17:30	17:45	22	12	25	0	0	1		1		62	16	6	
17:45	18:00	27	10	18	0	0	1		1		42	15	5	
18:00	18:15	24	10	29	0	0	4		0		50	16	4	
18:15	18:30	27	4	15	0	0	1		0		64	19	7	
18:30	18:45	26	10	27	0	0	5		0		59	33	10	
18:45	19:00	27	9	18	0	0	4		0		53	27	7	
19:00	19:15	29	12	16	1	0	6		1		68	25	9	
19:15	19:30	26	4	5	0	0	3		0		49	13	12	
19:30	19:45	34	15	19	0	0	3		0		47	15	6	
19:45	20:00	19	11	14	0	0	2		0		46	20	8	
TOTALES		1308	696	1057	10	0	255		17		2874	1292	410	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA				TESISTA: BACHILLER. LUNA RONCAL, MILAGROS TATIANA				FECHA: 24/11/25		DÍA: Domingo		
		FACULTAD DE INGENIERIA				TÍTULO: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEPa E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010".								
		ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				Avenida: SAN MARTÍN DE PORRES		CIUDAD: Cajamarca		Dirección: I , NO-SE (IDA)				
						TRAMO: Av.Héroes del Cenepa hasta Av. Industrial								
FICHA DE AFOROS VEHICULARES														
		VEHÍCULOS DE PASAJEROS						VEHÍCULOS DE CARGA						
		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS				
HORA		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3		T2S1,T2S2, T2S3, C2R2...		MOTOTAXIS	MOTOCICLETA	BICICLETA	
INICIO	FIN													
7:00	7:15	17	11	10	0	0	3		0		32	8	8	
7:15	7:30	10	10	8	0	0	2		0		36	12	12	
7:30	7:45	15	6	6	0	0	0		0		40	19	6	
7:45	8:00	10	12	8	0	0	0		0		40	19	9	
8:00	8:15	12	10	11	0	0	2		0		38	12	12	
8:15	8:30	14	14	13	0	0	1		0		40	18	8	
8:30	8:45	14	10	12	1	0	3		0		43	15	12	
8:45	9:00	17	12	13	0	0	3		0		45	20	14	
9:00	9:15	21	10	5	0	0	1		0		32	11	13	
9:15	9:30	19	9	10	0	0	3		0		43	20	11	
9:30	9:45	25	9	13	0	0	1		0		36	18	8	
9:45	10:00	24	12	11	1	0	2		0		39	15	9	
10:00	10:15	19	10	11	0	0	1		0		38	9	8	
10:15	10:30	20	9	15	1	0	3		0		41	12	4	
10:30	10:45	15	13	7	0	0	4		0		52	10	3	
10:45	11:00	19	11	10	0	0	2		0		50	12	10	
11:00	11:15	25	14	19	0	0	2		0		46	22	6	
11:15	11:30	26	10	15	0	0	1		0		49	19	7	
11:30	11:45	24	7	20	0	0	1		0		58	27	12	
11:45	12:00	26	11	12	0	0	1		0		56	18	9	
12:00	12:15	23	10	15	0	0	3		0		48	24	4	
12:15	12:30	22	15	19	0	0	3		0		52	18	8	
12:30	12:45	20	11	18	0	0	1		1		36	26	10	
12:45	13:00	20	12	14	0	0	3		0		38	21	7	
13:00	13:15	32	11	14	0	0	2		0		33	32	13	
13:15	13:30	27	11	13	0	0	1		0		35	23	5	
13:30	13:45	30	11	20	0	0	2		0		50	15	9	
13:45	14:00	27	12	20	0	0	3		0		49	14	13	
14:00	14:15	21	8	16	0	0	2		0		42	10	10	
14:15	14:30	19	11	12	0	0	1		0		43	12	9	
14:30	14:45	30	9	11	0	0	1		0		32	10	13	
14:45	15:00	29	10	11	0	0	1		0		35	11	9	
15:00	15:15	20	10	14	0	0	3		0		31	7	8	
15:15	15:30	25	11	11	0	0	3		0		35	5	9	
15:30	15:45	20	11	14	0	0	1		0		36	11	16	
15:45	16:00	19	9	14	1	0	1		0		40	9	11	
16:00	16:15	19	13	16	0	0	2		0		36	12	9	
16:15	16:30	20	11	16	0	0	2		0		36	11	12	
16:30	16:45	20	13	15	0	0	2		0		41	13	6	
16:45	17:00	19	15	16	0	0	1		0		46	11	10	
17:00	17:15	12	5	9	1	0	1		0		35	13	12	
17:15	17:30	15	6	10	0	0	2		0		30	9	11	
17:30	17:45	14	5	17	0	0	3		0		33	15	9	
17:45	18:00	18	8	13	0	0	1		0		36	12	12	
18:00	18:15	21	8	15	0	0	1		0		50	15	9	
18:15	18:30	20	7	12	0	0	1		0		52	13	13	
18:30	18:45	27	8	14	0	0	6		0		56	14	12	
18:45	19:00	22	9	15	0	0	3		0		51	18	7	
19:00	19:15	33	6	14	0	0	4		0		60	24	11	
19:15	19:30	25	8	15	0	0	3		0		56	21	14	
19:30	19:45	22	5	16	1	0	1		0		45	19	12	
19:45	20:00	16	4	15	0	0	2		0		43	16	9	
TOTALES		1079	513	693	6	0	102		1		2195	800	503	

