

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR PARA DETERMINAR  
EL NIVEL DE SERVICIO EN AV. JORGE BASADRE  
GROHMANN, DISTRITO DE ALTO DE LA ALIANZA- 2022”**

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

**PRESENTADO POR:**

**Bach. LUIS FELIPE ESPINOZA MAMANI  
Bach. DANIEL ALEXANDER ROJAS LIMA**

**TACNA-PERÚ  
2023**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR PARA DETERMINAR  
EL NIVEL DE SERVICIO EN AV. JORGE BASADRE  
GROHMANN, DISTRITO DE ALTO DE LA ALIANZA – 2022”**

Tesis sustentada y aprobada el 04 de Marzo del 2023; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE : Mtro. ROLANDO GONZALO SALAZAR CALDERÓN JUÁREZ**

**SECRETARIO : Mtra. ELIANA NANCY CHAMBILLA VELO**

**VOCAL : Mag. ALFONSO OSWALDO FLORES MELLO**

**ASESOR : Mtra. ELVIRA ALVARADO AMONES**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Luis Felipe Espinoza Mamani y Daniel Alexander Rojas Lima, en calidad de *bachilleres* de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 72814725 y 72958486 respectivamente, declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada: “*Evaluación del flujo vehicular para determinar el nivel de servicio en la Av. Jorge Basadre Grohmann, distrito de Alto de la Alianza - 2022*”, la misma que presentamos para optar: *Título profesional de Ingeniero Civil*.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, habiéndose respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a *La Universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra.


En consecuencia, me hago responsable frente a *La Universidad* y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la obra haya sido publicada anteriormente, asumo las consecuencias y las sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 04 de Marzo del 2023



Luis Felipe Espinoza Mamani  
72814725



Daniel Alexander Rojas Lima  
72958486



**UPT**  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FAING**

*Sin fines de lucro*

## CONSTANCIA

### **QUIEN SUSCRIBE COODINADOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA, HACE CONSTAR:**

Que, los bachilleres; LUIS FELIPE ESPINOZA MAMANI y DANIEL ALEXANDER ROJAS LIMA de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, han presentado la Tesis titulada "EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR PARA DETERMINAR EL NIVEL DE SERVICIO EN AV. JORGE BASADRE GROHMANN, DISTRITO DE ALTO DE LA ALIANZA- 2022" el cual presenta un 24 % de similitud, comprobada por el software Turnitin. Se adjunta el recibo digital.

Se expide la presente, para trámites del Título Profesional.

Tacna, 14 de marzo de 2023



  
**Dr. RAUL CARTAGENA CUTIPA**  
**Coordinador**  
**Unidad de Investigación – FAING**

# "EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR PARA DETERMINAR EL NIVEL DE SERVICIO EN AV. JORGE BASADRE GROHMANN, DISTRITO DE ALTO DE LA ALIANZA- 2022"

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>24%</b>	<b>24%</b>	<b>1%</b>	<b>7%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>12%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.upt.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>8%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Andina del Cusco</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>www.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>doku.pub</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.unj.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>





## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Luis Felipe Espinoza Mamani - Daniel Alexander Rojas Lima
Título del ejercicio:	INGENIERÍA CIVIL
Título de la entrega:	"EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR PARA DETERMINAR EL N...
Nombre del archivo:	Tesis_Espinoza_Mamani_Luis_Rojas_Lima_Daniel_1.pdf
Tamaño del archivo:	4.54M
Total páginas:	173
Total de palabras:	63,319
Total de caracteres:	210,919
Fecha de entrega:	14-mar.-2023 06:39p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2037353393



## DEDICATORIA

*A mis padres, Agustín y María, quienes son mi apoyo para poder superar el día a día. Agradezco su apoyo y consejos. A mis sobrinos, Piero, Dayana e Iker, a quienes quiero mucho y no me dejaron vencer a pesar de las complicaciones que vivimos. Su amor incondicional es el soporte de todo lo que he logrado hasta ahora. A mis abuelos, Luis y María, que desde niño cuidaron de mí , y me ayudaron en la formación del hombre que soy ahora.*

*Pero en especial, dedico mi trabajo a mis sobrinos quienes fueron mi apoyo desde que nacieron y me ayudaron en los momentos que más necesitaba y siempre tendrán un lugar en mis recuerdos gracias a ellos aspiro a volverme un profesional.*

Bach. Luis Felipe Espinoza Mamani

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a mi querida madre, quien siempre me ha empujado a seguir estudiando e inspirándome a ser mejor persona y a quien se lo debo todo.*

*A mi familia, quien siempre ha estado apoyándome, animándome y, que es mi inspiración para seguir adelante para cumplir mis sueños y proyecto en mi vida.*

Bach. Daniel Alexander Rojas Lima



## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios, que guio nuestro camino para estudiar esta profesión, que nos permite aportar un servicio en beneficio de la sociedad en la cual residimos.*

*A nuestras familias, que dieron su apoyo desde el inicio y que fueron fundamentos importantes en nuestro crecimiento como personas y profesionales, también por todo el amor y cariño que nos ofrecieron, somos capaces de llegar hasta aquí.*

*A nuestros amigos, por los momentos alegres que vivimos juntos. En especial a quienes nos apoyaron en los momentos más difíciles para poder continuar y alcanzar nuestras metas.*

Bach. Luis Felipe Espinoza Mamani

Bach. Daniel Alexander Rojas Lima

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADO.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
RESUMEN .....	xix
ABSTRACT .....	xx
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del Problema .....	5
1.2.1. Problema General .....	5
1.2.2. Problemas Específicos .....	5
1.3. Justificación de la investigación.....	6
1.3.1. Desde el punto de vista científico .....	6
1.3.2. Desde el punto de vista social .....	6
1.3.3. Desde el punto de vista económico.....	6
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1. Objetivo General .....	7
1.4.2. Objetivos Específicos.....	7
1.5. Hipótesis .....	7
1.5.1. Hipótesis general .....	8
1.5.2. Hipótesis específica .....	8
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....	9
2.1. Antecedentes del estudio .....	9
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	9
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	10
2.1.3. Antecedentes locales .....	12
2.2. Bases Teóricas.....	13
2.2.1. Volumen de tráfico .....	13
2.2.2. Sistemas de Transporte.....	13
2.2.3. Transporte público urbano .....	13
2.2.4. Transporte privado .....	14
2.2.5. Método HCM 2010 para el Cálculo de Niveles de Servicio .....	14
2.2.6. Clasificación de los vehículos.....	15

2.2.7.	Modelación del flujo .....	15
2.2.8.	Ancho de las Calzadas .....	16
2.2.9.	Tipos de modelación del tráfico .....	16
2.2.10.	Conteos o aforos vehiculares .....	16
2.2.11.	Volumen horario de máxima demanda.....	17
2.2.12.	Flujo continuo .....	17
2.2.13.	Flujo discontinuo .....	17
2.2.14.	Factor horario de máxima demanda.....	17
2.2.15.	Flujo de Saturación .....	17
2.3.	Definición de Términos.....	18
2.3.1.	Volumen .....	18
2.3.2.	Tasa de flujo.....	18
2.3.3.	Demanda .....	18
2.3.4.	Capacidad .....	18
2.3.5.	Velocidad.....	19
2.3.6.	Nivel de servicio .....	19
2.3.7.	Semáforos .....	19
2.3.8.	Fase del semáforo .....	19
2.3.9.	Ciclo semafórico.....	19
2.3.10.	Cola .....	19
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO .....		20
3.1.	Diseño de investigación .....	20
3.2.	Acciones y actividades .....	20
3.3.	Materiales e instrumentos .....	23
3.4.	Población y muestra de estudio .....	23
3.4.1.	Población.....	23
3.4.2.	Muestra .....	25
3.5.	Operacionalización de variables .....	25
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	25
CAPITULO IV. RESULTADOS .....		36
4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	36
4.1.1.	Datos de la esquina de Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	36
4.1.2.	Datos de la esquina de Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann 56	
4.1.3.	Datos de la esquina de Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	79
4.2.	Resultados de la situación actual .....	99
4.2.1.	Aplicación de la metodología HCM 2010 en la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	99

4.2.2. Aplicación de la metodología HCM 2010 en la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	105
4.2.3. Aplicación de la metodología HCM 2010 en la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	112
4.3. Alternativa de solución para Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	117
4.3.1. Aplicación de la metodología HCM 2010 en la propuesta de la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann. .	120
4.4. Alternativa de solución para Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann	125
4.4.1. Aplicación de la metodología HCM 2010 en la propuesta de la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	128
4.5. Alternativa de solución para Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	134
4.5.1. Aplicación de la metodología HCM 2010 en la propuesta de la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	137
CAPITULO V. DISCUSIÓN.....	142
CONCLUSIONES .....	143
RECOMENDACIONES .....	144
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	145
ANEXOS .....	148

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Densidad Poblacional del distrito de Tacna .....	24
Tabla 2. Densidad Poblacional del distrito de Alto de la Alianza 2007.....	24
Tabla 3. Densidad Poblacional del distrito de Tacna 2017.....	24
Tabla 4. Variables de la investigación .....	25
Tabla 5. Datos necesarios para el análisis de cada grupo de carriles .....	27
Tabla 6. Factor de ajuste suplementario de secuencia .....	33
Tabla 7. Niveles de servicio en intersecciones semaforizadas .....	35
Tabla 8. Resumen de Aforo vehicular, Estación 01 Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	51
Tabla 9. Resumen de Aforo vehicular, Estación 02 Av. Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez .....	51
Tabla 10. Resumen de Aforo vehicular, Estación 03 Av. Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez .....	52
Tabla 11. Parámetros de análisis básico de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	53
Tabla 12. Porcentaje de vehículos pesados, Estación 01 Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez .....	54
Tabla 13. Porcentaje de vehículos pesados, Estación 02 Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	54
Tabla 14. Porcentaje de vehículos pesados, Estación 03 Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez .....	55
Tabla 15. Resumen de aforo vehicular, Estación 01 Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	73
Tabla 16. Resumen de aforo vehicular, Estación 02 Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	73
Tabla 17. Resumen de aforo vehicular, Estación 03 Av. Tarata, con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	74
Tabla 18. Resumen de aforo vehicular, Estación 04 Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	74
Tabla 19. Parámetros de análisis básico de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	76
Tabla 20. Porcentaje de vehículos pesados, Estación 01 Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	77

Tabla 21. Porcentaje de vehículos pesados, Estación 02 Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	77
Tabla 22. Porcentaje de vehículos pesados, Estación 03 Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	78
Tabla 23. Porcentaje de vehículos pesados, Estación 04 Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	78
Tabla 24. Resumen de Aforo vehicular, Estación 01 Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	93
Tabla 25. Resumen de Aforo vehicular, Estación 02 Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	94
Tabla 26. Resumen de Aforo vehicular, Estación 03 Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	94
Tabla 27. Parámetros de análisis básico para la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	96
Tabla 28. Porcentaje de vehículos pesados, Estación 01 Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	97
Tabla 29. Porcentaje de vehículos pesados, Estación 02 Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	97
Tabla 30. Porcentaje de vehículos pesados, Estación 03 Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	98
Tabla 31. Calculo del flujo de saturación para la intersección con la Av. Patricio Meléndez.....	99
Tabla 32. Ciclo semafórico y verde efectivo de cada acceso para la intersección con la Av. Patricio Meléndez .....	100
Tabla 33. Calculo de factor de hora de máxima demanda para la intersección con la Av. Patricio Meléndez .....	100
Tabla 34. Calculo de la tasa de flujo para la intersección con la Av. Patricio Meléndez.....	101
Tabla 35. Calculo de la capacidad para la intersección con la Av. Patricio Meléndez .....	101
Tabla 36. Calculo de relación volumen y capacidad para la intersección con la Av. Patricio Meléndez.....	102
Tabla 37. Calculo de la demora y nivel de servicio en la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	103
Tabla 38. Cuadro resumen de la situación actual de la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	104
Tabla 39. Calculo del flujo de saturación para la intersección con la Av. Tarata ...	105

Tabla 40. Ciclo semafórico y verde efectivo de cada acceso para la intersección con la Av. Tarata .....	106
Tabla 41. Calculo de factor de hora de máxima demanda para la intersección con la Av. Tarata.....	107
Tabla 42. Calculo de la tasa de flujo para la intersección con la Av. Tarata .....	108
Tabla 43. Calculo de la capacidad para la intersección con la Av. Tarata .....	109
Tabla 44. Calculo de relación volumen y capacidad para la intersección con la Av. Tarata .....	109
Tabla 45. Calculo de la demora y nivel de servicio en la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	110
Tabla 46. Cuadro resumen de la situación actual de la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	111
Tabla 47. Calculo del flujo de saturación para la intersección con la Av. Internacional.....	112
Tabla 48. Ciclo semafórico y verde efectivo de cada acceso para la intersección con la Av. Internacional.....	113
Tabla 49. Calculo de Factor de hora de máxima demanda para la intersección con Av. Internacional .....	113
Tabla 50. Calculo de la tasa de flujo para la intersección con la Av. Internacional	114
Tabla 51. Calculo de la capacidad para la intersección con la Av. Internacional... 114	
Tabla 52. Calculo de relación volumen y capacidad para la intersección con la Av. Internacional.....	115
Tabla 53. Calculo de la demora y nivel de servicio en la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	116
Tabla 54. Cuadro resumen de la situación actual de la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	117
Tabla 55. Situación actual para las fases de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	118
Tabla 56. Fases de los tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av. Patricio Meléndez .....	118
Tabla 57. Tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av. Patricio Meléndez.....	119
Tabla 58. Calculo de flujo de saturación en la propuesta de mejora para la intersección con la Av. Patricio Meléndez.....	120
Tabla 59. Calculo de factor de hora de máxima demanda en la propuesta para la intersección con Av. Patricio Meléndez.....	121

Tabla 60. Cálculo de la tasa de flujo en la propuesta para la intersección con Av. Patricio Meléndez.....	121
Tabla 61. Calculo de la capacidad en la propuesta para la intersección con la Av. Patricio Meléndez.....	122
Tabla 62. Calculo de relación volumen y capacidad en la propuesta para la intersección con la Av. Patricio Meléndez.....	122
Tabla 63. Calculo de la demora y nivel de servicio de la propuesta para la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	123
Tabla 64. Cuadro resumen de la situación optimizada para la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	124
Tabla 65. Fases de los tiempos de semáforo actual para la intersección con la Av. Tarata .....	125
Tabla 66. Fases de los tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av. Tarata.....	126
Tabla 67. Tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av. Tarata .....	127
Tabla 68. Calculo de flujo de saturación en la propuesta de mejora para la intersección con la Av. Tarata .....	128
Tabla 69. Calculo de factor de hora de máxima demanda en la propuesta para la intersección con Av. Tarata .....	129
Tabla 70. Calculo de la tasa de flujo en la propuesta para la intersección con Av. Tarata .....	130
Tabla 71. Calculo de la capacidad en la propuesta para la intersección con la Av. Tarata .....	130
Tabla 72. Calculo de relación volumen y capacidad en la propuesta para la intersección con la Av. Tarata .....	131
Tabla 73. Calculo de la demora y nivel de servicio de la propuesta para la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	132
Tabla 74. Cuadro resumen de la situación optimizada para la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	133
Tabla 75. Fases de los tiempos de semáforo actual para la intersección con la Av. Internacional.....	134
Tabla 76. Fases de los tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av. Internacional .....	135
Tabla 77. Tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av. Internacional.....	136



Tabla 78. Calculo de flujo de saturación en la propuesta para la intersección con la Av. Internacional .....	137
Tabla 79. Calculo de factor de hora de máxima demanda en la propuesta para la intersección con Av. Internacional .....	138
Tabla 80. Calculo de la tasa de flujo en la propuesta para la intersección con Av. Internacional.....	138
Tabla 81. Calculo de la capacidad en la propuesta para la intersección con Av. Internacional.....	139
Tabla 82. Calculo de relación volumen y capacidad en la propuesta para la intersección con Av. Internacional .....	139
Tabla 83. Calculo de la demora y nivel de servicio en la propuesta para la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	140
Tabla 84. Cuadro resumen de la situación optimizada para la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	141

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona de investigación, vista en planta de la avenida Jorge Basadre Grohmann .....	3
Figura 2. Zona de investigación, vista en perfil del cruce de la avenida Jorge Basadre Grohmann con avenida Patricio Meléndez.....	4
Figura 3. Zona de investigación, vista en perfil del cruce de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata.....	4
Figura 4. Zona de estudio, vista en perfil del cruce de la avenida Jorge Basadre Grohmann con avenida Internacional.....	5
Figura 5. Intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Internacional...	21
Figura 6. Intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata .....	21
Figura 7. Intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez.....	22
Figura 8. Formato para aforo vehicular .....	26
Figura 9. Esquema metodológico para el análisis de intersección con semáforos..	26
Figura 10. Ubicación de la zona de estudio para intersección Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	36
Figura 11. Clasificación de Uso de suelos según MPT .....	37
Figura 12. Zonificación de la zona de estudio para la intersección de Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	38
Figura 13. Sección vial de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	39
Figura 14. Sección vial de la Av. Jorge Basadre Grohmann Corte A-A.....	39
Figura 15. Sección vial de la Av. Patricio Meléndez Corte B-B .....	40
Figura 16. Sección vial de la Av. Jorge Basadre Grohmann Corte C-C.....	40
Figura 17. Estaciones de Conteo de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez.....	41
Figura 18. Esquema de Carriles y Giros de la Av. Jorge Basadre con Av. Patricio Meléndez.....	41
Figura 19. Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez sentido suroeste a Noreste Estación 01 día lunes 07/11/22.....	42
Figura 20. Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez sentido suroeste a Noreste Estación 01 día miércoles 09/11/22.....	43
Figura 21. Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez sentido suroeste a Noreste Estación 01 día sábado 12/11/22 .....	44

Figura 22. Aforo vehicular de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann sentido sureste a Noroeste Estación 02 día lunes 07/11/22 .....	45
Figura 23. Aforo vehicular de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann sentido sureste a Noroeste Estación 02 día miércoles 09/11/22 .....	46
Figura 24. Aforo vehicular de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann sentido sureste a Noroeste Estación 02 día sábado 12/11/22 .....	47
Figura 25. Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez sentido Noreste a suroeste Estación 03 día lunes 07/11/22.....	48
Figura 26. Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez sentido Noreste a suroeste Estación 03 día miércoles 09/11/22.....	49
Figura 27. Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez sentido Noreste a suroeste Estación 03 día sábado 12/11/22 .....	50
Figura 28. Fases y tiempo de semaforización de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	52
Figura 29. Ubicación de la zona de estudio para la intersección de Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	56
Figura 30. Zonificación de la zona de estudio para la intersección de Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	57
Figura 31. Sección vial de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	58
Figura 32. Sección vial de la Av. Tarata Corte A-A.....	58
Figura 33. Sección vial de la Av. Jorge Basadre Grohmann Corte B-B .....	59
Figura 34. Sección vial de la Av. Tarata Corte C-C .....	59
Figura 35. Sección vial de la Av. Jorge Basadre Grohmann Corte D-D.....	59
Figura 36. Estaciones de conteo de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	60
Figura 37. Esquema de Carriles y Giros en Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	60
Figura 38. Aforo Vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata sentido oeste – este Estación 01, día Lunes 07/11/22 .....	61
Figura 39. Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata sentido oeste-este Estación 01 día miércoles 09/11/22 .....	62
Figura 40. Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata sentido oeste-este Estación 01, día sábado 12/11/22 .....	63
Figura 41. Aforo vehicular de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann sentido sur-norte Estación 02, día lunes 07/11/22.....	64
Figura 42. Aforo vehicular de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann sentido sur-norte Estación 02, día miércoles 09/11/22.....	65

Figura 43. Aforo vehicular de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann sentido sur-norte Estación 02, día sábado 12/11/22.....	66
Figura 44. Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata sentido este-oeste Estación 03, día lunes 07/11/22 .....	67
Figura 45. Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata sentido este-oeste Estación 03, día miércoles 09/11/22 .....	68
Figura 46. Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata sentido este-oeste Estación 03, día sábado 12/11/22 .....	69
Figura 47. Aforo vehicular de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann sentido norte-sur Estación 04, día lunes 07/11/22.....	70
Figura 48. Aforo vehicular de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann sentido norte-sur Estación 04, día miércoles 09/11/22 .....	71
Figura 49. Aforo vehicular de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann sentido norte-sur Estación 04, día sábado 12/11/22.....	72
Figura 50. Fases y tiempo de semaforización de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	75
Figura 51. Ubicación de la zona de estudio para la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	79
Figura 52. Zonificación de la zona de estudio para la intersección de Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	80
Figura 53. Sección vial de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann.	81
Figura 54. Sección vial de la Av. Jorge Basadre Grohmann Corte A-A.....	81
Figura 55. Sección vial de Av. Jorge Basadre Grohmann Corte B-B.....	82
Figura 56. Sección vial de la Av. Internacional Corte C-C.....	82
Figura 57. Estaciones de conteo de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	83
Figura 58. Esquema de carriles y giros en Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann .....	83
Figura 59. Aforo vehicular de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann sentido de suroeste – noreste Estación 01, día lunes 14/11/22.....	84
Figura 60. Aforo vehicular de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann sentido suroeste – noreste Estación 01, día miércoles 16/11/22 .....	85
Figura 61. Aforo vehicular en Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann sentido suroeste – noreste Estación 01, día sábado 19/11/22.....	86
Figura 62. Aforo vehicular en Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Internacional sentido de este – oeste Estación 02, día lunes 14/11/22 .....	87

Figura 63. Aforo vehicular en Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Internacional sentido este – oeste Estación 02, día miércoles 16/11/22.....	88
Figura 64. Aforo vehicular en Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Internacional sentido este – oeste Estación 02, día sábado 19/11/22 .....	89
Figura 65. Aforo vehicular en Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann sentido noreste – suroeste Estación 03, día lunes 14/11/22 .....	90
Figura 66. Aforo vehicular en Av. Internacional con A. Jorge Basadre Grohmann sentido noreste – suroeste Estación 03, día miércoles 16/11/22 .....	91
Figura 67. Aforo vehicular en Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann sentido noreste – suroeste Estación 03, día sábado 19/11/22.....	92
Figura 68. Fases y tiempos de semaforización en la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann.....	95
Figura 69. Grafica de los tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av. Tarata .....	119
Figura 70. Grafica de los tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av. Tarata .....	127
Figura 71. Grafica de los tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av. Internacional.....	135

## RESUMEN

La presente investigación nos permitirá conocer los niveles de servicio que presentan en la actualidad en cada uno de los accesos y en cada intersección que presenta datos semafóricos, con el fin de brindar solución al problema de congestamiento vehicular y reducir la saturación en el flujo vehicular en la Av. Jorge Basadre Grohmann desde la intersección con Av. Patricio Meléndez hasta la intersección con la Av. Internacional, comprendiendo el análisis detallado de tres intersecciones semaforizadas ubicadas en la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Alto de la Alianza, Provincia de Tacna, Departamento de Tacna, la interrogante del problema nace de las demoras y colas que se observaron en la actualidad. Para el análisis se utiliza la metodología del HCM 2010 con los datos tomados en campo como, cantidad y ancho de carriles, pendiente, aforos vehiculares y peatonales, velocidad de aproximación, tiempo semafórico, etc. Para cada una de las intersecciones semaforizadas que luego de calcular el nivel de servicio en las esquinas semaforizadas se brindara alternativas de solución para mejorar el flujo vehicular reduciendo los tiempos de viaje así también como mejorar los niveles de servicio encontrados en los accesos.

**Palabras claves:** Volumen, estaciones de conteo, tiempos de demora, tasa de flujo, demanda, capacidad, HCM 2010, nivel de servicio, ciclo semafórico.

## ABSTRACT

The present investigation will allow us to know the levels of service that they currently present in each of the accesses and in each intersection that presents traffic light data, in order to provide a solution to the problem of vehicular congestion and reduce the saturation in the vehicular flow in Jorge Basadre Grohmann Av. From the intersection with Patricio Melendez Av. To the intersection with Internacional avenue, including a detailed analysis of three signalized intersections located on Jorge Basadre Grohmann avenue in the Alto de la Alianza district, Province of Tacna, Department of Tacna, the question of the problem arises from the delays and queues that were observed today. For the analysis, the HCM 2010 methodology is used with data collected in the field, such as number and width of lanes, slope, vehicular and pedestrian capacity, approach speed, traffic light time, etc. For each of the signalized intersections, after calculating the level of service at the signalized corners, alternative solutions will be provided to improve vehicle flow by reducing travel times as well as improving the service levels found at the accesses.

**Keywords:** Volume, counting stations, delays times, flow rate, demand, capacity, HCM 2010, service level, traffic light cycle.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación trata sobre la optimización del flujo vehicular en la avenida Jorge Basadre Grohmann del distrito de Alto de la Alianza en el tramo comprendido entre la avenida Patricio Meléndez y la avenida Internacional y surge a partir de la observación realizada la cual evidencia congestión vehicular en las esquinas semaforizadas

Es así que en el Capítulo I se plantea la problemática de la existente congestión vehicular en la horas pico , para luego justificar la investigación estableciendo los objetivos y las hipótesis.

Durante el Capítulo II se presentan investigaciones similares locales, nacionales e internacionales que brinden conocimiento que ayude a realizar la evaluación , además de establecer las definiciones de los términos y las bases teóricas de las cuales se detalla la metodología de Análisis Operacional que plantea el HCM 2010 .

En el Capítulo III se explica el marco metodológico donde se detalla el diseño de investigación, las técnicas e instrumentos para la recolección de datos en campo como lo son los geométricos, de tránsito y semafóricos, y la descripción del procesamiento de datos y análisis estadístico.

En el Capítulo IV se muestran los resultados de aforos y mediciones de campo, así como la obtención del nivel de servicio, además de brindar alternativas de solución como la modificaciones en los giros y tiempos semafóricos que permitan una reducción en los tiempos de demora y una mejora en los niveles de servicio.

En el Capítulo V se desarrolló la discusión de los resultados actuales y los resultados para la propuesta planteada.

Por último, se presentaron las conclusiones y recomendaciones que se pudieron recolectar a través de todo el trabajo hecho.



## CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción del problema

La congestión vehicular en el distrito de Alto de la Alianza, provincia de Tacna, departamento de Tacna ha incrementado de una manera que donde no se puede apartar la vista sobre todo en días donde los peatones suelen realizar sus actividades del día a día, el tiempo o mejor dicho el horario se le llama horas pico. Provocando la congestión, contaminación, estos problemas en las personas que transitan las calles resulta de forma desfavorable ya que la construcción es en sí algo que debe facilitar las necesidades de la población.

La circulación de los altos números de vehículos y la alta demanda de transporte ocasiona que el tránsito afecte severamente en la serviciabilidad de las carreteras que son usadas para entrar a la ciudad. Observando vías de ingreso a la ciudad a distintas horas del día se puede notar el congestionamiento y molestias no solo que afectan a los conductores sino también para los pobladores. También la falta de conservación de las vías y su diseño no ayudan a disminuir la congestión vehicular, mientras que una solución no sea presentada con anticipación, el problema de congestionamiento continuara o en el peor de los casos empeorara. Uno de los hechos que no se pueden contradecir es que los tiempos de viaje aumentaron a lo largo de los años sobre todo en la horas donde hay aglomeramientos esto se observa claramente en el comportamiento de los conductores presentando agresividad, alcanzando un nivel que presenta un servicio por debajo de lo aceptable.

El incremento de la contaminación ambiental es otro problema que no se puede pasar desapercibido afectando más que todo en la salud de los transeúntes y conductores. No solo se debe poner atención en la contaminación local sino también en los vehículos que emiten gases de efecto invernadero. Con lo ya dicho se deben tomar en cuenta otros temas perjudiciales como son los accidentes de tránsito, la alta demanda de combustible por mayores tiempos de viaje, y los costos de mantenimiento de los vehículos. La congestión perjudica también a personas que no tienen ingreso mayor a la hora de dedicarse al transporte colectivo, ya que en países en desarrollo son personas de ingresos menores; ampliando y generando problemas en los tiempos de viaje, dejando dudas si genera un beneficio dedicar el tiempo y costo al servicio de transporte. No toda congestión vehicular es indeseable. Es tolerable tener un dicho nivel, antes que se brinden propuestas de mejora que sobrepasen o importen un gasto mayor. Realizar actividades o acciones que estén

por encima del presupuesto no generaría beneficio a nadie. El problema es planteado con la observación que data de una cantidad aglomerada de vehículos en las horas más críticas donde se necesite un transporte en la avenida Jorge Basadre Grohmann perteneciente al distrito de Alto de la Alianza desde el cruce con Av. Patricio Meléndez hasta el encuentro con la avenida Internacional, la distancia observada presenta saturación con respecto a vehículos debido a que hay sitios que satisfacen las necesidades de la población. Se observa que el diseño de semaforización tiene una descoordinación, también el mantenimiento de señales no está bien implementado, y no presenta tiempos para el cruce de peatones lo que genera preocupación a la hora transitar.

En la Figura 1 se muestra la vista en planta del tramo a ser estudiado representado con color rojo la distancia que abarca el tramo de la Av. Jorge Basadre Grohmann con las intersecciones semaforizadas.

### Figura 1

*Zona de investigación, vista en planta de la avenida Jorge Basadre Grohmann*



*Nota.* Adaptado del sitio web Google Maps.

En la Figura 2, Figura 3 y Figura 4 se muestra la vista en perfil para la intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez, Av. Tarata y la Av. Internacional respectivamente.

### Figura 2

*Zona de investigación, vista en perfil del cruce de la avenida Jorge Basadre Grohmann con avenida Patricio Meléndez*



*Nota.* Adaptado del sitio web Google Earth.

### Figura 3

*Zona de investigación, vista en perfil del cruce de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata*

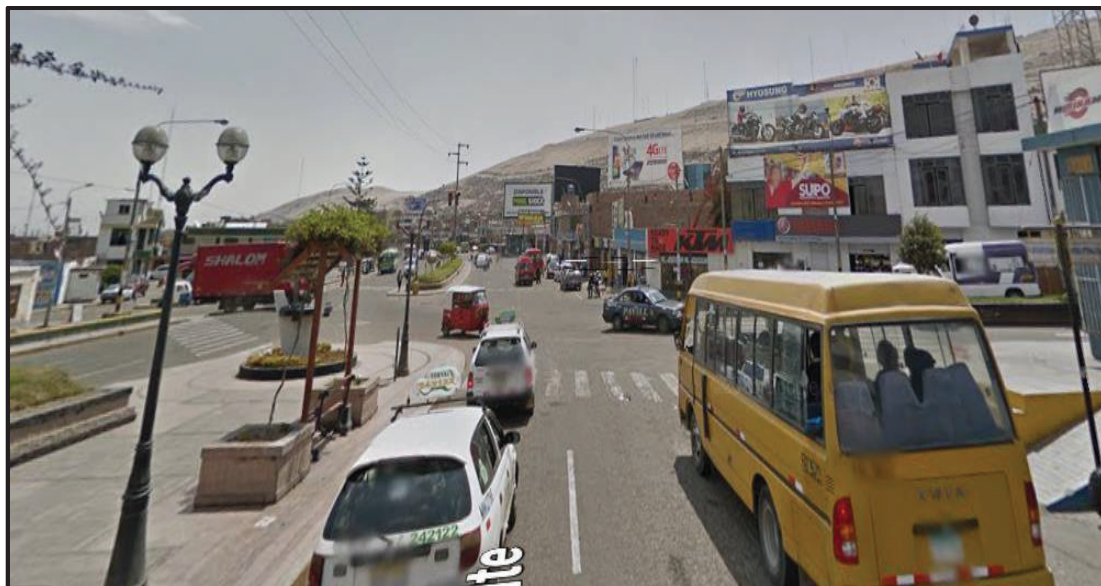


*Nota.* Adaptado del sitio web Google Earth.



## Figura 4

*Zona de estudio, vista en perfil del cruce de la avenida Jorge Basadre Grohmann con avenida Internacional*



*Nota.* Adaptado del sitio web Google Earth.

## 1.2. Formulación del Problema

### 1.2.1. Problema General

¿Cómo se determina el flujo vehicular para estimar el nivel de servicio en avenida Jorge Basadre Grohmann desde la intersección con la avenida Patricio Meléndez hasta la intersección con la Av. Internacional, distrito Alto de la Alianza 2022?

### 1.2.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cómo evaluar el flujo vehicular en avenida Jorge Basadre Grohmann desde la intersección con la Avenida Patricio Meléndez hasta la intersección con la avenida Internacional, distrito Alto de la Alianza 2022?
- b. ¿Cómo se determina el nivel de servicio en avenida Jorge Basadre Grohmann desde la intersección con la avenida Patricio Meléndez hasta la intersección con la avenida Internacional, distrito Alto de la Alianza 2022?
- c. ¿Cómo se evalúa los cambios de fases de semaforización y otras propuestas de mejora en avenida Jorge Basadre Grohmann desde la intersección con la avenida

Patricio Meléndez hasta la intersección con la avenida Internacional, distrito Alto de la Alianza 2022?

### **1.3. Justificación de la investigación**

#### ***1.3.1. Desde el punto de vista científico***

Conocer los distintos niveles de servicio que presentan actualmente los accesos y en cada cruce vial se podrá plantear solución a los problemas de congestión vehicular haciendo uso de la metodología HCM 2010.

#### ***1.3.2. Desde el punto de vista social***

En cualquier avenida puede encontrarse congestión vehicular, por lo cual se busca la evaluación del flujo vehicular para saber la situación en la que se encuentra dado que en la avenida Jorge Basadre Grohmann se puede observar un gran número de personas que son afectadas por el aumento de vehículos. Los efectos perjudiciales de la congestión caen sobre todo en los habitantes, en términos de deterioro de su calidad de vida en distintos aspectos, como mayor contaminación acústica y atmosférica, impacto negativo sobre la salud. No se discute que los propios conductores soportan las consecuencias de la congestión. Es decir, experimentan los efectos de lo que ellos mismo han originado, en términos de mayores tiempos de desplazamiento. Los automovilistas no son los únicos que conocen los efectos de la congestión. Es un hecho que la congestión provoca la condición ya deteriorada del transporte colectivo, de mismo modo los usuarios también son afectados sin conocer las causas. La congestión a los pasajeros de los buses va demorarse más en efectuar sus desplazamientos. El tiempo de viaje mientras sea mayor será un problema real, que no llame demasiada atención. Otro punto a tratar es el incremento en accidentes de tránsito, consumo de combustible adicional, desgaste de las obras viales, mayor contaminación, afectan la calidad de la vida y salud de los usuarios que circula.

#### ***1.3.3. Desde el punto de vista económico***

El tránsito es uno de los factores más importantes en el crecimiento urbano de una región. El transporte público es empleado mayoritariamente por personas de menores recursos y que por ello se debe ser cauto. Los ingresos de los usuarios de los buses urbanos son muy inferiores a los de los automovilistas urbanos, los

ingresos de los ocupantes de los automóviles más que triplican los de los pasajeros de buses. Otro factor, que posiblemente muchos pasajeros consideren más importante es la tarifa de los buses, surge el problema para proveer la misma capacidad de transporte, que requieren más unidades con sus respectivos conductores, trayendo como consecuencia costos de pasajes más elevados. A veces saltarse los requisitos mínimos que debe llevar un instrumento que ayuda al trabajo, en este caso los vehículos, ya sea porque no se tenga el dinero suficiente para el arreglo o mantenimiento u otra razón genera riesgos que perjudican la salud.

Los problemas ya dichos pueden ser moderados pero eso implica una intervención, las condiciones en las que trabajan los conductores y su salud requieren participación en diferentes niveles.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar el flujo vehicular para estimar el nivel de servicio en la avenida Jorge Basadre Grohmann desde la intersección con la avenida Patricio Meléndez hasta la intersección con la avenida Internacional, distrito Alto de la Alianza 2022.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- a. Evaluar el flujo vehicular en Av. Jorge Basadre Grohmann desde la intersección con la Av. Patricio Meléndez hasta la intersección con la Av. Internacional
- b. Determinar el nivel de servicio en Av. Jorge Basadre Grohmann desde la intersección con la Av. Patricio Meléndez hasta la intersección con la Av. Internacional
- c. Evaluar el cambio de fases de semaforización y otras propuestas de mejora en Av. Jorge Basadre Grohmann desde la intersección con la Av. Patricio Meléndez hasta la intersección con la Av. Internacional

#### **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

El flujo vehicular resulta ser inadecuado en su nivel de servicio en la avenida Jorge Basadre Grohmann desde la intersección con la avenida Patricio Meléndez hasta la intersección con avenida Internacional.

### **1.5.2. Hipótesis específica**

- a. El aforo vehicular determina que el flujo vehicular genera considerables problemas de congestión
- b. Con la metodología de análisis operacional del HCM 2010 se determina un nivel de servicio desfavorable
- c. La evaluación del cambio de fases de semaforización y otras propuestas de mejora soluciona favorablemente los problemas de congestión en avenida Jorge Basadre Grohmann, distrito Alto de la Alianza 2022

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del estudio

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Aaron, Gomez , Fontalvo & Gomez (2018) presentaron un análisis acerca de la movilidad vehicular en tres puntos específicos de los municipios de Riohacha y Maicao, La Guajira, en Colombia. Riohacha y Maicao, ciudades del Departamento de La Guajira en Colombia, que mientras que la población crecía exponencialmente la construcción en las infraestructuras de las vías lo hacía lentamente, su relación era desproporcionada. El distrito de Riohacha y el municipio de Maicao no presentan una situación prospera en lo que movilidad vehicular se refiere, ya que su congestión en lo respecto a vehículos es relativamente alta en las calles. Teniendo inflexibilidad no solo por parte de los conductores sino también por parte de los peatones, agregando que el incumplimiento de las reglas de transito no son respetadas, todo esto genera un incremento en los tiempos de viajes, problemas a la hora de llegada, elevando el consumo de combustible y los costos de mantenimiento. Se utilizaron conceptos relacionados con el flujo vehicular, como tiempos de llegada a la cola, densidad, tiempo de espera, y otros. La observación se hizo en cuatro meses continuos durante las horas pico; se detalló las variables de los puntos seleccionados, sus causas y consecuencias, para realizar la acción a tomar. Se realizó una simulación usando el software PTV Vissim 8 y Vensim PLE. Con el software de simulación se pudo observar que las reglas de transito no ayudan ya que la congestión se genera por estas normas. No solo las ocasiones de inflexibilidad y accidentes generan problemas, también la toxicidad por parte de los vehículos, problema que no está siendo tomado en cuenta por parte de autoridades.