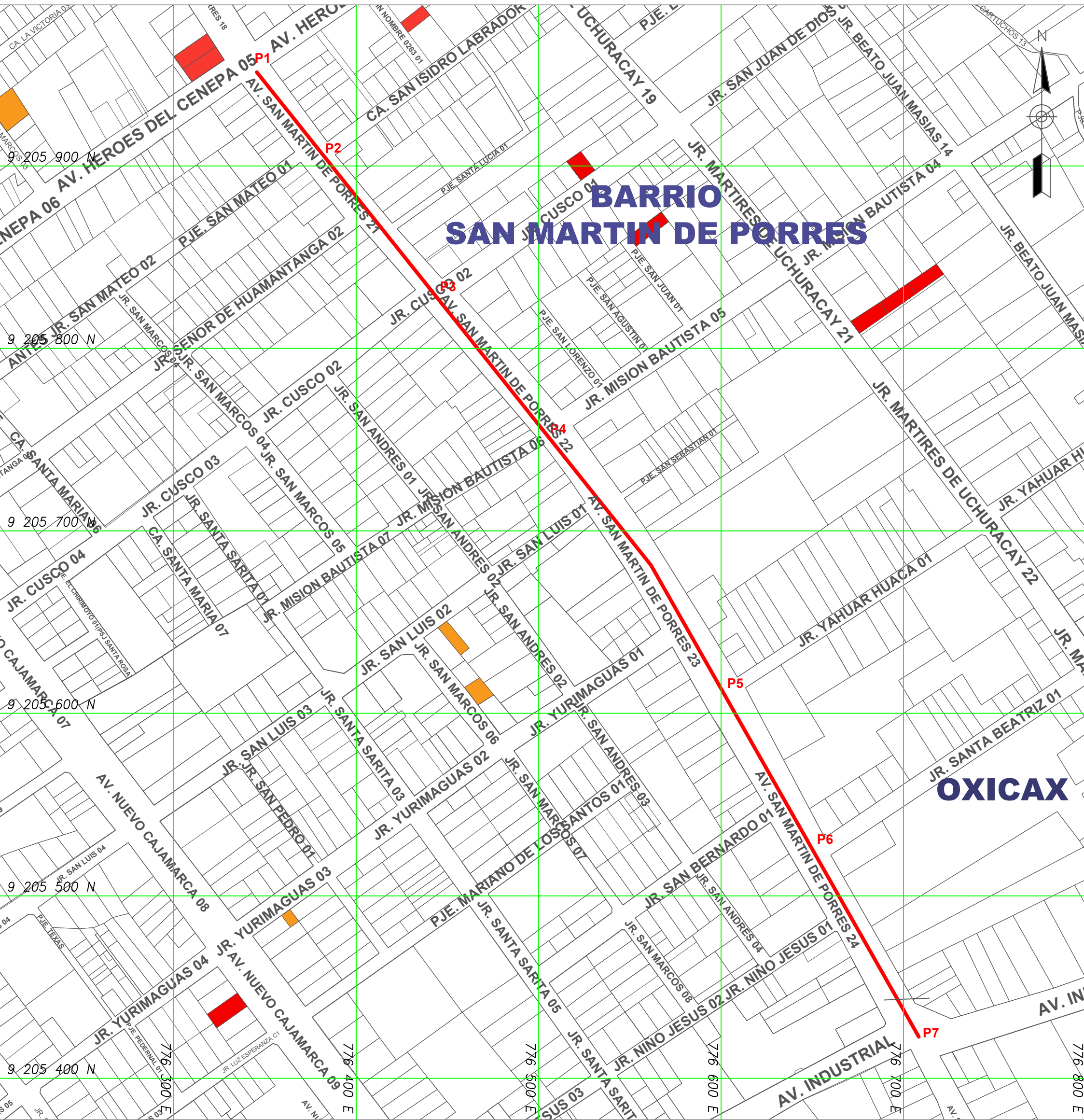


		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA				TESISTA: BACHILLER. LUNA RONCAL, MILAGROS TATIANA				FECHA: 24/11/25		Día: Domingo			
		FACULTAD DE INGENIERIA				TÍTULO: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENEP E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010".									
		ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL													
		Avenida: SAN MARTÍN DE PORRES				CIUDAD: Cajamarca		Dirección: II ,SE-NO (VUELTA)							
TRAMO: Av.Héroes del Cenepa hasta Av. Industrial															
FICHA DE AFOROS VEHICULARES															
		VEHÍCULOS DE PASAJEROS						VEHÍCULOS DE CARGA							
		VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		SEMITRAYLERS Y TRAYLERS					
HORA		AUTOS (M1)	COMBIS (M2)	CAMIONETAS (N1)	M3 CLASE I (B2)	M3 CLASE III (B3 Y B4)	C2 y C3		T2S1,T2S2, T2S3, C2R2...		MOTOTAXIS	MOTOCICLETA	BICICLETA		
INICIO	FIN														
7:00	7:15	17	10	11	0	0	3		0		44	9	3		
7:15	7:30	15	15	10	0	0	0		0		40	17	13		
7:30	7:45	19	12	7	0	0	1		0		56	20	9		
7:45	8:00	20	8	14	1	0	2		0		48	22	11		
8:00	8:15	30	11	11	0	0	4		0		41	26	5		
8:15	8:30	14	14	17	0	0	2		0		45	15	9		
8:30	8:45	16	13	13	0	0	1		0		49	13	7		
8:45	9:00	20	15	14	0	0	2		0		51	15	6		
9:00	9:15	25	10	16	0	0	2		0		52	19	10		
9:15	9:30	20	12	15	1	0	2		0		54	17	12		
9:30	9:45	23	14	14	0	0	1		0		40	18	9		
9:45	10:00	26	15	13	0	0	3		0		42	20	12		
10:00	10:15	25	10	20	0	0	4		0		61	24	9		
10:15	10:30	23	11	23	0	0	1		0		59	20	9		
10:30	10:45	30	12	10	0	0	1		0		51	25	6		
10:45	11:00	24	15	10	0	0	1		0		54	18	12		
11:00	11:15	24	14	12	0	0	0		0		63	11	6		
11:15	11:30	22	13	13	1	0	1		0		56	15	4		
11:30	11:45	24	13	12	0	0	3		0		56	25	12		
11:45	12:00	25	15	15	0	0	2		0		55	15	4		
12:00	12:15	30	9	24	0	0	3		0		66	26	7		
12:15	12:30	25	12	21	0	0	2		0		62	21	10		
12:30	12:45	25	8	17	0	0	2		0		40	13	5		
12:45	13:00	18	10	22	0	0	2		0		45	15	4		
13:00	13:15	28	8	13	0	0	1		0		36	28	12		
13:15	13:30	18	10	17	0	0	2		0		40	30	14		
13:30	13:45	24	19	10	0	0	1		0		51	17	9		
13:45	14:00	26	15	13	0	0	2		0		56	18	4		
14:00	14:15	29	13	18	1	0	1		0		43	12	5		
14:15	14:30	26	15	16	0	0	1		0		52	16	11		
14:30	14:45	22	10	15	0	0	0		0		42	10	10		
14:45	15:00	25	12	15	0	0	1		1		40	13	7		
15:00	15:15	17	9	16	0	0	1		0		45	6	6		
15:15	15:30	22	10	16	0	0	2		0		43	10	11		
15:30	15:45	20	8	21	2	0	4		1		50	13	4		
15:45	16:00	23	10	18	0	0	2		0		48	15	2		
16:00	16:15	27	9	24	1	0	3		0		46	9	4		
16:15	16:30	25	10	21	0	0	1		0		45	10	6		
16:30	16:45	25	8	24	2	0	2		0		53	16	13		
16:45	17:00	21	10	21	0	0	2		0		51	15	6		
17:00	17:15	30	6	13	1	0	4		0		52	16	8		
17:15	17:30	28	9	16	0	0	2		0		49	15	4		
17:30	17:45	25	11	13	0	0	3		0		44	15	6		
17:45	18:00	23	16	17	0	0	2		0		48	19	13		
18:00	18:15	38	9	14	0	0	1		0		32	16	4		
18:15	18:30	32	10	15	0	0	2		0		39	19	7		
18:30	18:45	35	7	19	0	0	2		0		59	30	12		
18:45	19:00	30	10	17	0	0	2		0		55	25	7		
19:00	19:15	30	10	20	0	0	2		0		48	14	4		
19:15	19:30	29	12	21	0	0	1		0		50	15	10		
19:30	19:45	24	5	17	1	0	2		0		47	8	6		
19:45	20:00	22	6	17	1	0	1		0		51	10	13		
TOTALES		1264	578	831	12	0	95		2		2545	879	412		