Gálvez (2017) en su investigación de Evaluación de la calidad de flujo vehicular mediante indicadores estadísticos de velocidad del tramo de Carretera Tíllales El Guabo la cual tiene como objetivo calcular valores representativos estadísticos de la calidad de flujo vehicular mediante la velocidad de punto del movimiento de tránsito para la medición de eficiencia de velocidad en el tramo de la vía desde Tíllales- El Guabo hasta la glorieta de ingreso a El Guabo dado que se ha generado un incremento en lo que se refiere por rapidez de vehículo este incremento genero un problema en el diseño de la carretera, por lo redactado el reglamento de tránsito no aplicaría en este caso, lo cual desmejora tanto la capacidad del vehículo



como la seguridad del ciudadano es por lo que se vio importante realizar este proyecto. Se realizó una toma de muestras de 200 de vehículos utilizando un programa de radar de velocidad mediante un teléfono celular, desde una distancia del eje de la vía de 40 m. Para el tamaño de muestras el número de intervalo esta entre el rango 10 - 11, se precedió a tomar el intervalo de 11, luego se calculó lo siguiente: ancho de intervalo de clase 6,5 km/h para ello escogimos la velocidad máxima 113 km/h y la velocidad mínima 45 km/h de campo, punto medio, frecuencia observada absoluta y relativa, mediante representación gráfica se realizó lo siguiente: histograma de frecuencias, polígono de frecuencias, ojiva porcentual la cual nos ayudó a concluir que solo el 15 % de los conductores lleva una velocidad igual o inferior a 63,25 km/h, el 85 % de los conductores elige viajar a 83,75 km/h, el 50 % de los conductores viajan 73,93 % y el 98 % de los conductores elije viajar 96,75 %.

De la Torre y Henríquez (2019) redacta en su investigación “Evaluación de medidas de gestión del tránsito usando modelos de simulación vehicular: Se realizó en la Calle 72 – Barranquilla”, se evaluó el impacto a través de una simulación de tráfico por medio de un caso de estudio aplicado sobre el corredor urbano de la Calle 72 para la alta influencia que tiene la economía que hay en la ciudad lo que genera que la población haga uso de los transportes públicos y privados, lo cual ocasiono una mayor demanda automovilística a su vez generando congestión vehicular. Las construcciones por parte de obras públicas también provoca que el flujo vehicular se vea afectado por los desvíos debido a los cierres de vías. Según los datos el 75 % son vehículos particulares debido al dinamismo económico ocasionando el congestionamiento vehicular. La zona de investigación fue una vía cuya distancia sea símbolo de la ciudad que presenta estados desfavorables que es la Calle 72 lo cual mediante una simulación de tránsito con datos reales se detallara el flujo vehicular a través de un software llamado Transmodeler y dar una solución y dar conocimiento de cómo se verá reflejada a 5, 10 y 20 años para ver que niveles de servicio la vía ofrece durante el transcurso del tiempo. Una de las soluciones propuestas fue ampliar el corredor urbano.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Palomino e Ingunza (2017) expusieron en su investigación de “Propuesta de Mejora Sostenible del nivel de servicio de una intersección y evaluación de su área de influencia”, describiendo características de los cruces a evaluar y los aforos

vehiculares para así obtener el nivel de servicio por las principales vías de Lima la cual resulto desfavorable debido a los parámetros relacionado al nivel de servicio, resultando en la congestión vehicular existente. Utilizando el programa Synchro V8, se procedió a realizar el modelamiento, obteniendo los niveles de servicio para cada cruce y la identificación de los parámetros que no ayudaban a la optimización del flujo. Una de las soluciones fue brindar tiempos semafóricos en escenarios críticos y la modificación de medidas geométricas de la vía, para la cual también se brindó un modelamiento con estas nuevas medidas. Con la simulación del tráfico para un tiempo de 5 años se afirmó una mejora. Se logró obtener la mejora deseada comparando distintos modelamientos de simulación de tráfico. Otra propuesta se dio en escenarios menos críticos para lo que ciclos semafóricos establecidos para un mayor VHMD.

Ramos (2019) expone en su investigación Evaluación de las condiciones actuales del flujo vehicular en la intersección de la carretera central con el acceso y salida al Puente Señor de Burgos, utilizando el software PTV VISSIM 7, 2018, realiza la evaluación de la situación del tránsito vehicular usando tiempos de espera, tiempos de parada con el fin de definir el nivel de servicio en el cruce, obviamente para poder definir todos estos indicadores se debe realizar el aforo vehicular para posteriormente hacer uso del programa PTV VISSIM, el cual hace uso de los datos del aforo vehicular para definir las condiciones de flujo de tránsito. Dado que las condiciones de flujo de tránsito es una condición pésima para el flujo vehicular, se brindó soluciones, una de las soluciones que resulto ser más óptima fue implementar un pase a desnivel en un giro desde la carretera a central hasta Tingo María, se volvió hacer uso del software logrando una mejora de nivel de servicio "C". Lo que se demostró con la investigación fue demostrar el existente congestionamiento vehicular, y también brindo una solución mejorando las condiciones de flujo de tránsito haciendo uso de una simulación de tránsito.

Osores (2016) expone en su trabajo de investigación Evaluación del nivel de servicio por análisis de tráfico en la intersección semaforizada Mariscal Castilla-Julio Sumar el Tambo, 2015; emplea metodologías en el encuentro semaforizado el cual se encuentra en el distrito de El Tambo; con las que desarrolla los distintos parámetros como son las demoras, las extensiones de cola y las tasas de volúmenes de tránsito que ingresan a la vía posteriormente para realizar la comparación con la técnica de medición de servicios y producción. El trabajo logro obtener resultados óptimos en cuanto se tomó los datos reales de campo con respecto a la tasa de flujo de saturación, dando como resultado valores de colas equivalentes a los reales. Se

evaluó la situación de intersección semaforizadas usando métodos del manual HCM 2000 y Synchro 8; los cuales sirven como soporte para estudiar ingeniería de tráfico y haciendo uso de los datos tomados directamente de campo que no son exactamente lo mismo a los locales.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Ortiz Lanchipa & Veliz Cabrera (2018) presentaron la tesis titulada Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Gustavo Pinto con la Av. Industrial de la ciudad de Tacna – Tacna, año 2018. El objetivo de esta tesis es realizar una optimización en el flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Gustavo Pinto con la Av. Industrial ubicado en la Ciudad de Tacna, la zona de estudio que es transitada por diferentes vehículos, genera congestión vehicular y caos en el cruce. Para llegar a lo que se conoce como una optimización en el cruce de las avenidas, se comenzó con evaluar el flujo vehicular para conocer las condiciones operativas de flujo vehicular actual y las características geométricas del cruce, se tomaron los datos necesarios y se hizo uso de los métodos de análisis del manual HVM 2000 y Synchro v8. El resultado por parte del software de simulación resultó en una condición operativa que provoca la incomodidad del usuario, se propusieron soluciones comenzando realizar cambio en las fases de semáforos descartando el giro a la izquierda, los tiempos de semáforo se modificaron con el fin de optimizar el flujo y por último implementar una vía nueva que permita descongestionar en la entrada a la avenida Gustavo Pinto ya que dicha entrada presenta un flujo vehicular más saturado.

Honori Chura & Salas Serrano (2019) presentaron Determinación del nivel de servicio y propuesta de mejora vial en la avenida Humboldt, tramo entre avenida Collpa-avenida violeta, del distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa – provincia y departamento de Tacna, año 2019, el objetivo de este trabajo es conocer el nivel de servicio del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Humboldt con la Av. Collpa, Av. Violeta y Calle Las Amapolas; ubicado en el Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa. La intersección en estudio es transitada por distintos vehículos en las horas pico, generando saturación en lo que respecta al tránsito y caos en dicha intersección, para lograr el objetivo se tomaron los datos necesarios y haciendo uso del método propuesto por el manual HCM 2010. Las soluciones brindadas fueron descartar el giro a la izquierda, mejorando tiempos en los semáforos, también se realizaron cambios en las fases de los semáforos, y se implementó una vía nueva

con el fin de reducir el congestionamiento en la entrada a la avenida Humboldt ya que dicho acceso es el que más se observó saturado por el congestionamiento vehicular.

Paucara Rojas (2019) expone en su trabajo de investigación “Evaluación del nivel de servicio en flujos vehiculares de la intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann, utilizando Synchro v8 – Tacna, 2018” El fin de la investigación fue evaluar el nivel de servicio para los flujos vehiculares en los cruces de la avenida principal. El estudio se realizó en las horas pico para observar el congestionamiento en su punto más crítico, también se observa que hubo señalización pero no cumplían los requisitos mínimos, se hizo uso de la método propuesto por el manual HCM 2010, posteriormente se realizó el modelamiento mediante el software de simulación Synchro. Las avenidas presentaron un nivel “C” y “F”. Con el fin de disminuir los tiempos de demora se ha de incrementar un carril preferencial de giro a la izquierda, la optimización de los tiempos de los semáforos, señalización horizontal y vertical; y a futuro realizar la fabricación de un paso elevado a desnivel y vías de descongestionamiento.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Volumen de tráfico**

Reyna (2015) afirma que el volumen de tráfico se caracteriza por la cantidad de vehículos que pasan por un punto de una calle, ya sea en una dirección, en un cruce o en una convergencia, en un tramo de un tiempo establecido. La unidad que se va a utilizar más frecuente es vehículos por hora y vehículos al día.

### **2.2.2. Sistemas de Transporte**

Cal y Mayor y Cárdenas (1998) afirma que la clasificación científica de los transportes está muy potenciada: apilamiento y aforo, vehículo público y confidencial, vehículo individual, transporte colectivo, entre otros.

### **2.2.3. Transporte público urbano**

Cal y Mayor y Cárdenas(1998) afirman que los transportes automovilísticos brindan movilidad a las personas de un lado a otro en las ciudades. De acuerdo al tamaño de

las distintas áreas que brinda la ciudad se debe tener un transporte público. Aunque los servicios de transporte en muchos países lo brinde la municipalidad, también conceden licencias a empresas.

#### **2.2.4. Transporte privado**

Aquellas administraciones que no están abiertas a la población en general. No tienen cursos, horarios y ritmos caracterizados. El vehículo confidencial alude a las prestaciones de los buques que no están abiertas o accesibles al conjunto de la población. En realidad, el vehículo confidencial es distinguido del vehículo público en tres aspectos: En primer lugar, el confidencial no está relacionado a un camino específico, es decir, el cliente elige el camino que considera generalmente útil para llegar a su objetivo. El siguiente aspecto distintivo es que no depende de los planes, en contraste con el transporte público, donde la hora de la excursión depende de la accesibilidad de las administración. En tercer lugar, la velocidad es elegida por el explorador (dentro del vehículo, impedimentos legítimos y del marco). Los marcos de transporte interior, los denominados vehículo privado, varían esencialmente del vehículo público por el hecho de estos no son parte del costo que brindan los transportes públicos. Es decir no se toma en cuenta el costo establecido, la necesidad de usar transportes, las paradas, horarios establecidos, las calles y los conductores. Por el contrario, en el caso de los viajes en vehículo privado, sola esta la necesidad de cuando usar el coche, y la reserva son las calles. En este aspecto se ven las bicicletas, los cruceros y los automóviles (Alvarez, 2014).

#### **2.2.5. Método HCM 2010 para el Cálculo de Niveles de Servicio**

Manuel Romana (2010) redacta que el propósito del HCM es proporcionar un conjunto de metodologías y procedimientos de aplicación, con el fin de establecer medidas de rendimiento y describir métodos que se ajusten a las características del tráfico, así también como estimar y predecir el desempeño del flujo vehicular, y explicar las metodologías a un nivel de detalle que permita a los lectores comprender los factores que están involucrados. El método es muy adaptable con las hojas de cálculo del Microsoft Excel, la formulación para el método es:

- ✓ Área de estudio
- ✓ Sentidos de la circulación vial
- ✓ Principales proyectos en el área de estudio

- ✓ Características de la infraestructura vial
- ✓ Conteos de flujo vehicular
- ✓ Consideraciones de Aforo
- ✓ Resultados de Aforo vehicular
- ✓ Medición de flujos de saturación
- ✓ Determinación de la capacidad y grado de saturación
- ✓ Análisis de los resultados
- ✓ Identificación y conteo de rutas de transporte publico
- ✓ Análisis de nivel de servicio

#### **2.2.6. Clasificación de los vehículos**

Cal y Mayor y Cárdenas (1998) expresan que la clasificación de vehículos son ligeros, pesados y excepcionales. Los ligeros son vehículos de viaje, además de carga, que tienen dos ejes y cuatro ruedas. En este grupo se recuerdan los vehículos, las furgonetas y las unidades ligeras y de mercancías. Los vehículos pesados es para transporte que va a tener una gran cantidad de viajeros , también son usados para transportar mercancías, con al menos dos ejes y al menos seis ruedas. Para este grupo se recuerdan los transportes y los camiones. Los vehículos únicos son los que por fin viajan y atraviesan las vías y carreteras, por ejemplo, los camiones y remolque extraordinarios para el transporte de troncos, minerales, equipos grandes, aparatos agrarios y por regla general, cualquier otro vehículo no ordenado anteriormente, como los vehículos de juegos y los vehículos de tracción animal.

#### **2.2.7. Modelación del flujo**

Álvarez (2014) describe que la progresión de vehículos en una calle se considera como una progresión compresible de un líquido retratado por factores claramente visibles relacionas con la forma de comportamiento agregada del marco. Se necesitan innumerables vehículos dando vueltas, con el objetivo de que los factores, por ejemplo, el grosor, la velocidad normal y algunos otros den una proporción significativa de la conducta de la corriente.

### **2.2.8. Ancho de las Calzadas**

Según descrito en el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas este dato se relaciona de acuerdo a la vía; dado que las vías tienen distintas capacidades para las diferentes demandas (Cardenas Grisales, Diseño geometrico de vias urbanas, 2022).

### **2.2.9. Tipos de modelación del tráfico**

Alcalá (2016) nos señala que hay distintas formas de clasificar los modelamiento usados en el área de transportes que depende lo que quieres analizar y los detalles que quieras conseguir. Uno de ellos se distingue por los detalles el llamado modelo macroscópico, se caracterizan por lo común es decir tomando datos de campo como la velocidad , la saturación del tráfico, entre otros. Otro se basa en el tiempo y probabilidad llamado el modelo determinístico, el cual usa fórmulas matemáticas que no dependen del tiempo.(Starfield, 2005). Si se quiere realizar un modelo de trafico determinístico el software más usado es el Synchro.

### **2.2.10. Conteos o aforos vehiculares**

Gonzales y Rey (2016) afirma que según lo visto, la recolección de información se realiza a través del recuento o verificación de vehículos, para obtener información real estimada en el campo sobre el desarrollo de los vehículos dentro de un marco vial (convergencia, punto de cruce, calle, etc.) para averiguar su forma de comportamiento. El recuento debe ser posible a través de varias estrategias, por ejemplo, la comprobación manual (papel y lápiz), la medición manual (contadores), la medición manual(electrónica) y la comprobación programada. Para llevar a cabo el recuento de vehículos de la manera más eficaz, se debe realizar un examen previo de la multitud de activos necesarios, se debe elegir el método que se utilizara, los días y las horas para realizar el conteo, preparar los formatos para así poder llegar a conseguir buenos resultados. Según el Manual de Diseño Geométrico de vías urbanas (2005), las variaciones en los volúmenes de atascos en hora punta a lo largo de las horas del día dependen del tipo de calle, en función de los ejercicios que la rigen, ya que hay rutas de tipo turístico, agrícola, comercial, etc. En ciudades urbanas, la variedad ordinaria es la siguiente: a primera hora de la mañana comienza con un volumen bajo de vehículos, que aumenta hasta llegar a las cifras más extremas en algún punto entre las 7:00 a.m. y las 9:00 a.m. De las 9:00 a.m. a las 12:00 p.m. , vuelve a descender y empieza a subir de nuevo para llegar a una más

extrema entre las 12:00 y las 14:00 horas. Vuelve a disminuir en algún punto de la franja de las 14:00 y las 18:00 horas, momento en el que vuelve a subir para llegar a un tercer valor máximo en algún punto de la franja de las 18:00 y las 20:00 horas. A partir de este momento, en general, bajara hasta una base en la madrugada.

#### **2.2.11. Volumen horario de máxima demanda**

Gonzales y Rey (2016) nos caracteriza que la cantidad de vehículos que viajan a través de un punto de cruce durante el tramo de tiempo dado, que puede cambiar de 15 minutos a largo plazo, contingente a la base que se tomara. De la misma manera, en la propuesta de grado de Punto, Ch.(2016), trae a colación que el VHMD es el valor delegado de los tiempos de interés más extremo que puede ocurrir durante un día específico.

#### **2.2.12. Flujo continuo**

Los vehículos que transitan por la vía solo se ven obligados a detenerse por razones inherentes al tráfico, los vehículos se detienen cuando ocurre un accidente, cuando llegan a un destino específico, paradas intermedias,etc (Cal y Mayor & Cardenas, 1998).

#### **2.2.13. Flujo discontinuo**

Característico de las calles donde las interrupciones son frecuentes por cualquier motivo, como los controles de transito como son los semáforos, los ceda el paso,etc (Gonzales & Rey, 2016).

#### **2.2.14. Factor horario de máxima demanda**

Gonzales y Rey (2016) dicta que es la proporción entre el volumen registrado en la hora de mayor tráfico y el valor máximo de la circulación durante el lapso de tiempo dado en la hora punta (la estimación más utilizada es de 15 minutos).

#### **2.2.15. Flujo de Saturación**

Gonzales y Rey (2016) menciona que la Higway Capacity Manual (HCM), el flujo de saturación representa la tasa máxima de flujo para un tráfico por carril que pasa por



medio de la intersección bajo ciertas circunstancias del tránsito como lo es el volumen vehicular, ciclistas, paraderos, etc. y la calle dentro del cual tenemos el número y ancho de carriles, pendientes, semáforos, etc.

### **2.3. Definición de Términos**

#### **2.3.1. Volumen**

Es la cantidad de vehículos que circulan por un punto determinado durante un tiempo específico (Cal y Mayor & Cardenas, 1998).

#### **2.3.2. Tasa de flujo**

Es la frecuencia a la cual transitan los vehículos durante un tiempo determinado menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente (Cal y Mayor & Cardenas, 1998).

#### **2.3.3. Demanda**

La cantidad de vehículos que buscan pasar por un acceso durante un tiempo determinado. Cuando existe un bloque, el interés es mayor que el volumen real, ya que ciertas excursiones se redirigen a cursos de acción de respaldo y otras esencialmente no se realizan debido a las limitaciones del marco de la calle (Cal y Mayor & Cardenas, 1998).