### **Apéndice 3: Planos**

## **Apéndice 3: Planos**

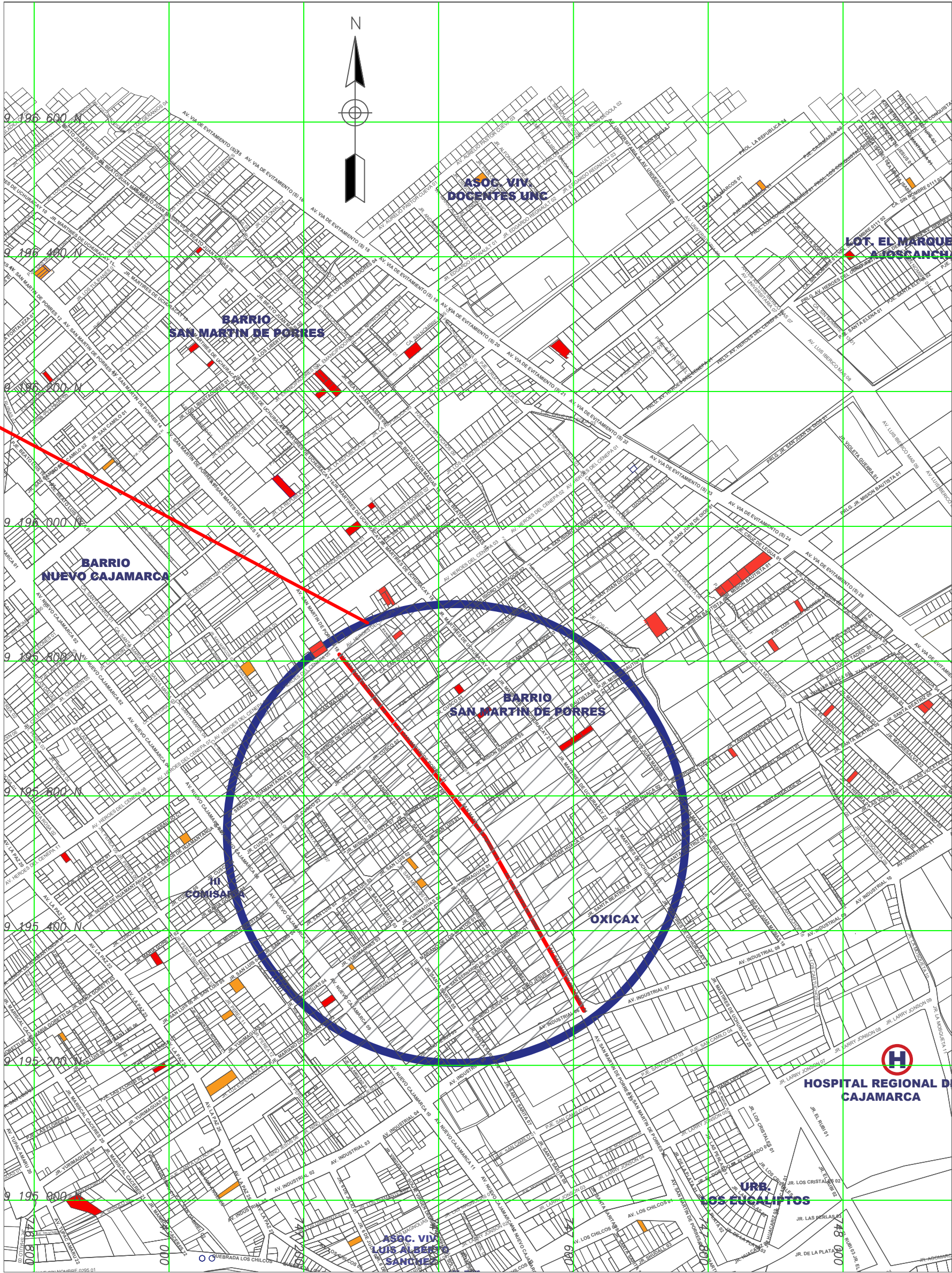
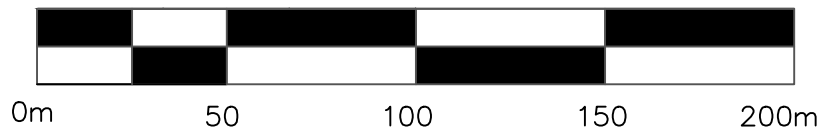