#### **2.3.4. Capacidad**

El mayor número de vehículos que puede pasar por un punto durante un tiempo determinado; es un indicio del marco de la calle. En un punto, el volumen actual no puede ser mayor que su límite real; sea como fuere, hay circunstancias en las que parece que esto ocurre precisamente debido a que la capacidad es estimada o calculada y no directamente visto en el campo (Cal y Mayor & Cardenas, 1998).

### **2.3.5. Velocidad**

Se caracteriza como proporción entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. En definitiva, para un vehículo, se trata de su proporción de desarrollo, generalmente comunicada en km/h (Cal y Mayor & Cardenas, 1998)

### **2.3.6. Nivel de servicio**

El nivel de servicio de una intersección con semáforos se caracteriza a través de los retrasos, que abordan para el cliente una proporción de tiempo de viaje perdido, utilización de combustible, molestia e insatisfacción. Específicamente el nivel de servicio se expresa en términos de la demora media por vehículo debido a las detenciones para un periodo de análisis de 15 minutos, considerado como periodo de máxima demanda (Cal y Mayor & Cardenas, 1998).

### **2.3.7. Semáforos**

Son dispositivos eléctricos que tienen como función ordenar y dirigir el tráfico de vehículos y peatones en carreteras y vías públicas a través de semáforos, en general rojos, amarillos y verde, accionados por una unidad de control (Cal y Mayor & Cardenas, 1998).

### **2.3.8. Fase del semáforo**

El pedazo del ciclo del semáforo asignado a cualquier mezcla de al menos un movimiento o más reciben simultáneamente el derecho de paso durante al menos un tramo (Cal y Mayor & Cardenas, 1998).

### **2.3.9. Ciclo semafórico**

Es el tiempo previsto para que el puntero del semáforo realice un cambio completo (Cal y Mayor & Cardenas, 1998).

### **2.3.10. Cola**

También denominada fila o de retención cuando se crea los usuarios (vehículos) llegan a una convergencia con señales de tráfico, la disposición de ayuda para cada aparición toma un tiempo específico (Cal y Mayor & Cardenas, 1998).

## CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Diseño de investigación

La investigación a realizar no manipulara la variable independiente, no se tendrá control directo sobre la variable, por ende el diseño es No experimental.

### 3.2. Acciones y actividades

Para la investigación se utilizó la metodología basada en el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), “Análisis operacional para intersecciones semaforizadas”. Esta filosofía requiere conocer la cantidad de vehículos que circulan por cada entrada, junto con datos concretos sobre los tipos de acceso, el número de trayectorias, tipo de giros, el horario de las señales de tráfico, tiempo de semaforización. Para la elaboración de la investigación se realizó actividades previas que se detallan a continuación.

- Al inicio se comenzó con la búsqueda de la intercepción de la vía que pueda cumplir con todas las características necesarias, las cuales son:
  - ✓ Condiciones geométricas
  - ✓ Fases y tiempos semafóricos
  - ✓ Condiciones del trafico
  - ✓ Condiciones de señalización
- Posteriormente se ubicó la zona de estudio a lo largo de la Av. Jorge Basadre Grohmann, distrito de Alto de la Alianza, Provincia de Tacna, Departamento de Tacna, considerando 3 esquinas semaforizadas con varias etapas, tipos de acceso, números de trayectorias, tipos de giro y tiempos semafóricos, números y tipos de vehículos. Las esquinas mencionadas anteriormente fueron solicitadas en cuenta la circulación sur a norte y son las siguientes:
  - Avenida Jorge Basadre Grohmann con Avenida Internacional
  - Avenida Jorge Basadre Grohmann con Avenida Tarata
  - Avenida Jorge Basadre Grohmann con Avenida Patricio Meléndez

En la Figura 5, figura 6 y figura 7 muestra la vista en planta de la intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con la Av. Internacional, Av. Tarata y Av. Patricio Meléndez respectivamente.

### Figura 5

*Intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Internacional*



*Nota.* Adaptado del sitio web Google Earth.

### Figura 6

*Intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata*



*Nota.* Adaptado del sitio web Google Earth.



**Figura 7**

*Intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez*



*Nota.* Adaptado del sitio web Google Earth.

Se repartió en las 3 esquinas semaforizadas las estaciones correspondientes según como corresponda en campo para continuar con el recuento en cada esquina de semáforo considerando cada una de las llegadas, esto dio toda la información para realizar un aforo vehicular que represente la situación actual del tráfico que se anotara en nuestro registro de campo.

- Se detalló las secciones viales en cada uno de los accesos para cada semáforo en estudio, se identificó las distancias horizontales actualmente señalizadas en el pavimento y que corresponden a vereda, estacionamiento, calzada con sus respectivos carriles, y todas las particularidades propias de una sección vial.
- Se identificó la cantidad y los tipos de giro correspondiente a cada carril y en cada esquina semaforizada, tomando en cuenta que en cada carril puede surgir más de un giro.
- En los 3 tramos comprendidos se midió los tiempos asignados a cada fase de semáforos, comprendido entre verde, ámbar y rojo.
- Los conteos se realizarán durante una semana los días lunes, miércoles y sábado en intervalos de tiempo de 15 minutos comprendidos entre 7:00 a.m. - 9:00 a.m., 12:00 p.m. – 2:00 p.m., y de 6:00 p.m. – 8:00 p.m.

- Luego se pasó los datos tomados en campo a nuestro ordenador a través del programa Microsoft Excel 2020, el cual se distribuyó en tablas, cuadros, gráficos y porcentajes, para luego realizar la evaluación del flujo vehicular y posteriormente calcular el nivel de servicio en las tres intersecciones haciendo uso de la metodología HCM 2010.

### **3.3. Materiales e instrumentos**

Con la finalidad de obtener valores reales se aplicaron en campo los siguientes equipos y accesorios de medición.

- Cinta métrica de acero, para medir las secciones transversales de cada una de las vías que intervienen en la investigación.
- Cronometro, para medir los intervalos de tiempo en cada semáforo y tomando en cuenta los tipos de fases encontradas.
- Cámara fotográfica, para evidenciar la actividad vehicular con fotografías y/o videos.
- Como accesorio se utilizó la plantilla de aforo vehicular oficial brindada por el MTC.
- Chalecos de seguridad y mascarillas descartables para la seguridad del investigador.

### **3.4. Población y muestra de estudio**

#### **3.4.1. Población**

El ámbito de la investigación del estudio se desarrollará con Avenida Patricio Meléndez y Avenida Jorge Basadre Grohmann, en la intersección con Avenida Tarata y Avenida Jorge Basadre Grohmann, y en la intersección con Avenida Internacional y Jorge Basadre Grohmann.

En densidad poblacional de la Provincia de Tacna, Distrito de Tacna es de 11% según el INEI Censos Nacionales XI de Población y de Vivienda.

Dado que el ámbito de estudio es en la ciudad de Tacna, se debe conocer el número promedio de personas que van a transitar por el área, tal como se indica en la tabla 1 para el distrito de Tacna, tabla 2 para el distrito de Alto de la Alianza y tabla 3 para el distrito de Tacna 2017.

**Tabla 1**

*Densidad Poblacional del distrito de Tacna*

	<b>Casos</b>	<b>%</b>	<b>Acumulado %</b>
	46,14	48,86	48,86
	48,29	51,14	100,00
<b>Total</b>	94,43	100,00	100,00

*Nota.* Adaptado según el INEI Censos Nacionales XI de Población y de Vivienda.

**Tabla 2**

*Densidad Poblacional del distrito de Alto de la Alianza 2007*

	<b>Casos</b>	<b>%</b>	<b>Acumulado %</b>
	17,49	49,36	49,36
	17,97	50,64	100,00
<b>Total</b>	35,44	100,00	100,00

*Nota.* Adaptado según el INEI Censos Nacionales XI de Población y de Vivienda.

**Tabla 3**

*Densidad Poblacional del distrito de Tacna 2017*

	<b>Casos</b>	<b>%</b>	<b>Acumulado %</b>
	135648,00	48,40	48,40
	144629,00	51,60	100,00
<b>Total</b>	280277,00	100,00	100,00

*Nota.* Adaptado según el INEI Censos Nacionales XI de Población y de Vivienda.

### 3.4.2. Muestra

Se tomará como muestra la cantidad de vehículos que durante los aforos cruzaron la intersección semaforizada tomando en cuenta la cantidad de accesos, carriles y giros.

### 3.5. Operacionalización de variables

Tal como indica la tabla 4, las variables a utilizar serán el flujo vehicular y el nivel de servicio que se caracterizan por brindar el desempeño de la vía y la cantidad de vehículos por unidad de hora.

**Tabla 4**

*Variables de la investigación*

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
<b>Nivel de servicio</b>	Servicio de la vía a los usuarios, la cual permite un manejo seguro en cualquier momento	Desempeño de la Vía	A-F
<b>Flujo vehicular</b>	Número de vehículos que circulan por la intersección vial	Cantidad de vehículos por unidad de hora	Vehículos/hora

*Nota.* Dada la presente la investigación el flujo vehicular es la variable independiente ya que no se puede modificar sus datos, mientras que el nivel de servicio depende de otros parámetros.

### 3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se utilizó la metodología basada en el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), "Metodología de análisis operacional para intersecciones semaforizadas". Requiere contar el número, tipo y dirección de los vehículos que circulan en dicha intersección durante la hora punta, en la figura 8 se muestra el formato a utilizar para el conteo vehicular, este procedimiento se ha realizado en cada uno de las estaciones de conteo.



**Figura 8**

*Formato para aforo vehicular*

FORMATO N° 1  
FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION	
SENTIDO	←	CODIGO DE LA ESTACION	
UBICACION		DIA Y FECHA	

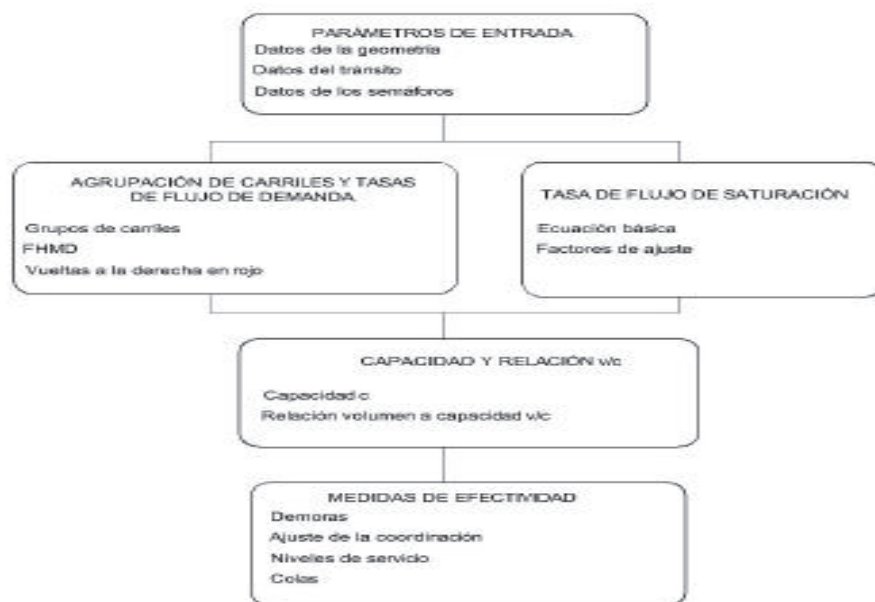
HORA	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS	CAMION			SEMI TRAYLER 2S1/2S2	SUBTOTAL
				SUV	PICK UP	PANEL	RURAL Combi			2 E	2 E	3 E		
<b>MAÑANA</b>	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
7:00 - 7:15 a.m.														
7:15 - 7:30 a.m.														
7:30 - 7:45 a.m.														
7:45 - 8:00 a.m.														
8:00 - 8:15 a.m.														
8:15 - 8:30 a.m.														
8:30 - 8:45 a.m.														
8:45 - 9:00 a.m.														
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														
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														
PARCIAL:														
SUMATORIA														

*Nota.* Adaptado de Salazar Calderón Juárez (2019).

En la figura 9 indica los pasos a realizar para el análisis de intersección con semáforos descrita de manera resumida según la metodología del HCM 2010.

**Figura 9**

*Esquema metodológico para el análisis de intersección con semáforos*



*Nota.* Adaptado de Cal y Mayor & Cardenas (1998).

En la tabla 5, indica todos los parámetros necesarios para el análisis descrito en la metodología de HCM 2010 los cuales dictan para datos geométricos, de tránsito y de semáforos.

**Tabla 5**

*Datos necesarios para el análisis de cada grupo de carriles*

<b>Tipo de condición</b>	<b>Parámetro</b>
Geométricas	Tipo de área
	Número de carriles, N
	Ancho promedio de carriles, W (m)
	Pendiente, G (%)
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT
	Longitud de bahías, LT o RT, (m)
Transito	Estacionamiento
	Volumen de demanda por movimiento, V (veh/m)
	Tasa de flujo de saturación base (vehículos livianos/h/carril)
	Factor de la hora de demanda FHMD
	Porcentaje de vehículos pesados (%)
	Tasa de flujo peatonal en el acceso (peatones/h)
	Autobuses locales que paran en la intersección (autobuses/h)
	Actividad de estacionamiento, (maniobras/h)
	Tipo de llegadas AT
	Proporción de vehículos que llegan en verde, P
Velocidad de aproximación, (km/h)	
Semáforos	Longitud del ciclo, C (s)
	Tiempo en verde, G (s)
	Amarillo + Todo rojo, intervalo de cambio y despeje, entre verde, Y(s)
	Operación accionada o prefija
	Botón peatonal
	Verde mínimo peatonal
Periodo de análisis, T (h)	

*Nota.* Adaptado del manual de capacidad de carreteras HCM 2010.

- Cálculo del flujo de saturación por grupo carril

El flujo de saturación es calculado para cada grupo de carril, suponiendo que dicho acceso tiene el 100 % del tiempo disponible como ver efectivo, para el cálculo utilizamos la ecuación siguiente:

$$S = S_o * (f_w) * (f_{HV}) * (f_g) * (f_p) * (f_{bb}) * (f_a) * (f_{LU}) * (f_{LT}) * (f_{RT}) * (f_{Lpb}) * (f_{Rpb}) \quad (1)$$

En donde:

$S$  = Flujo de saturación real del grupo de carriles (Veh/hora de verde).

$S_o$  = Flujo de saturación básico por carril.

$f_w$  = Factor de ajuste por ancho de carriles.

$f_{HV}$  = Factor de ajuste por vehículos pesados.

$f_g$  = Factor de ajuste por pendiente de acceso.

$f_p$  = Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles.

$f_{bb}$  = Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección.

$f_a$  = Factor de ajuste por el tipo de área.

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

$f_{LT}$  = Factor de ajuste por vueltas a la izquierda.

$f_{RT}$  = Factor de ajuste por vueltas a la derecha.

$f_{Lpb}$  = Factor de ajuste de peatones que giran a la izquierda.

$f_{Rpb}$  = Factor de ajuste de peatones que giran a la derecha.

- **Factores de ajuste del flujo de saturación**

*Factor de ajuste por ancho del carril “ $f_w$ ”*

$$f_w = 1 + \frac{W - 3,6}{9} \quad (2)$$

En donde:

$w$  = Ancho del carril (m)

*Factor de ajuste por vehículo pesado “ $f_{HV}$ ”*

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(E_T - 1)} \quad (3)$$

En donde:

$\%HV$  = Porcentaje (%) de vehículos pesados en el grupo de movimiento correspondiente

$E_T$  = Número de automóviles equivalentes a un camión

Para el presente proyecto, se consideró que por cada vehículo pesado este equivale a 2,4 vehículos livianos.

*Factor de ajuste por pendiente de acceso “ $f_g$ ”*

$$fg = 1 - \frac{\%G}{200} \quad (4)$$

En donde:

$G\%$  = Porcentaje de pendiente de acceso(%)

*Factor de ajuste por estacionamiento "f<sub>p</sub>"*

$$fp = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N} \quad (5)$$

En donde:

$N$  = Numero de carriles en el grupo

$Nm$  = Numero de maniobra de estacionamiento /h

*Factor de ajuste por bloqueo de buses" f<sub>bb</sub> "*

$$fbb = \frac{N - \frac{14,4 * Nb}{3600}}{N} \quad (6)$$

En donde:

$N$  = Numero de carriles en el grupo

$Nb$  = Numero de buses que pasan por hora

*Factor de ajuste por tipo de área" f<sub>a</sub> "*

Para zonas comerciales o centro de la ciudad (CBD)

$$f_a = 0,900 \quad (7)$$

Para zonas residenciales o externas al centro de la ciudad

$$f_a = 1,000 \quad (8)$$

*Factor de ajuste por utilización de carril "f<sub>LU</sub>"*

$$f_{Lu} = \frac{Vg}{Vg1 * N} \quad (9)$$

En donde:

$Vg$  = Tasa de flujo de demanda no ajustada de grupo de carril  $\frac{\text{veh}}{\text{h}}$ .

$Vg1$  = Tasa de flujo de demanda no ajustada de grupo de carril con volumen mas alto.

$N$  = Numero de carriles

*Factor de ajuste por giros a la izquierda “ $f_{LT}$ ”*

$$f_{LT} = \frac{1}{1,0 + 0,05P_{LT}} \quad (10)$$

En donde:

$P_{LT}$  = Proporción de giros izquierdos en el grupo de carriles

Para el estudio utilizaremos la formula correspondiente a carril compartido debido que no hay carriles exclusivos

*Factor de ajuste por giros a la derecha “ $f_{RT}$ ”*

$$f_{RT} = 1 - 0,15 * P_{RT} \quad (11)$$

En donde:

$P_{RT}$  = Proporción de giros derechos en el grupo de carriles

*Factor de ajuste por peatones y bicicletas por giros a la izquierda “ $f_{Lpb}$ ”*

Es aplicado solo para carriles exclusivos, en caso de no existir conflictos el factor de ajuste se considera 1,00.

$$f_{Lpb} = 1,0 - P_{LT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{LTA}) \quad (12)$$

En donde:

$P_{LT}$  = Proporción de giros izquierdos en el grupo de carriles

$P_{LTA}$  = Proporción de giro izquierdo de la fase protegida sobre el total de verde del grupo de carriles

$A_{pbT}$  = Ajuste en la fase permitida

*Factor de ajuste por peatones y bicicletas por giros a la derecha “ $f_{Rpb}$ ”*

Es aplicado solo para carriles exclusivos, en caso de no existir conflictos el factor de ajuste se considera 1,00.

$$f_{Rpb} = 1,0 - P_{RT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{RTA}) \quad (13)$$

En donde:

$P_{RT}$  = Proporción de giros derechos en el grupo de carriles

$P_{RTA}$  = Proporción de giro derecho de la fase protegida sobre el total de verde del grupo de carriles

$A_{pbT}$  = Ajuste en la fase permitida

- Calculo de la tasa de flujo

Para el cálculo de la tasa de flujo utilizamos la ecuación siguiente

$$V_p = \frac{VHMD}{FMHD * Fhv} \quad (14)$$

En donde:

VHMD = Volumen horario de maxima demanda (Veh – mixtos/h)

FMHD = Factor de hora maxima demanda

Fhv = Factor de ajuste por presencia de vehiculos pesados

- Calculo de la capacidad  $c_i$

$$c_i = S_i \left( \frac{g}{C} \right) \quad (15)$$

En donde:

$c_i$  = Capacidad del grupo de carriles (Veh/h)

$S_i$  = Intensidad de saturacion para el flujo de carriles estudiados (Veh/h)

$g$  = Tiempo verde efectivo (seg)

$C$  = Duracion del ciclo (seg)

- Relación volumen y capacidad de cada grupo de carril

$$X_i = \frac{V_i}{c_i} \quad (16)$$

$V_p$  = tasa de Flujo

$c$  = Capacidad de grupo carril

- Determinación de las demoras

$$d = d_1(PF) + d_2 + d_3 \quad (17)$$

En donde:

$d$  = Demora por control de vehículo (s/veh)

$d_1$  = Demora uniforme (s/veh)

$d_2$  = Demora incremental (s/veh)

$d_3$  = Demora de cola inicial (s/veh)

$PF$  = Factor de ajuste de demora uniforme por coordinación, el cual tiene en cuenta los efectos de la coordinación de semáforo.

*Demora uniforme " $d_1$ "*

Para el cálculo de la demora uniforme se debe tener en consideración la no consideración de la cola inicial

$$d_1 = \frac{0,5C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - [\min(1, X) * \frac{g}{C}]} \quad (18)$$

$d_1$  = Demora uniforme (s/veh)

$C$  = Longitud de ciclo (s)

$g/C$  = Tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles (s)

$\min(1, X)$  = Relación v/c de grado de saturación para el grupo de carriles

*Factor de ajuste de demora uniforme por coordinación de semáforos " $PF$ "*

$$PF = \frac{(1 - P) * f_{PA}}{1 - \frac{g}{C}} \quad (19)$$

$PF$  = Factor de ajuste de demora uniforme por coordinación

$P$  = Proporción de vehículos que llegan en verde

$g/C$  = Tiempo en verde efectivo para el grupo de carriles (s)

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

En la tabla 6 se detalla los factores de ajuste suplementario en función del tipo de llegada y la relación de tiempo en verde efectivo.

**Tabla 6**

*Factor de ajuste suplementario de secuencia*

Relación (g/C)	Tipo de llegada (AT)					
	AT 1	AT 2	AT 3	AT 4	AT 5	AT 6
0,20	1,167	1,007	1,000	1,000	0,833	0,750
0,30	1,286	1,063	1,000	0,986	0,714	0,571
0,40	1,445	1,136	1,000	0,895	0,555	0,333
0,50	1,667	1,240	1,000	0,767	0,333	0,000
0,60	2,001	1,395	1,000	0,576	0,000	0,000
0,70	2,556	1,653	1,000	0,256	0,000	0,000
$f_{PA}$	1,00	0,93	1,00	1,15	1,00	1,00
$R_p$ por defecto	0,333	0,667	1,000	1,333	1,667	2,000

*Nota.* Adaptado de Villaverde Ospinal (2019).

*Demora incremental "d<sub>2</sub>"*

$$d_2 = 900T \left[ (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8klX}{cT}} \right] \quad (20)$$

En donde:

$d_2$  = Demora incremental (s/veh)

$T$  = Duración del periodo de análisis (h)

$k$  = Factor de demora incremental que depende del ajuste de los controladores en intersecciones

$l$  = Factor de ajuste por ingreso a la intersección corriente arriba

$c$  = Capacidad del grupo de carriles

$X$  = Relación v/c



Demora por cola inicial " $d_3$ "

$$d_3 = \frac{1800 * Q_b * (1 + u)t}{cT} \quad (21)$$

$T$  = Duración del periodo de análisis (h)

$t$  = Duración de la demanda insatisfecha (h)

$u$  = Parámetro de demora

$c$  = Capacidad del grupo de carriles

$Q_b$  = Cola inicial al inicio del periodo T(veh)

- Estimación de demoras agregadas (ponderadas)

$$d_A = \frac{\sum(d_i * v_i)}{\sum v_i} \quad (22)$$

En donde :

$d_A$  = Demora para el acceso A (s/veh)

$d_i$  = Demora para el grupo de carriles i

$v_i$  = Flujo ajustado para el grupo de carriles( veh/h)

$$d_l = \frac{\sum(d_A * v_A)}{\sum v_A} \quad (23)$$

En donde :

$d_l$  = Demora por vehículo para la intersección (s/veh)

$d_A$  = Demora para el acceso A

$v_A$  = Flujo ajustado para el acceso A ( veh/h)

- Determinación del nivel de servicio

El nivel de servicio se calcula en función de la relación volumen – capacidad y la demora por vehículo. Para su determinación usaremos la Tabla 7 de la cual se muestra el nivel de servicio – demora de control de vehículo.

**Tabla 7***Niveles de servicio en intersecciones semaforizadas*

<b>Nivel de servicio</b>	<b>Demora por control (segundos/vehículo)</b>
A	$\leq 10$
B	$> 10 - 20$
C	$> 20 - 35$
D	$> 35 - 55$
E	$> 55 - 80$
F	$> 80$

*Nota.* Adaptado del Manual de capacidad de Carreteras HCM 2010.

## CAPITULO IV. RESULTADOS

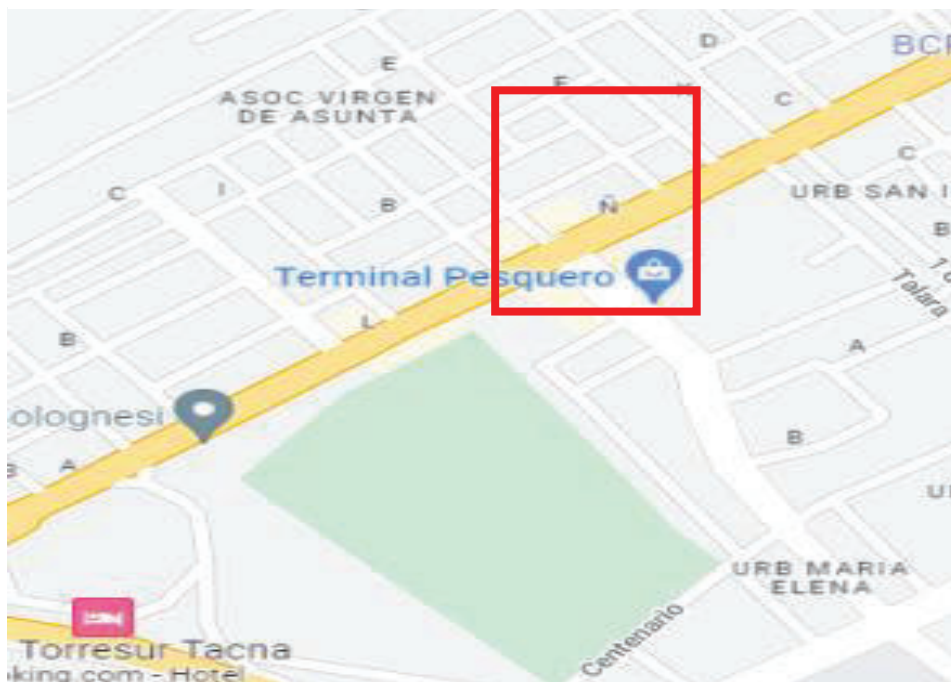
### 4.1. Descripción del trabajo de campo

#### 4.1.1. Datos de la esquina de Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann

**4.1.1.1. Ubicación.** El lugar de estudio es la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann tal como se detalla en la figura 10.

#### Figura 10

*Ubicación de la zona de estudio para intersección Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann*



*Nota.* Adaptado del sitio web Google Maps.

En la intersección se muestran tres accesos de entrada que son los siguientes:

- Suroeste: Comprende el tramo de la Av. Jorge Basadre Grohmann hacia la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

- Sureste: Comprende el tramo de la Av. Patricio Meléndez hacia la intersección con la Av. Jorge Basadre Grohmann.
- Noreste: Comprende el tramo de la Av. Jorge Basadre Grohmann hacia la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**4.1.1.2. Zonificación.** La figura 11 señala la clasificación de uso del suelo que utiliza la Municipalidad Provincial de Tacna en el Plan de Desarrollo Urbano Tacna 2015-2025. En la figura 12 está referido a la zona de investigación para la intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con la Av. Patricio Meléndez.

**Figura 11**

*Clasificación de Uso de suelos según MPT*



*Nota.* Adaptado según la clasificación de uso de suelos que utiliza la Municipalidad Provincial de Tacna en el Plan de Desarrollo Urbano Tacna 2015 – 2025.

**Figura 12**

*Zonificación de la zona de estudio para la intersección de Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann*



*Nota.* Adaptado según el Plano de zonificación del Plan de Desarrollo Urbano Tacna 2015 – 2025.

Como se observa, la zona de estudio comprende zonas como:

- Zona de Comercio (Leyenda: color fucsia), son zonas dentro del área de estudio destinadas a lotes que se encuentran en la Av. Jorge Basadre Grohmann.
- Zona de Otros usos (Leyenda: color naranja), zonas para uso público según habilitación urbana.
- Zona Residencial Alta Densidad (Leyenda: color amarillo), destinada a los lotes que se encuentran en la intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez.

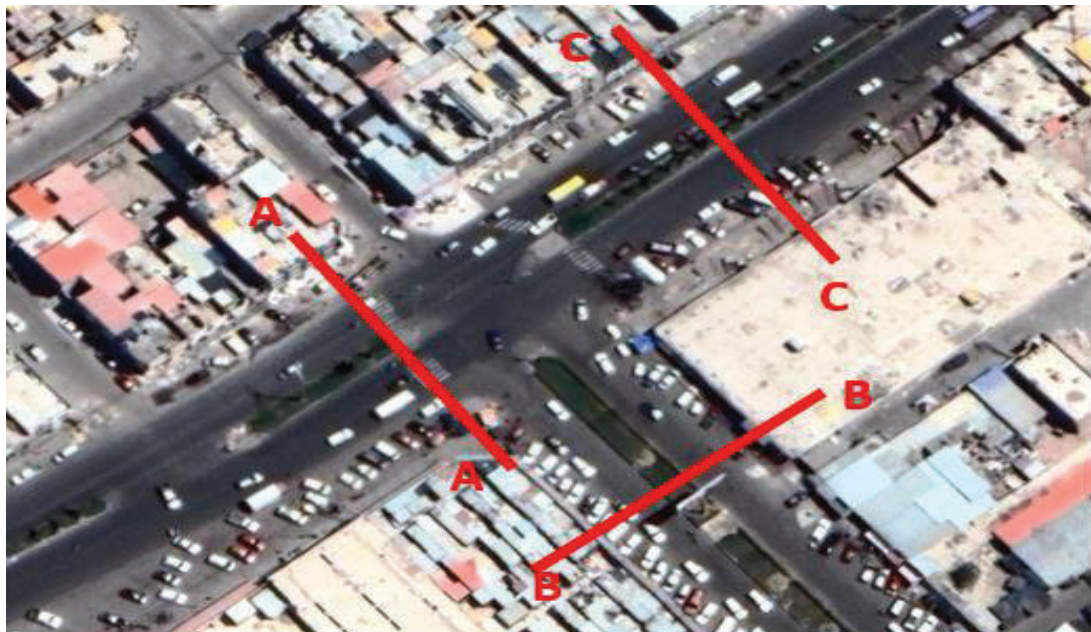


#### 4.1.1.3. Características Geométricas de la Intersección vial

En la figura 13 se muestra los cortes realizados en vista de planta para cada acceso de entrada de entrada.

**Figura 13**

*Sección vial de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann*

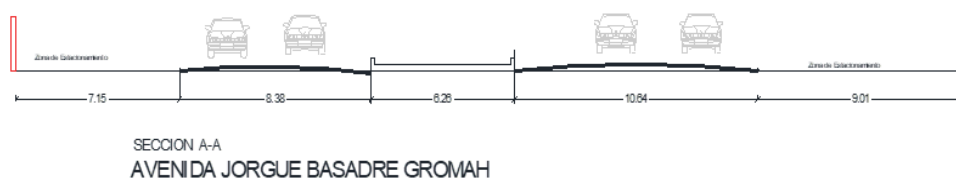


*Nota.* Adaptado del sitio web Google Earth.

En la figura 14, figura 15 y figura 16 se muestran las secciones viales de los cortes realizado para cada acceso de entrada a la intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez.

**Figura 14**

*Sección vial de la Av. Jorge Basadre Grohmann Corte A-A*



**Figura 15**

*Sección vial de la Av. Patricio Meléndez Corte B-B*

**Figura 16**

*Sección vial de la Av. Jorge Basadre Grohmann Corte C-C*



**4.1.1.4. Estaciones de conteo.** En la figura 17 se indica la ubicación de cada acceso de entrada a la intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez.

- Estación 1 en Av. Jorge Basadre Grohmann sentido de oeste a este.
- Estación 2 en Av. Patricio Meléndez sentido de sur a norte.
- Estación 3 en Av. Jorge Basadre Grohmann sentido de este a oeste.

**Figura 17**

*Estaciones de Conteo de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez*



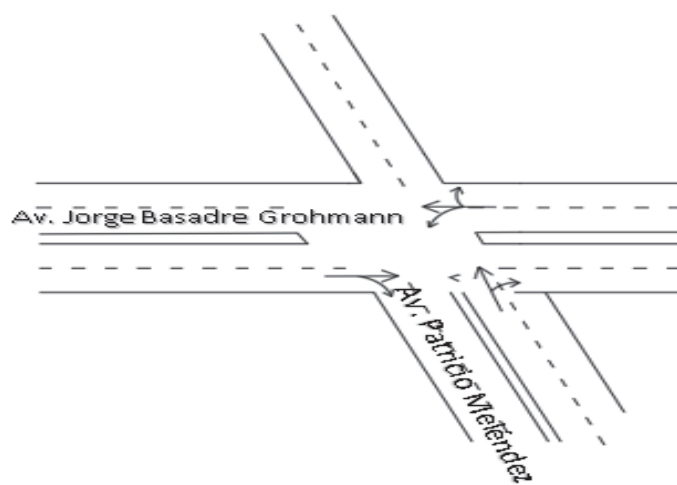
*Nota.* Adaptado del sitio web Google Earth.

#### **4.1.1.5. Esquema de Carriles y Giros.**

En la figura 18 muestra los distintos tipos de giro que se hallaron mediante la observación de la zona de estudio en la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Figura 18**

*Esquema de Carriles y Giros de la Av. Jorge Basadre con Av. Patricio Meléndez*






4.1.1.6. Aforo Vehicular

En la figura 19, figura 20 y figura 21 se indica el conteo vehicular para la Estación 01 tomando los días Lunes, Miércoles y sábado respectivamente.

Figura 19

Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez sentido suroeste a Noreste Estación 01 día lunes 07/11/22



FORMATO N° 1  
FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		subida		ESTACION		E1	
UBICACION		Av. Jorge Basadre Grohmann		CODIGO DE LA ESTACION		DIA Y FECHA	
				Lunes		7 11 2022	

HORA	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS					MICRO	BUS			CAMION		SEMI 25T152	SUBTOTAL																					
				SUV	PICK UP	PANEL	RURAL			2 E	2 E	3 E																									
MAÑANA	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑																					
7:00 - 7:15 a.m	8	1	22	30	32	8	13	15	11	2	3	4	0	5	16	1	1	151																			
7:15 - 7:30 a.m	9	0	25	32	30	10	16	17	12	3	4	0	0	6	17	1	0	158																			
7:30 - 7:45 a.m	11	0	32	34	42	11	22	13	14	4	6	0	0	5	18	3	0	193																			
7:45 - 8:00 a.m	12	2	35	36	45	13	15	14	15	3	5	0	1	5	17	2	1	194																			
8:00 - 8:15 a.m	12	0	38	37	44	14	20	15	13	4	7	0	0	6	18	3	0	207																			
8:15 - 8:30 a.m	13	2	34	34	42	13	18	16	14	3	5	1	1	5	17	2	0	192																			
8:30 - 8:45 a.m	12	1	33	35	43	12	15	14	15	2	7	0	1	6	18	1	0	189																			
8:45 - 9:00 a.m	11	0	28	32	40	10	13	13	13	1	4	1	0	5	16	1	0	162																			
12:00 - 12:15	10	1	33	34	42	13	17	18	14	4	7	1	0	5	16	1	1	196																			
12:15 - 12:30	9	0	34	36	44	14	16	17	15	3	6	0	0	6	17	3	0	196																			
12:30 - 12:45	10	0	32	34	42	11	22	13	14	4	6	0	0	5	18	3	0	194																			
12:45 - 13:00	11	2	37	36	45	13	15	14	15	3	5	0	1	5	17	2	1	195																			
13:00 - 13:15	12	0	35	37	44	14	20	15	13	4	7	0	0	6	18	3	0	204																			
13:15 - 13:30	10	2	33	34	42	13	18	16	14	3	5	1	1	5	17	2	0	192																			
13:30 - 13:45	11	1	35	35	43	12	15	14	15	2	7	0	1	6	18	3	0	190																			
13:45 - 14:00	11	0	39	36	44	13	15	17	14	1	6	1	0	5	16	1	0	193																			
18:00 - 18:15	11	2	35	35	42	13	18	15	15	3	8	2	0	5	18	1	1	199																			
18:15 - 18:30	9	0	38	34	44	14	19	16	16	2	6	0	2	5	16	2	0	203																			
18:30 - 18:45	9	0	37	36	42	13	20	13	17	5	7	1	0	7	17	0	0	202																			
18:45 - 19:00	10	1	35	37	45	13	22	14	18	6	8	1	0	6	18	2	1	213																			
19:00 - 19:15	9	0	37	36	44	13	23	15	15	4	6	0	1	5	19	2	0	177																			
19:15 - 19:30	10	1	35	35	42	11	21	14	16	4	6	0	0	7	15	1	1	168																			
19:30 - 19:45	8	0	37	34	48	12	18	16	15	3	7	0	1	6	16	1	0	201																			
19:45 - 20:00	9	0	35	33	40	13	19	17	13	2	6	1	1	5	15	1	0	186																			
PARCIAL	0	247	16	0	814	352	0	956	291	0	436	361	0	346	76	0	144	11	0	11	132	0	408	38	0	7	0	0	120	44	0	7	0	0	8	0	4555
SUMATORIA	263		1166		1247		791		421		155		143		446		7		164		7		0		164		7		0	0	8						


















Figura 27

Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez sentido Noreste a suroeste Estación 03 día sábado 12/11/22



FORMATO Nº 1  
FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		← bajada →		ESTACION				E3			
SENTIDO				CODIGO DE LA ESTACION							
UBICACION		Av. Jorge Basadre Grohmann		DIA Y FECHA				Sabado 12 11 2022			