PLANO DE UBICACIÓN

Escala: 1/2000

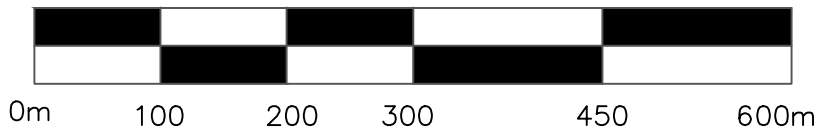
ESCALA GRÁFICA 1/2000



PLANO DE LOCALIZACIÓN

Escala: 1/6000

ESCALA GRÁFICA 1/6000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO  
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Responsable:  
Bach. Milagros Tatiana Luna Roncal  
Asesor:  
MCS. ING. María Salomé de la Torre Ramírez

Tesis:  
"EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA  
SAN MARTÍN DE PORRES ENTRE LAS AVENIDAS  
HÉROES DEL CENEPÁ E INDUSTRIAL EN CAJAMARCA  
MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010"

Plano:  
PLANO DE UBICACIÓN

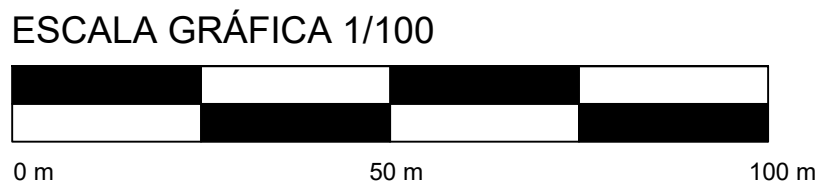
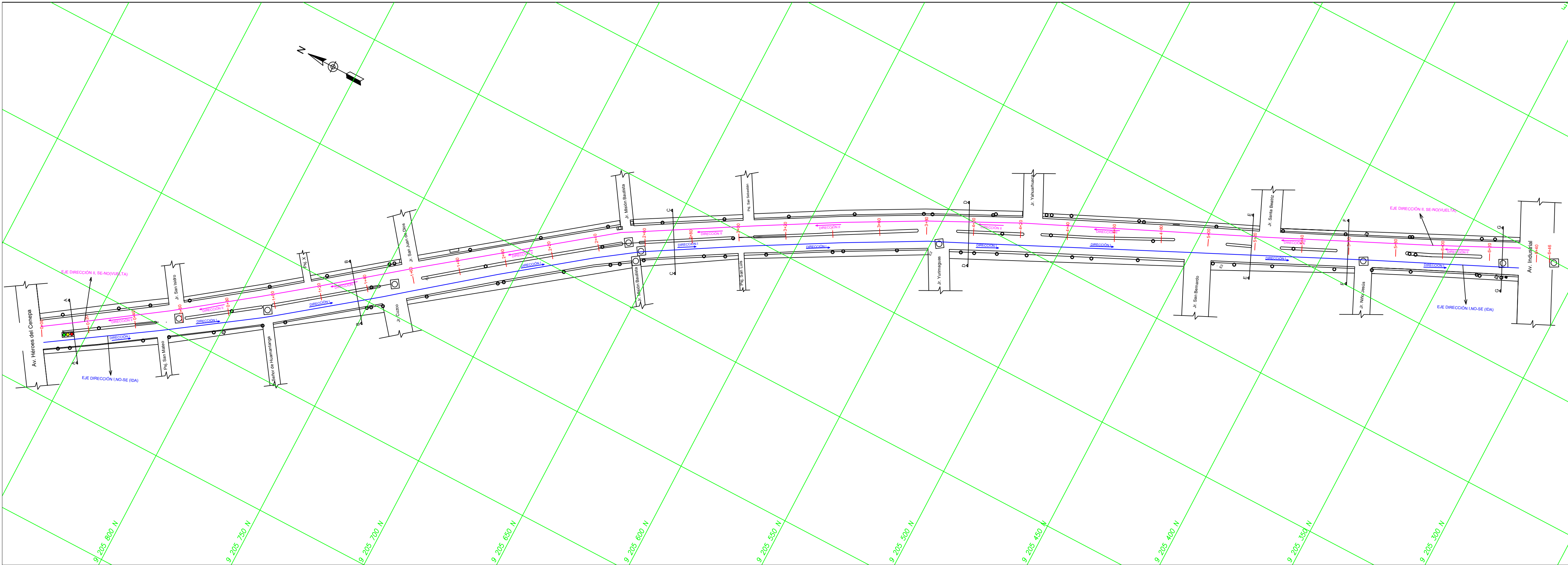
Fecha: Enero 2026  
Escala: Indicada