HORA	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER	SUBTOTAL																		
				SUV	PICK UP	PANEL	RURAL	2 E	2 E		3 E	2S1/2S2																								
<b>MAÑANA</b>																																				
7:00 - 7:15 a.m	7	11	0	31	38	0	16	43	0	7	8	0	7	8	0	1	5	0	7	21	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220		
7:15 - 7:30 a.m	10	10	0	33	39	0	13	46	0	8	10	0	6	9	0	4	0	8	24	0	8	10	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	229
7:30 - 7:45 a.m	13	12	0	32	41	0	14	49	0	6	11	0	7	11	0	0	8	0	11	23	0	9	11	0	0	1	0	0	12	1	0	0	0	0	0	247
7:45 - 8:00 a.m	14	13	0	34	42	0	15	55	0	6	9	0	10	12	0	1	9	0	12	25	0	7	12	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	263
8:00 - 8:15 a.m	10	12	0	32	41	0	19	57	0	11	13	0	12	11	0	0	7	0	10	19	0	6	12	0	0	0	0	0	15	1	0	0	0	0	0	266
8:15 - 8:30 a.m	11	11	0	33	40	0	18	55	0	9	11	0	11	13	0	1	7	0	11	16	0	9	11	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	254
8:30 - 8:45 a.m	12	10	0	31	41	0	15	53	0	6	12	0	9	9	0	4	0	9	17	0	8	10	0	0	1	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	236
8:45 - 9:00 a.m	10	11	0	30	38	0	14	51	0	9	10	0	7	9	0	0	6	0	7	19	0	11	9	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	230
12:00 - 12:15	8	12	0	32	37	0	15	42	0	8	7	0	8	7	0	0	6	0	8	22	0	7	8	0	2	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	218
12:15 - 12:30	11	11	0	31	38	0	14	45	0	9	9	0	7	8	0	0	5	0	9	21	0	9	11	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	226
12:30 - 12:45	12	13	0	30	40	0	13	48	0	9	10	0	9	10	0	1	7	0	10	23	0	8	12	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	241
12:45 - 13:00	13	12	0	34	41	0	15	51	0	10	11	0	11	11	0	1	8	0	11	24	0	8	11	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	259
13:00 - 13:15	11	11	0	31	42	0	19	55	0	12	13	0	13	12	0	1	9	0	9	22	0	7	10	0	0	1	0	9	14	2	0	0	0	0	0	272
13:15 - 13:30	13	10	0	32	41	0	17	54	0	10	10	0	12	14	0	1	8	0	12	19	0	10	9	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	259
13:30 - 13:45	10	11	0	30	43	0	16	52	0	7	10	0	10	11	0	0	6	0	10	16	0	9	8	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	237
13:45 - 14:00	9	12	0	29	36	0	13	50	0	8	9	0	9	10	0	1	5	0	9	14	0	10	10	0	0	1	0	8	1	0	0	0	0	0	223	
18:00 - 18:15	9	12	0	30	39	0	15	41	0	8	9	0	8	9	0	1	6	0	8	20	0	8	10	0	0	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	221
18:15 - 18:30	8	9	0	32	38	0	14	45	0	9	9	0	7	10	0	0	5	0	9	23	0	7	9	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	227
18:30 - 18:45	12	11	0	32	40	0	13	47	0	8	10	0	8	10	0	0	7	0	10	21	0	10	10	0	0	1	0	0	11	1	0	0	0	0	0	239
18:45 - 19:00	13	12	0	33	41	0	14	53	0	7	10	0	11	11	0	0	8	0	11	24	0	9	11	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	265
19:00 - 19:15	11	11	0	31	40	0	16	55	0	10	12	0	13	10	0	1	8	0	11	18	0	9	10	0	0	1	0	0	13	0	0	0	0	0	0	257
19:15 - 19:30	12	10	0	32	39	0	17	54	0	9	10	0	10	9	0	0	6	0	12	17	0	10	11	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	247
19:30 - 19:45	11	9	0	32	40	0	14	54	0	7	11	0	8	8	0	0	7	0	10	18	0	9	9	0	0	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0	238
19:45 - 20:00	9	10	0	31	39	0	13	52	0	8	9	0	8	10	0	1	5	0	9	16	0	10	8	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	229
<b>PARCIAL</b>	<b>259</b>	<b>266</b>	<b>0</b>	<b>768</b>	<b>954</b>	<b>0</b>	<b>362</b>	<b>1207</b>	<b>0</b>	<b>201</b>	<b>243</b>	<b>0</b>	<b>221</b>	<b>242</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>167</b>	<b>0</b>	<b>233</b>	<b>482</b>	<b>0</b>	<b>206</b>	<b>241</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>264</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5793</b>
<b>SUMATORIA</b>		<b>625</b>		<b>1712</b>	<b>1954</b>		<b>362</b>	<b>1207</b>		<b>1659</b>		<b>444</b>	<b>463</b>		<b>168</b>		<b>716</b>		<b>447</b>		<b>9</b>		<b>266</b>		<b>12</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>0</b>			

En la tabla 8, tabla 9 y tabla 10, indica los resúmenes de los aforos vehiculares detallando la máxima cantidad de vehículos en los intervalos de tiempo de 15 minutos para las estaciones 01, 02 y 03 respectivamente.

**Tabla 8**

*Resumen de Aforo vehicular, Estación 01 Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge*

*Basadre Grohmann*

Días de Conteo	Directo		Derecha	
	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph
Lunes 7am hasta 9am	158	632	61	244
Lunes 12pm hasta 2pm	155	620	61	244
Lunes 6pm hasta 8pm	161	644	63	252
Miércoles 7am hasta 9am	154	616	58	232
Miércoles 12pm hasta 2pm	160	640	63	252
Miércoles 6pm hasta 8pm	158	632	57	228
Sábado 7am hasta 9am	150	600	56	224
Sábado 12pm hasta 2pm	150	600	56	224
Sábado 6pm hasta 8pm	156	624	57	228
Mayores	161	644	63	252

**Tabla 9**

*Resumen de Aforo vehicular, Estación 02 Av. Av. Jorge Basadre Grohmann con Av.*

*Patricio Meléndez*

Días de Conteo	Izquierda		Directo		Derecha	
	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph
Lunes 7am hasta 9am	49	196	0	0	68	272
Lunes 12pm hasta 2pm	49	196	0	0	69	276
Lunes 6pm hasta 8pm	50	200	0	0	71	284
Miércoles 7am hasta 9am	49	196	0	0	68	272
Miércoles 12pm hasta 2pm	51	204	0	0	71	284
Miércoles 6pm hasta 8pm	50	200	0	0	66	264
Sábado 7am hasta 9am	49	196	0	0	69	276
Sábado 12pm hasta 2pm	49	196	0	0	70	280
Sábado 6pm hasta 8pm	51	204	0	0	69	276
Mayores	51	204	0	0	71	284

**Tabla 10**

*Resumen de Aforo vehicular, Estación 03 Av. Av. Jorge Basadre Grohmann con Av.*

*Patricio Meléndez*

Días de conteo	Izquierda		Directo		Derecha	
	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph
Lunes 7am hasta 9am	95	380	185	740	2	8
Lunes 12pm hasta 2pm	100	400	192	768	1	4
Lunes 6pm hasta 8pm	95	380	255	1020	1	4
Miércoles 7am hasta 9am	104	416	197	788	1	4
Miércoles 12pm hasta 2pm	109	436	198	792	1	4
Miércoles 6pm hasta 8pm	100	400	188	752	1	4
Sábado 7am hasta 9am	103	412	190	760	1	4
Sábado 12pm hasta 2pm	107	428	189	756	2	8
Sábado 6pm hasta 8pm	102	408	182	728	1	4
Mayores	109	436	255	1020	2	8

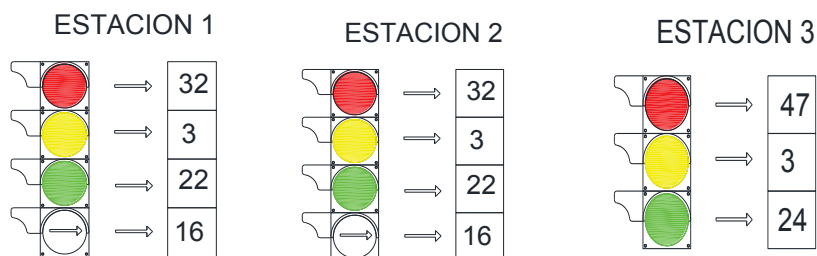
#### 4.1.1.7. Fases y Tiempo de Semaforización

En la figura 28 indica los tiempos semafóricos para cada una de las intersecciones semaforizadas para la intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez.

**Figura 28**

*Fases y tiempo de semaforización de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge*

*Basadre Grohmann*



#### 4.1.1.8. Mediciones Adicionales

En la tabla 11 indica todos los parámetros que fueron observados y tomados en campo para la intersección de la Av. Patricio Meléndez con la Av. Jorge Basadre Grohmann.

**Tabla 11**

*Parámetros de análisis básico de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre*

*Grohmann*

Tipo de condición	Parámetros	E1	E2	E3
Geométricas	Tipo de área	NO CBD	NO CBD	NO CBD
	Número de carriles ,N	3	2	3
	Ancho promedio de carriles	3,6	3,6	3,6
	Pendientes(%)	0	0	0
	Existencia de carriles exclusivos ,LT o RT	NO	NO	NO
	Extensión de bahías ,LT o RT ,Ls(m)	NO	NO	NO
	Estacionamiento	SI	SI	SI
De tránsito	Flujo de saturación base ,So(veh/h)	1900	1900	1900
	Flujo peatonal en el acceso (peatones/h)	20	43	45
	Transporte público que paran en las intersección ,NB(vehículos/h)	0	0	0
	Actividad de estacionamiento ,Nm(maniobras/h)	1	1	1
	Velocidad de aproximación (km/h)	50	50	50
Semafóricas	Longitud de ciclo, C (s)	74	74	74
	Tiempo verde ,G (s)	38	38	24
	Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje ,entre verde ,Y(s)	4	4	3
	Operación accionada o prefijada	NO	NO	NO
	Botón peatonal	0	0	0
	Verde mínimo peatonal,(S)	4	4	4
	Plan de fases	1	2	3
	Período de análisis ,T (h)	0,25	0,25	0,25

En la tabla 12, tabla 13 y tabla 14 muestra los porcentajes de vehículos pesados para la Estación 01, 02 y 03 , al igual que los resúmenes de aforo vehicular se tomara durante intervalos de 15 minutos.

**Tabla 12**

*Porcentaje de vehículos pesados, Estación 01 Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez*

Día	Inicio	Final	Izquierda	Directo	Derecha
			Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
Lunes	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	4,20	3,81
Lunes	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	4,17	3,10
Lunes	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	3,82	3,12
Miércoles	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	4,22	3,88
Miércoles	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	3,82	2,65
Miércoles	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	3,78	2,73
Sábado	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	3,11	3,94
Sábado	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	3,01	3,91
Sábado	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	3,79	2,73
Mayores			0,00	4,22	3,94

**Tabla 13**

*Porcentaje de vehículos pesados, Estación 02 Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann*

Día	Inicio	Final	Izquierda	Directo	Derecha
			Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
Lunes	7:00 a. m.	9:00 a. m.	1,11	0,00	0,78
Lunes	12:00 a. m.	2:00 p. m.	1,07	0,00	0,93
Lunes	6:00 p. m.	8:00 p. m.	1,08	0,00	1,00
Miércoles	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	0,00	1,37
Miércoles	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	0,00	1,38
Miércoles	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	0,00	1,21
Sábado	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	0,00	2,14
Sábado	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	0,00	1,57
Sábado	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	0,00	1,57
Mayores			1,11	0,00	2,14

**Tabla 14**

*Porcentaje de vehículos pesados, Estación 03 Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez*

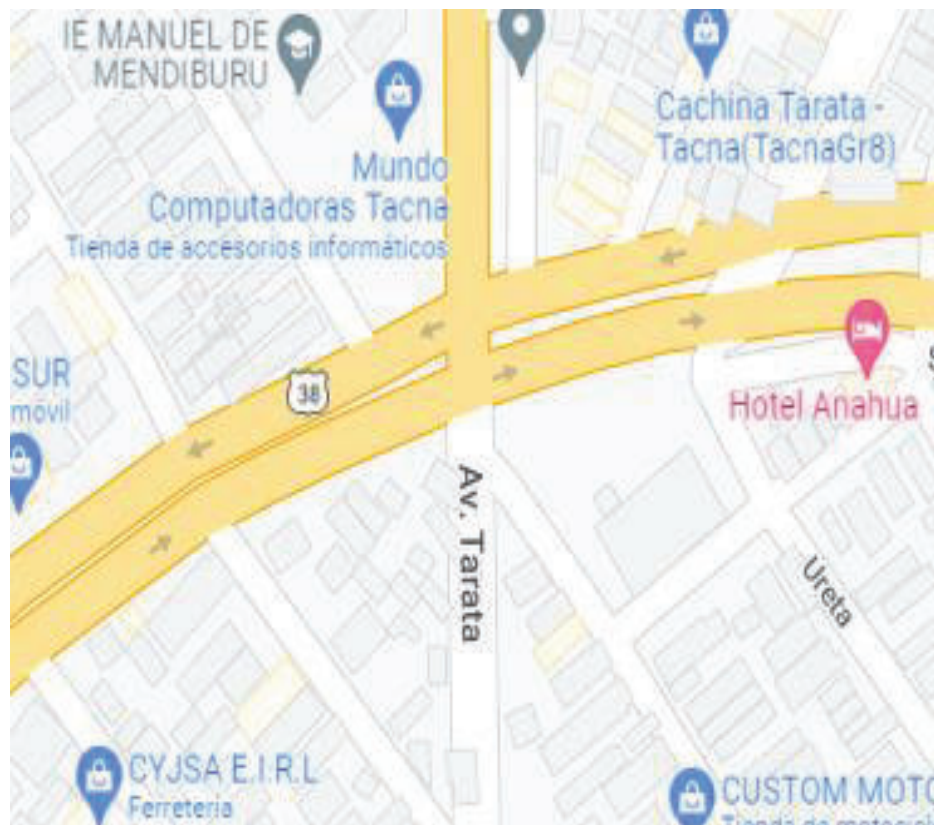
Día	Inicio	Final	Izquierda	Directo	Derecha
			Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
Lunes	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,55	5,95	0,00
Lunes	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,54	6,69	0,00
Lunes	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,55	5,44	0,00
Miércoles	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,40	6,44	0,00
Miércoles	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,38	6,08	0,00
Miércoles	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,55	6,62	0,00
Sábado	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,67	6,55	0,00
Sábado	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,52	6,38	0,00
Sábado	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,40	6,53	0,00
Mayores			0,67	6,69	0,00

#### 4.1.2. Datos de la esquina de Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann

**4.1.2.1. Ubicación.** El lugar de estudio es la intersección de Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann tal como se detalla en la figura 29.

#### Figura 29

*Ubicación de la zona de estudio para la intersección de Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann*



*Nota.* Adaptado del sitio web Google Maps

En la intersección se muestran cuatro accesos de entrada que son los siguientes:

- Oeste: Comprende el tramo de Av. Jorge Basadre Grohmann hacia la intersección con la Av. Tarata.
- Sur: Comprende el tramo de Av. Tarata hacia la intersección con la Av. Jorge Basadre Grohmann
- Este: Comprende el tramo de Av. Jorge Basadre Grohmann hacia la intersección

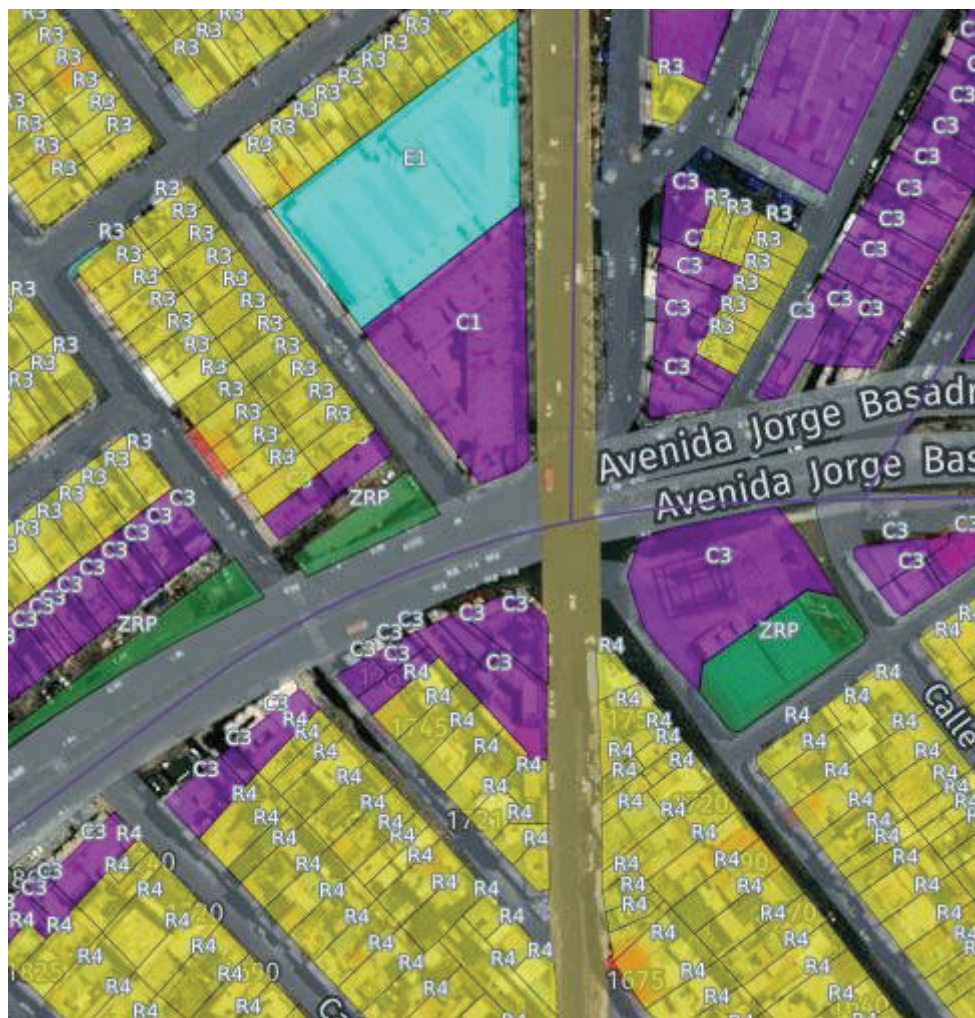


- Norte: Comprende el tramo de Av. Tarata hacia la intersección

**4.1.2.2. Zonificación.** En la figura 30 está referido a la zona de investigación para la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann.

**Figura 30**

*Zonificación de la zona de estudio para la intersección de Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann*



*Nota.* Adaptado del Plano de zonificación del Plan de Desarrollo Urbano Tacna 2015 – 2025.

Según la Figura 30 se observan las siguientes zonas:

- Zona de Comercio (Leyenda: color fucsia)
- Zona Residencial Densidad Alta (Leyenda: color amarillo)
- Zona de Educación (Leyenda: color celeste), se encuentra la Institución Educativa Manuel de Mendiburu



#### 4.1.2.3. Características Geométricas de la intersección vial.

En la figura 31 se muestra los cortes realizados en vista de planta para cada acceso de entrada para la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann.