PU-01



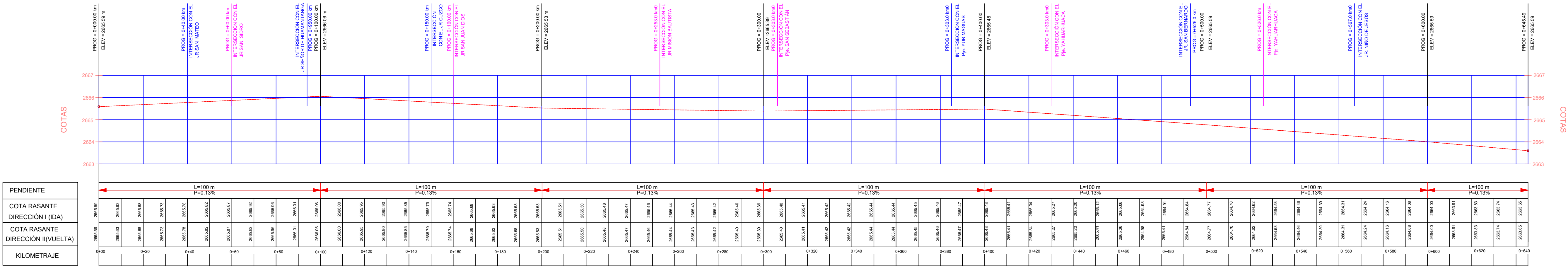
LEYENDA		
	BUZÓN DE AGUA	
	POSTE DE LUZ	
	ESTACIÓN	
	SEMÁFORO	
	HIDRANTE	
	EJE DIRECCIÓN I NO-SE,IDA	
	EJE DIRECCIÓN II SE-NO,VUELTA	

CUADRO DE COORDENADAS WGS84-17S		
PUNTO	ESTE	NORTE
KM 0+0.00	776881.61	9205437.58
E1	776720.00	9205734.00
E2	776828.81	9205549.40
E3	776881.61	9205437.58
KM 0+0.00	776881.61	9205437.58



PLANO EN PLANTA DE LA VÍA DE ESTUDIO

PERFIL LONGITUDINAL DE LA VÍA DE ESTUDIO



ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/100



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL  
DE INGENIERÍA CIVIL

Responsable:  
Bach. Milagros Tatiana Luna Roncal  
Asesor:  
MCS. ING. María Salomé de la Torre Ramírez

Tesis:  
"EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE  
PORRES ENTRE LAS AVENIDAS HÉROES DEL CENPE E INDUSTRIAL EN  
CAJAMARCA MEDIANTE LA METODOLOGÍA HCM 2010"