**Figura 31**

*Sección vial de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann*

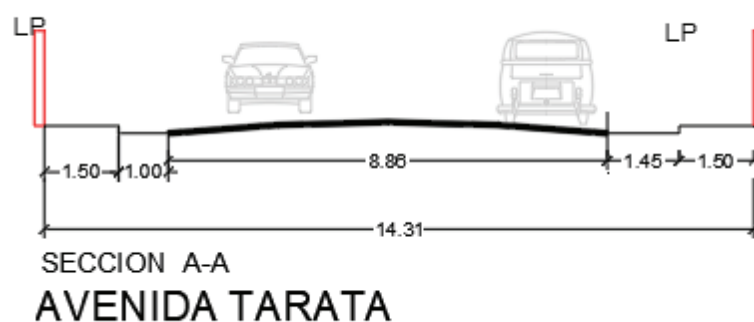


*Nota.* Adaptado del sitio web Google Earth.

En la figura 32, figura 33, figura 34 y figura 35 se muestran las secciones viales de los cortes realizados para cada acceso de entrada a la intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata.

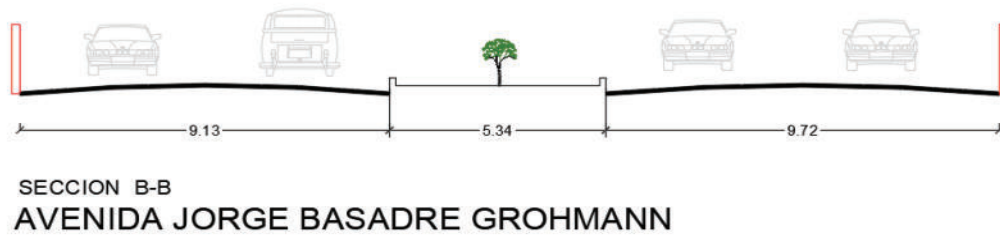
**Figura 32**

*Sección vial de la Av. Tarata Corte A-A*

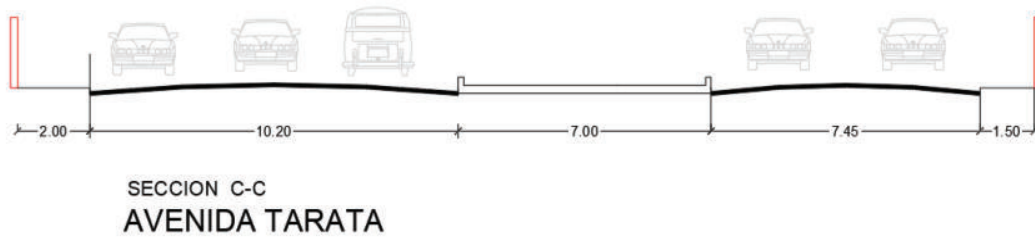


**Figura 33**

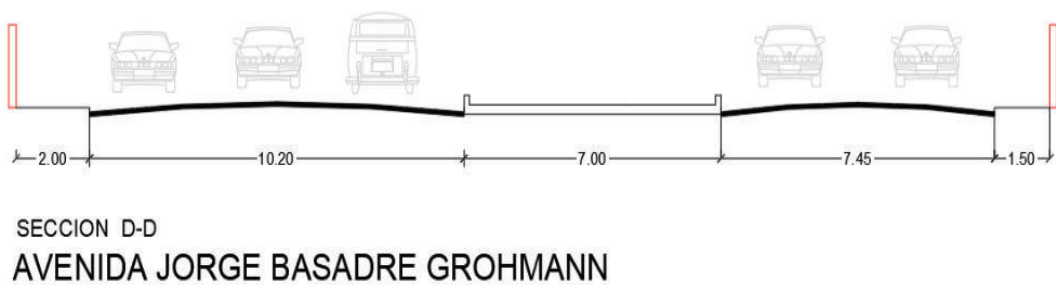
*Sección vial de la Av. Jorge Basadre Grohmann Corte B-B*

**Figura 34**

*Sección vial de la Av. Tarata Corte C-C*

**Figura 35**

*Sección vial de la Av. Jorge Basadre Grohmann Corte D-D*



**4.1.2.4. Estaciones de Conteo.** En la figura 36 se indica la ubicación de cada acceso de entrada a la intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata.

- Estación 1 en la Av. Jorge Basadre Grohmann sentido de oeste a este.
- Estación 2 en la Av. Tarata sentido de sur a norte.

- Estación 3 en la Av. Jorge Basadre Grohmann sentido de este a oeste.
- Estación 4 en la Av. Tarata sentido de norte a sur.

**Figura 36**

*Estaciones de conteo de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann*



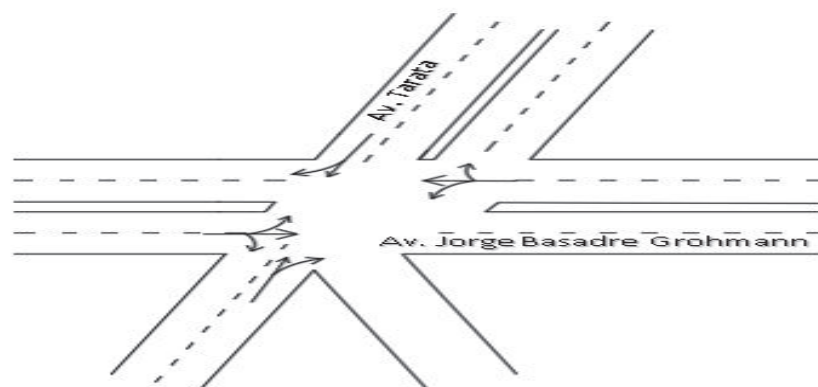
*Nota.* Adaptado del sitio web Google Earth.

#### 4.1.2.5. Esquema de Carriles y Giros.

En la figura 37 muestra los distintos tipos de giro que se hallaron mediante la observación de la zona de estudio en la intersección con la Av. Tarata.

**Figura 37**

*Esquema de Carriles y Giros en Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann*




4.1.2.6. Aforo Vehicular.

En la figura 38, figura 39, y figura 40 se indica el conteo vehicular para la Estación 01 tomando los días Lunes, Miércoles y Sábado.

Figura 38

Aforo Vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata sentido oeste – este Estación 01, día Lunes 07/11/22



FORMATO N° 1  
FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION		E1	
SENTIDO		CODIGO DE LA ESTACION		DIA Y FECHA	
DERECCION		Av. Jorge Basadre Grohmann		Lunes 7/11/2022	

HORA	MOTOTAXI		AUTO		STATION WAGON		CAMIONETAS						MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER	SUBTOTAL																	
	↓	↑	↓	↑	↓	↑	SUV	PICKUP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E		2 E	3 E																						
MAÑANA																																					
7:00 - 7:15 a.m	13	12	2	10	38	2	11	51	2	4	3	7	0	0	4	1	0	10	37	3	0	1	2	7	1	194											
7:15 - 7:30 a.m	12	14	1	12	35	0	9	55	0	3	2	9	0	1	4	0	0	11	36	4	0	1	2	5	0	187											
7:30 - 7:45 a.m	12	15	0	14	45	0	8	69	0	8	5	0	0	0	6	0	0	10	37	3	0	0	1	2	0	217											
7:45 - 8:00 a.m	8	12	0	12	51	1	8	63	1	6	5	8	1	0	7	0	0	12	36	3	0	2	0	2	0	218											
8:00 - 8:15 a.m	10	11	1	10	58	1	4	55	0	5	4	7	0	0	4	1	0	11	36	4	1	0	0	1	1	203											
8:15 - 8:30 a.m	7	10	0	12	38	0	5	54	0	4	2	8	0	0	5	0	0	10	37	4	0	0	1	3	0	181											
8:30 - 8:45 a.m	9	6	1	9	35	1	5	50	2	3	1	5	0	0	3	0	0	10	37	5	0	1	2	1	1	171											
8:45 - 9:00 a.m	10	9	2	8	33	1	6	47	1	2	2	8	0	0	1	0	0	9	36	3	0	1	1	1	0	160											
12:00 - 12:15	22	18	0	9	49	2	11	51	2	4	4	7	0	0	4	1	0	12	35	4	0	2	1	5	0	203											
12:15 - 12:30	12	21	0	11	40	0	9	55	0	5	1	9	1	4	0	0	0	10	34	3	0	3	1	4	0	150											
12:30 - 12:45	25	20	0	13	41	0	8	69	0	6	4	9	0	0	6	0	0	9	36	3	0	0	3	5	0	212											
12:45 - 13:00	14	18	0	11	46	0	8	63	1	8	3	8	0	0	7	0	0	11	33	2	0	0	5	5	1	212											
13:00 - 13:15	13	17	1	9	52	0	4	55	0	2	4	7	0	0	4	1	0	10	34	3	1	2	0	8	0	198											
13:15 - 13:30	9	15	0	11	48	2	5	54	0	1	1	8	0	0	5	0	0	11	36	4	0	0	0	2	0	186											
13:30 - 13:45	8	12	1	8	44	0	5	50	2	3	1	5	0	0	3	0	0	9	35	5	0	0	0	1	0	171											
13:45 - 14:00	4	11	2	7	30	1	6	47	1	2	2	8	0	0	1	0	0	8	34	3	0	1	0	0	0	151											
18:00 - 18:15	18	18	1	8	47	1	13	61	0	5	6	7	0	0	4	1	0	9	35	3	0	1	1	4	0	206											
18:15 - 18:30	15	21	0	5	42	0	11	66	1	3	2	7	1	4	0	0	0	10	35	2	1	1	1	3	0	195											
18:30 - 18:45	20	20	0	22	45	0	10	63	2	4	4	5	0	0	6	0	0	9	34	2	0	2	0	1	0	228											
18:45 - 19:00	15	18	0	8	51	1	10	76	1	5	2	8	0	0	7	0	0	11	34	3	0	0	6	2	0	221											
19:00 - 19:15	12	17	2	11	57	0	5	50	0	2	4	6	0	0	4	1	0	10	35	4	1	1	0	5	0	238											
19:15 - 19:30	8	15	0	12	57	0	6	42	0	0	2	7	0	0	5	0	0	11	34	5	1	0	0	1	0	183											
19:30 - 19:45	15	12	0	9	37	1	6	35	0	2	1	4	0	0	3	0	0	12	33	4	0	0	1	0	0	148											
19:45 - 20:00	11	11	0	5	35	0	7	39	0	1	1	2	0	0	1	0	0	10	32	4	0	1	0	0	0	138											
PARCIAL	299	355	14	246	1052	14	179	1340	16	0	88	0	108	161	1	3	102	6	0	245	0	0	841	83	0	5	0	0	20	28	0	68	0	0	4	0	4610
SUMATORIA		668			1312			1835			88			270			111		245			924	83		5			48		68			4				













En la figura 44, figura 45 y figura 46 se muestra el conteo vehicular de la Estación 03 para los días Lunes, Miércoles y Sábado.

Figura 44

Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata sentido este-oeste Estación 03, día Lunes 07/11/22

FORMATO N° 1  
FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		SENTIDO		ESTACION		CODIGO DE LA ESTACION		DIA Y FECHA		Lunes		7		11		2022		E3							
Av. Jorge Basadre Grohmann				subida																					
HORA	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS			SEMI TRAYLER	SUBTOTAL												
				SUV	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	3 E														
MAÑANA																									
7:00 - 7:15 a.m	3	6	1	5	22	2	11	25	0	2	12	0	1	7	0	2	5	0	0	139					
7:15 - 7:30 a.m	6	5	0	6	21	0	17	24	1	3	14	0	2	6	0	1	9	0	0	141					
7:30 - 7:45 a.m	7	8	0	18	30	1	19	39	0	5	18	0	1	8	0	1	6	0	0	190					
7:45 - 8:00 a.m	9	7	2	20	27	0	21	38	1	5	13	0	3	5	0	3	11	0	0	191					
8:00 - 8:15 a.m	6	9	3	11	29	1	22	40	2	7	17	0	1	8	0	3	7	0	0	189					
8:15 - 8:30 a.m	7	10	2	12	12	2	24	35	0	2	15	0	3	4	0	1	5	0	0	156					
8:30 - 8:45 a.m	7	9	1	12	27	1	16	35	1	1	13	0	2	2	0	2	7	0	0	158					
8:45 - 9:00 a.m	12	8	0	9	28	1	15	29	1	2	12	0	1	3	0	1	4	0	0	142					
12:00 - 12:15	3	3	1	5	21	0	11	29	0	2	8	0	1	5	0	2	5	0	0	127					
12:15 - 12:30	5	5	2	5	24	1	15	32	1	1	11	0	1	7	0	1	7	0	0	156					
12:30 - 12:45	7	4	1	17	30	2	16	35	1	4	14	0	2	5	0	3	7	0	0	176					
12:45 - 13:00	11	9	2	14	27	16	17	44	2	5	12	0	2	6	0	1	5	0	0	192					
13:00 - 13:15	7	11	1	14	33	4	19	46	1	2	15	0	1	5	0	2	10	0	0	197					
13:15 - 13:30	7	13	2	12	13	2	15	41	3	6	17	0	3	7	0	1	6	0	0	167					
13:30 - 13:45	9	12	1	12	15	1	20	35	1	2	13	0	2	4	0	5	6	0	0	151					
13:45 - 14:00	10	6	13	13	27	2	17	32	1	2	12	0	1	3	0	3	7	0	0	155					
14:00 - 14:15	3	5	2	5	23	0	12	31	0	0	9	0	1	5	0	2	5	0	0	132					
14:15 - 14:30	5	4	1	7	22	1	11	29	1	1	13	0	1	4	0	1	8	0	0	142					
14:30 - 14:45	9	7	1	15	27	1	15	36	2	2	15	0	2	9	0	1	7	0	0	177					
14:45 - 15:00	8	6	1	13	29	1	16	43	2	3	12	0	1	8	0	3	8	0	0	177					
15:00 - 15:15	7	10	2	11	31	3	18	41	1	6	11	0	1	8	0	2	10	0	0	180					
15:15 - 15:30	6	9	3	12	16	1	20	43	2	3	12	0	3	7	0	1	6	0	0	171					
15:30 - 15:45	7	8	2	13	27	0	18	35	1	5	14	0	2	4	0	3	7	0	0	168					
15:45 - 16:00	9	7	1	15	29	1	17	36	2	6	10	0	2	5	0	2	9	0	0	167					
PARCIAL	172	181	45	280	590	43	402	856	27	77	312	0	40	135	0	47	174	0	0	3841					
SUMATORIA	398			913			1285			389			175			221			381	379	36	108	31	23	3941

Figura 45

Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata sentido este-oeste Estación 03, día miércoles 09/11/22



FORMATO Nº 1  
FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		SENTIDO		ESTACION		CODIGO DE LA ESTACION		DIA Y FECHA		Microseco		9		11		2022																				
subida				E:3				Miercoles				9		11		2022																				
Av. Jorge Basadre Grohmann																																				
HORA	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS								MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER 2S1/2S2	SUBTOTAL																
				SUV	PICK UP	PANEL	RURAL	2 E	2 E	3 E	2S1/2S2																									
MAÑANA																																				
7:00 - 7:15 a.m	3	5	0	5	25	2	14	33	0	2	10	0	2	6	0	3	6	0	0	16	0	3	10	2	0	1	0	0	0	1	0	147				
7:15 - 7:30 a.m	4	7	0	9	27	1	16	35	1	2	12	0	1	5	0	2	7	0	0	15	0	4	11	2	0	0	0	0	1	0	0	155				
7:30 - 7:45 a.m	3	5	1	14	30	1	18	40	2	4	15	0	1	8	0	2	8	0	0	16	0	4	11	2	0	1	0	0	1	0	0	154				
7:45 - 8:00 a.m	7	10	1	17	31	0	22	44	1	5	13	0	2	7	0	1	9	0	0	16	0	3	12	1	0	0	0	0	0	0	0	158				
8:00 - 8:15 a.m	9	11	2	11	28	1	20	41	1	5	14	0	2	6	0	1	9	0	0	15	0	4	11	2	0	1	0	0	0	0	0	177				
8:15 - 8:30 a.m	5	8	3	12	13	1	16	39	1	4	16	0	4	8	0	2	7	0	0	17	0	3	10	1	0	0	0	0	0	1	0	0	161			
8:30 - 8:45 a.m	4	6	1	15	26	1	15	37	0	3	15	0	3	5	0	4	8	0	0	16	0	3	12	2	0	1	0	0	1	0	0	173				
8:45 - 9:00 a.m	6	4	1	14	27	1	14	35	1	4	11	0	1	4	0	4	8	0	0	15	0	4	11	1	0	0	0	0	1	0	0	0	160			
12:00 - 12:15	4	4	2	4	23	1	14	26	1	2	9	0	2	4	0	2	4	0	0	13	0	3	10	2	0	1	0	0	4	0	0	2	0	129		
12:15 - 12:30	6	6	3	8	21	2	16	31	2	0	12	0	1	8	0	2	6	0	0	15	0	4	11	4	0	2	0	0	6	0	0	1	0	153		
12:30 - 12:45	5	9	4	15	29	3	17	34	0	3	15	0	3	6	0	4	5	0	0	19	0	1	11	2	0	3	0	0	4	0	2	0	0	178		
12:45 - 13:00	12	10	3	12	25	16	18	45	1	5	11	0	1	7	0	2	7	0	0	13	0	4	12	3	0	2	0	0	3	0	0	1	0	199		
13:00 - 13:15	8	8	1	13	35	5	21	41	2	2	14	0	2	8	0	1	9	0	0	20	0	3	13	2	0	3	0	0	5	0	0	1	0	202		
13:15 - 13:30	7	7	1	11	12	2	13	38	4	5	15	0	1	5	0	2	5	0	0	18	0	1	10	1	0	1	0	0	7	0	0	0	1	152		
13:30 - 13:45	9	10	2	14	16	2	19	38	2	3	11	0	3	7	0	6	7	0	0	13	0	5	11	4	0	1	0	0	4	0	0	0	2	0	168	
13:45 - 14:00	10	8	1	12	29	1	27	34	2	1	14	0	2	4	0	2	8	0	0	16	0	2	12	4	0	1	0	0	3	0	0	0	1	0	177	
18:00 - 18:15	2	4	1	4	21	1	11	30	1	1	8	0	2	4	0	3	4	0	0	12	0	2	10	1	0	1	0	0	3	0	0	1	0	121		
18:15 - 18:30	4	6	2	5	19	0	13	25	0	0	12	0	1	2	0	2	8	0	0	15	0	5	12	2	0	2	0	0	5	0	0	2	0	132		
18:30 - 18:45	9	8	1	13	29	1	14	38	2	1	13	0	1	3	0	1	7	0	0	17	0	3	12	5	0	5	0	0	2	0	0	1	0	0	171	
18:45 - 19:00	8	7	2	12	27	0	13	40	3	2	11	0	1	6	0	1	8	0	0	15	0	2	11	3	0	2	0	0	1	0	3	0	0	161		
19:00 - 19:15	9	9	5	13	29	1	17	39	2	3	10	0	1	3	0	1	9	0	0	13	0	5	11	2	0	1	0	0	5	0	0	1	0	0	166	
19:15 - 19:30	11	8	4	11	15	1	21	42	1	2	11	0	2	7	0	1	5	0	0	11	0	2	12	2	0	2	0	0	7	0	0	2	0	155		
19:30 - 19:45	8	4	3	14	25	0	15	33	1	4	13	0	1	3	0	2	7	0	0	9	0	3	12	3	0	1	0	0	2	0	0	1	0	150		
19:45 - 20:00	7	9	2	13	26	1	17	31	1	5	10	0	3	2	0	1	8	0	0	7	0	1	10	2	0	2	0	0	5	0	0	2	0	0	148	
<b>PARCIAL</b>	<b>160</b>	<b>173</b>	<b>46</b>	<b>271</b>	<b>888</b>	<b>45</b>	<b>401</b>	<b>869</b>	<b>32</b>	<b>69</b>	<b>295</b>	<b>0</b>	<b>43</b>	<b>128</b>	<b>0</b>	<b>52</b>	<b>169</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>352</b>	<b>0</b>	<b>74</b>	<b>268</b>	<b>55</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>105</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>0</b>
<b>SUMATORIA</b>	<b>379</b>	<b>904</b>	<b>1302</b>	<b>364</b>	<b>171</b>	<b>221</b>	<b>362</b>	<b>397</b>	<b>34</b>	<b>105</b>	<b>28</b>	<b>23</b>	<b>3901</b>																							