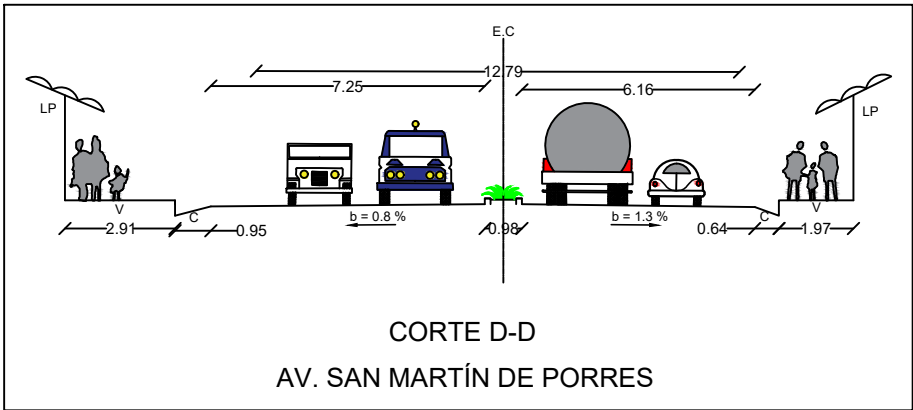
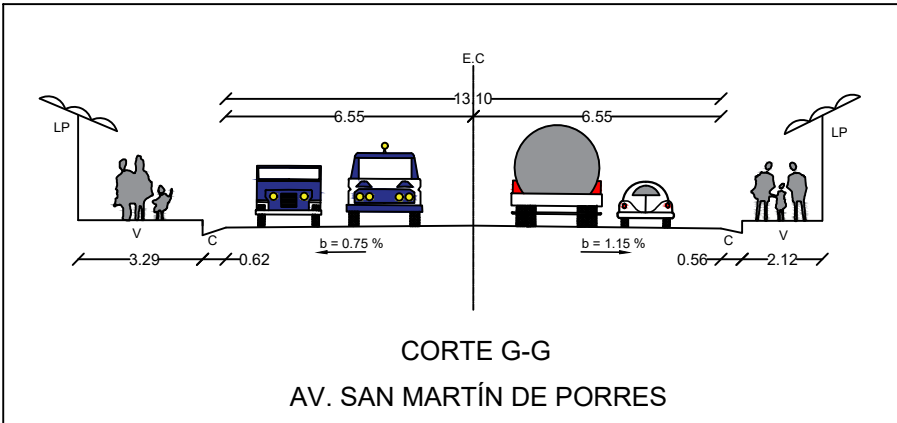
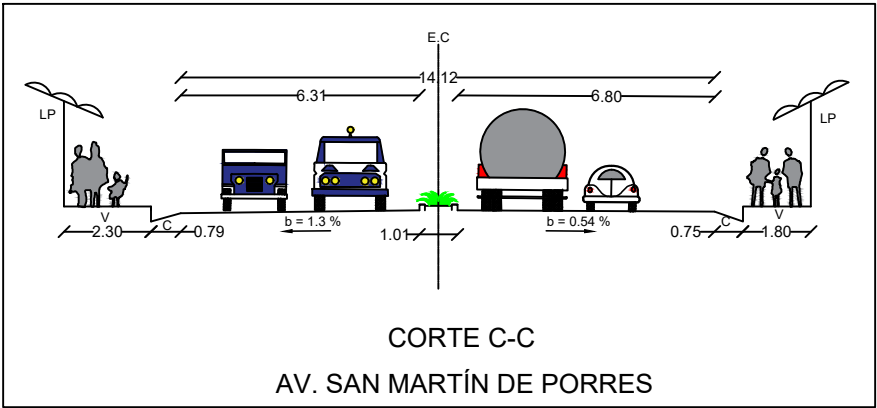
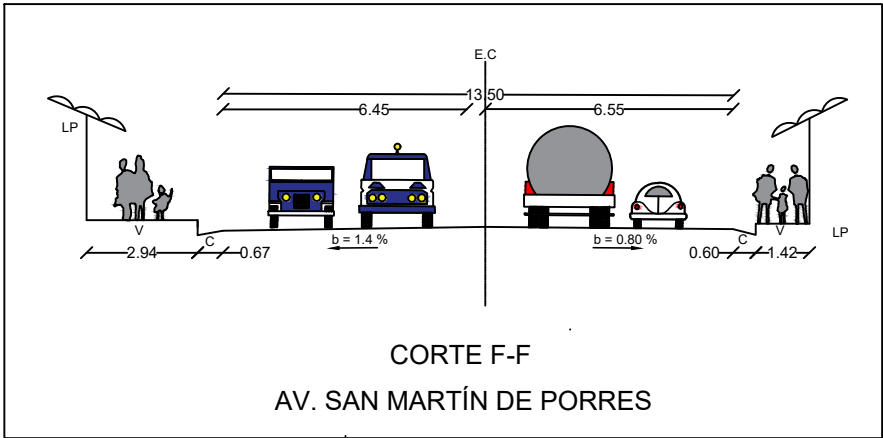
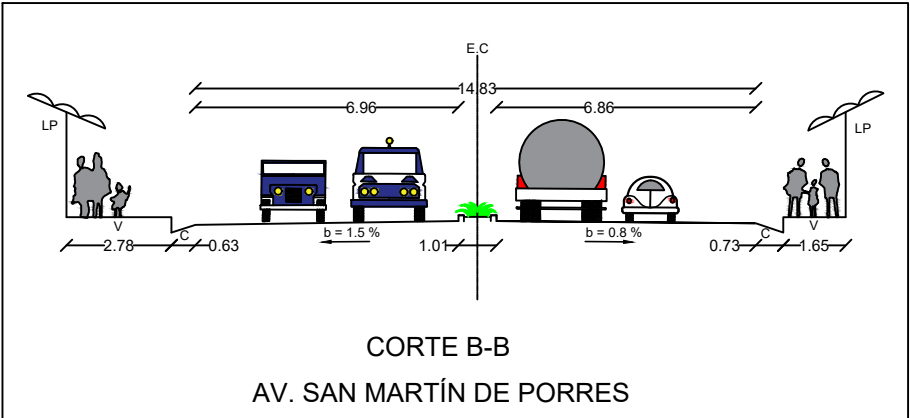
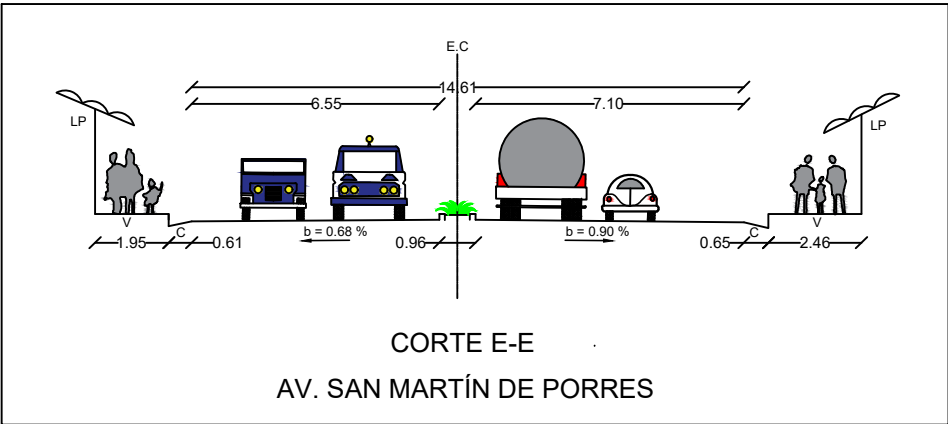
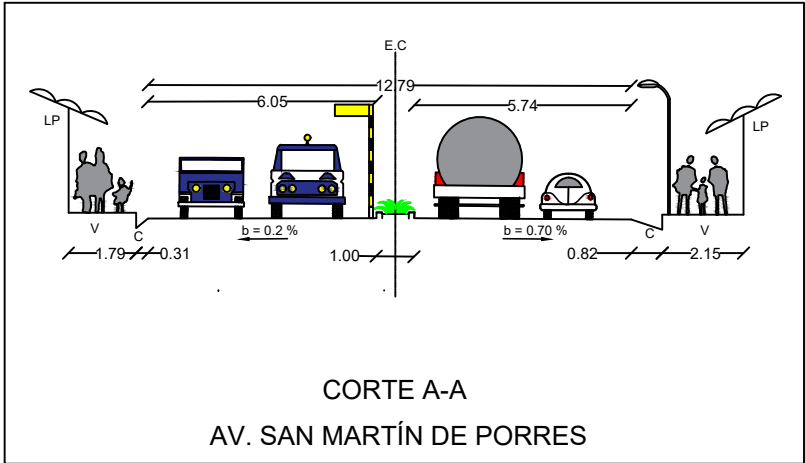
Plano:  
PLANO EN PLANTA Y PERFIL

Fecha: Enero 2026

Escala: Indicada

PP-01

SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS



ESCALA 1/200