Figura 46

Aforo vehicular de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata sentido este-oeste Estación 03, día sábado 12/11/22


 FORMATO N° 1  
 FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	subida		ESTACION	E3			
SENTIDO	←		CODIGO DE LA ESTACION				
UBICACION	Av. Jorge Basadre Grohmann		DI A Y FECHA	Sabado	12	11	2022

HORA	MOTOTAXI			AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER 2S1/2S2	SUBTOTAL																
	SUV	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	2 E	3 E																														
MAÑANA																																					
7:00 - 7:15 a.m	2	6	1	7	24	1	13	32	1	1	10	0	1	7	0	2	8	0	0	15	0	2	9	1	0	2	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	144
7:15 - 7:30 a.m	5	5	0	8	23	0	15	30	0	2	12	0	1	3	0	1	8	0	0	17	0	3	5	1	0	2	0	0	5	0	0	2	0	0	1	0	137
7:30 - 7:45 a.m	6	8	0	16	28	1	16	38	1	3	15	0	2	7	0	1	10	0	0	19	0	2	12	3	0	3	0	0	4	0	0	3	0	0	4	0	188
7:45 - 8:00 a.m	8	7	2	15	30	0	18	45	1	4	13	0	2	9	0	1	11	0	0	17	0	4	11	2	0	1	0	0	3	0	0	4	0	0	5	0	196
8:00 - 8:15 a.m	6	9	3	12	32	2	20	42	2	5	14	0	1	5	0	2	8	0	0	14	0	2	13	3	0	2	0	0	6	0	0	3	0	0	3	0	191
8:15 - 8:30 a.m	7	10	2	13	15	1	21	44	0	4	16	0	3	9	0	3	6	0	0	15	0	2	11	2	0	3	0	0	7	0	0	2	0	0	2	0	179
8:30 - 8:45 a.m	7	9	1	14	28	1	19	38	0	3	15	0	2	4	0	5	6	0	0	14	0	1	13	3	0	1	0	0	4	0	0	4	0	0	2	0	177
8:45 - 9:00 a.m	12	8	0	16	30	0	18	32	2	4	11	0	1	3	0	5	5	0	0	16	0	2	9	2	0	1	0	0	3	0	0	5	0	0	1	0	186
12:00 - 12:15	2	3	1	4	20	6	10	28	1	1	7	0	2	6	0	3	4	0	0	14	0	2	10	1	0	2	0	0	5	0	0	3	0	0	1	0	128
12:15 - 12:30	6	7	1	8	22	5	14	30	2	2	13	0	2	8	0	1	8	0	0	18	0	3	12	3	0	1	0	0	7	0	0	2	0	0	3	0	164
12:30 - 12:45	9	11	2	20	29	8	18	37	1	2	12	0	4	6	0	5	5	0	0	15	0	2	12	1	0	3	0	0	5	0	0	4	0	0	2	0	191
12:45 - 13:00	13	9	2	16	30	14	15	45	3	4	16	0	4	9	0	6	11	0	0	14	0	1	11	1	0	2	0	0	9	0	0	3	0	0	2	0	216
13:00 - 13:15	11	9	1	18	32	6	17	44	3	6	13	0	2	6	0	9	14	0	0	18	0	5	12	1	0	2	0	0	8	0	0	2	0	0	1	0	219
13:15 - 13:30	9	11	3	11	16	3	19	38	1	6	14	0	2	7	0	3	5	0	0	19	0	2	10	2	0	2	0	0	6	0	0	1	0	0	2	0	167
13:30 - 13:45	7	13	2	9	14	2	17	34	1	2	12	0	3	3	0	4	7	0	0	14	0	2	12	1	0	1	0	0	5	0	0	2	0	0	1	0	146
13:45 - 14:00	9	9	2	12	26	4	16	31	1	2	11	0	2	2	0	2	5	0	0	11	0	3	13	2	0	2	0	0	4	0	0	1	0	0	1	0	149
18:00 - 18:15	2	5	2	6	26	1	11	33	1	1	8	0	2	7	0	1	7	0	0	13	0	2	9	2	0	2	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	140
18:15 - 18:30	5	4	1	8	21	0	9	26	1	2	12	0	1	5	0	2	9	0	0	16	0	4	14	2	0	1	0	0	4	0	0	4	0	0	2	0	142
18:30 - 18:45	9	7	1	14	29	1	17	39	1	3	14	0	2	9	0	2	8	0	0	15	0	2	13	1	0	2	0	0	2	0	0	5	0	0	4	0	183
18:45 - 19:00	8	6	1	11	31	0	19	44	3	4	16	0	1	7	0	4	9	0	0	14	0	1	14	3	0	1	0	0	1	0	0	5	0	0	2	0	190
19:00 - 19:15	7	10	2	14	34	2	17	39	3	5	11	0	1	7	0	2	7	0	0	11	0	2	11	1	0	1	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	177
19:15 - 19:30	8	9	3	11	14	1	22	38	1	4	9	0	2	5	0	2	5	0	0	13	0	3	13	1	0	2	0	0	6	0	0	1	0	0	4	0	157
19:30 - 19:45	7	8	2	15	23	0	15	33	1	3	11	0	1	6	0	1	5	0	0	12	0	3	12	1	0	1	0	0	6	0	0	2	0	0	2	0	153
19:45 - 20:00	9	7	1	13	25	1	14	31	1	7	12	0	1	6	0	1	5	0	0	10	0	1	11	1	0	1	0	0	5	0	0	1	0	0	4	0	151
PARCIAL	174	190	36	291	699	60	389	868	32	79	297	0	45	146	0	68	174	0	0	384	0	56	272	41	0	41	0	0	114	0	0	68	0	0	57	0	4051
SUMATORIA	400			950			1289			376				191		242		354		369		41		114			68		57								







En la tabla 15, tabla 16, tabla 17 y tabla 18, indican los resúmenes de los aforos vehiculares detallando la máxima cantidad de vehículos en los intervalos de tiempo de 15 minutos para las estaciones 01, 02, 03 y 04.

**Tabla 15**

*Resumen de aforo vehicular, Estación 01 Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann*

Días de conteo	Izquierdo		Directo		Derecha	
	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph
Lunes 7am hasta 9am	39	156	201	804	12	48
Lunes 12pm hasta 2pm	50	200	201	804	10	40
Lunes 6pm hasta 8pm	74	295	209	835	11	45
Miércoles 7am hasta 9am	47	188	194	776	10	40
Miércoles 12pm hasta 2pm	47	188	196	784	8	32
Miércoles 6pm hasta 8pm	44	176	209	836	7	28
Sábado 7am hasta 9am	41	164	197	788	16	64
Sábado 12pm hasta 2pm	55	220	213	852	9	36
Sábado 6pm hasta 8pm	52	208	201	804	10	41
Mayores	74	295	213	852	16	64

**Tabla 16**

*Resumen de aforo vehicular, Estación 02 Av. Tarata con Av. Jorge Basadre*

*Grohmann*

Días de conteo	Izquierda		Directo		Derecha	
	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph
Lunes 7am hasta 9am	0	0	92	368	61	244
Lunes 12pm hasta 2pm	0	0	100	400	61	244
Lunes 6pm hasta 8pm	0	0	92	368	64	256
Miércoles 7am hasta 9am	0	0	83	332	57	228
Miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	92	368	62	248
Miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	89	356	67	268
Sábado 7am hasta 9am	0	0	79	316	55	220
Sábado 12pm hasta 2pm	0	0	85	340	58	232
Sábado 6pm hasta 8pm	0	0	88	352	66	264
Mayores		0	100	400	67	268



**Tabla 17***Resumen de aforo vehicular, Estación 03 Av. Tarata, con Av. Jorge Basadre Grohmann*

Días de conteo	Izquierda		Directo		Derecha	
	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph
Lunes 7am hasta 9am	63	252	149	596	9	36
Lunes 12pm hasta 2pm	52	208	159	636	20	80
Lunes 6pm hasta 8pm	53	212	144	576	8	32
Miércoles 7am hasta 9am	57	228	146	584	6	24
Miércoles 12pm hasta 2pm	59	236	159	636	23	92
Miércoles 6pm hasta 8pm	50	200	138	552	10	40
Sábado 7am hasta 9am	58	232	156	624	10	40
Sábado 12pm hasta 2pm	68	272	161	644	20	80
Sábado 6pm hasta 8pm	52	208	150	600	8	32
Mayores	68	272	161	644	23	92

**Tabla 18***Resumen de aforo vehicular, Estación 04 Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann*

Días de conteo	Izquierda		Directo		Derecha	
	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph
Lunes 7am hasta 9am	0	0	117	468	49	196
Lunes 12pm hasta 2pm	0	0	114	456	44	176
Lunes 6pm hasta 8pm	0	0	115	460	48	192
Miércoles 7am hasta 9am	0	0	117	468	51	204
Miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	89	356	52	208
Miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	73	292	51	204
Sábado 7am hasta 9am	0	0	117	468	49	196
Sábado 12pm hasta 2pm	0	0	67	268	47	188
Sábado 6pm hasta 8pm	0	0	66	264	52	208
Mayores	0	0	117	468	52	208

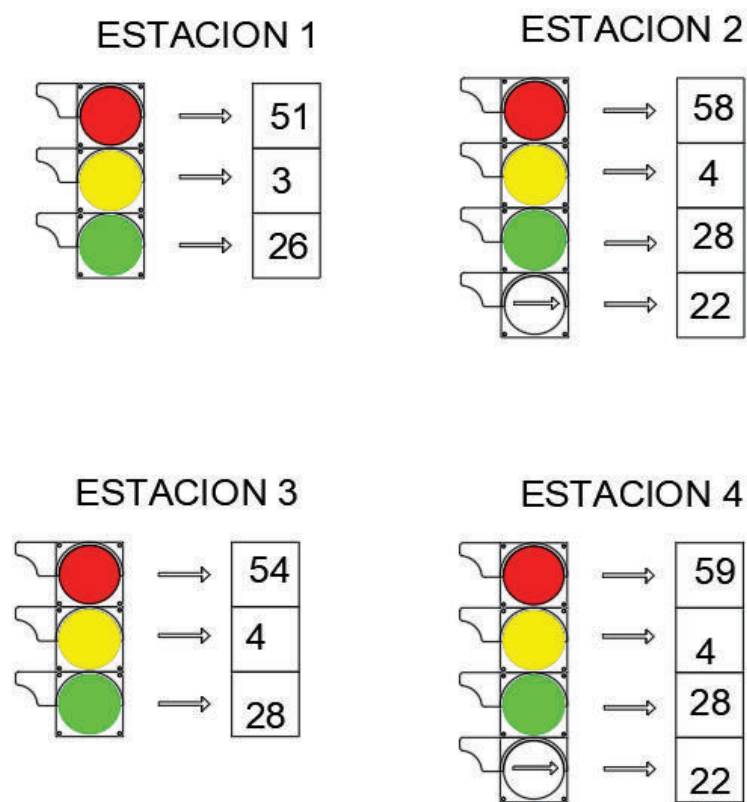
#### 4.1.2.7. Fases y Tiempo de Semaforización.

En la figura 50 indica los tiempos semafóricos para cada una de las intersecciones semaforizadas para la intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Tarata.

**Figura 50**

*Fases y tiempo de semaforización de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre*

*Grohmann*



#### 4.1.2.8. Mediciones Adicionales

En la tabla 19 indica todos los parámetros que fueron observados y tomados en campo para la intersección de la Av. Tarata con la Av. Jorge Basadre Grohmann.

**Tabla 19**

*Parámetros de análisis básico de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann*

Tipo de condición	Parámetro	E1	E2	E3	E4
Geométrica	Tipo de Área	No CBD	No CBD	No CBD	No CBD
	Número de Carriles N	3	2	3	2
	Ancho promedio de carriles N	3,1	3	3,5	3,4
	Pendiente, G(%)	2	3	-2	-3
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No	No	No	No
	Extensión de bahías, LT o RT. Ls(m)	No	No	No	No
	Estacionamiento	No	No	No	No
De tránsito	Flujo de saturación base, $S_o$ (veh/h)	1900	1900	1900	1900
	Flujo peatonal en el acceso(peatones/h)	66	24	65	72
	Transporte público que paran en la intersección, $N_b$ (vehículos/h)	0	0	0	0
	Actividad de estacionamiento, $N_m$ (maniobras/h)	0	0	0	0
	Velocidad de aproximación(km/h)	40	40	40	40
Semafóricas	Longitud del ciclo, C(s)	115	115	115	115
	Tiempo en verde, G(s)	26	50	28	50
	Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, entreverde, Y(s)	3	4	4	4
	Operación accionada o prefija	No	No	No	No
	Botón peatonal	0	0	0	0
	Verde mínimo peatonal,(s)	4	4	4	4
	Plan de fases	1	3	2	3
Periodo de análisis(h)	0,25	0,25	0,25	0,25	

En la tabla 20, tabla 21, tabla 22 y tabla 23 muestra los porcentajes de vehículos pesados para la Estación 01, 02, 03 y 04, al igual que los resúmenes de aforo vehicular se tomara durante intervalos de 15 minutos.

**Tabla 20**

*Porcentaje de vehículos pesados, Estación 01 Av. Tarata con Av. Jorge Basadre*

*Grohmann*

Día	Inicio	Final	Izquierda	Directo	Derecha
			Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
Lunes	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	2,28	15,00
Lunes	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	2,76	18,55
Lunes	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	1,74	18,67
Miércoles	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	2,06	5,17
Miércoles	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	1,97	19,61
Miércoles	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	1,88	13,89
Sábado	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	2,78	12,24
Sábado	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	2,80	19,23
Sábado	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	2,81	17,24
Mayores			0,00	2,81	19,61

**Tabla 21**

*Porcentaje de vehículos pesados, Estación 02 Av. Tarata con Av. Jorge Basadre*

*Grohmann*

Día	Inicio	Final	Izquierda	Directo	Derecha
			Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
Lunes	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	2,77	0,00
Lunes	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	2,45	0,00
Lunes	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	3,94	0,00
Miércoles	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	3,25	0,54
Miércoles	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	2,82	1,15
Miércoles	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	2,52	1,31
Sábado	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	2,40	1,65
Sábado	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	0,95	2,63
Sábado	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	2,70	2,17
Mayores			0,00	3,94	2,63

**Tabla 22**

*Porcentaje de vehículos pesados, Estación 03 Av. Tarata con Av. Jorge Basadre  
Grohmann*

Día	Inicio	Final	Izquierda	Directo	Derecha
			Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
Lunes	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	5,91	0,00
Lunes	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	6,87	0,00
Lunes	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	6,33	0,00
Miércoles	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	4,86	0,00
Miércoles	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	6,91	0,00
Miércoles	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	7,12	0,00
Sábado	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	8,79	0,00
Sábado	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	8,98	0,00
Sábado	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	8,64	0,00
Mayores			0,00	8,98	0,00

**Tabla 23**

*Porcentaje de vehículos pesados, Estación 04 Av. Tarata con Av. Jorge Basadre  
Grohmann*

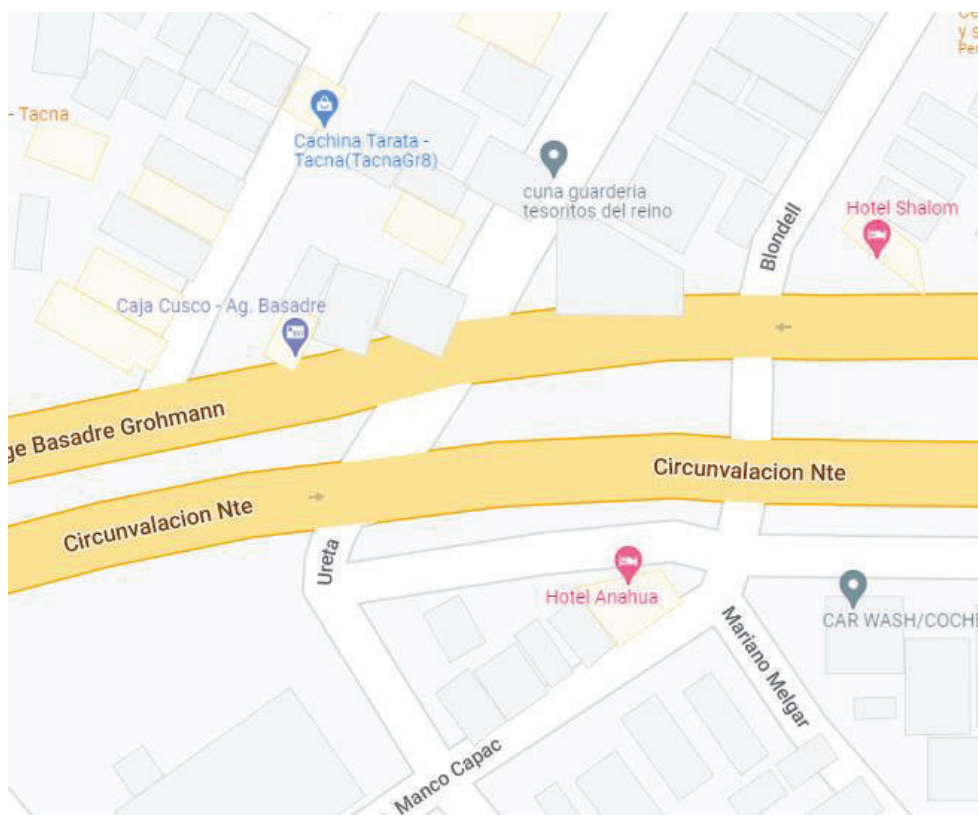
Día	Inicio	Final	Izquierda	Directo	Derecha
			Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
Lunes	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	3,08	5,56
Lunes	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	3,50	5,70
Lunes	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	3,42	5,70
Miércoles	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	3,17	5,47
Miércoles	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	0,67	1,22
Miércoles	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	1,09	1,07
Sábado	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	2,07	5,66
Sábado	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	3,09	5,39
Sábado	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	4,05	4,75
Mayores			0,00	4,05	5,70

#### 4.1.3. Datos de la esquina de Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann

4.1.3.1. **Ubicación.** El lugar de estudio se encuentra en la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann tal como se detalla en la figura 51.

**Figura 51**

*Ubicación de la zona de estudio para la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann*



*Nota.* Adaptado del sitio web Google Maps.

En la intersección se muestra tres accesos de entrada que son los siguiente:

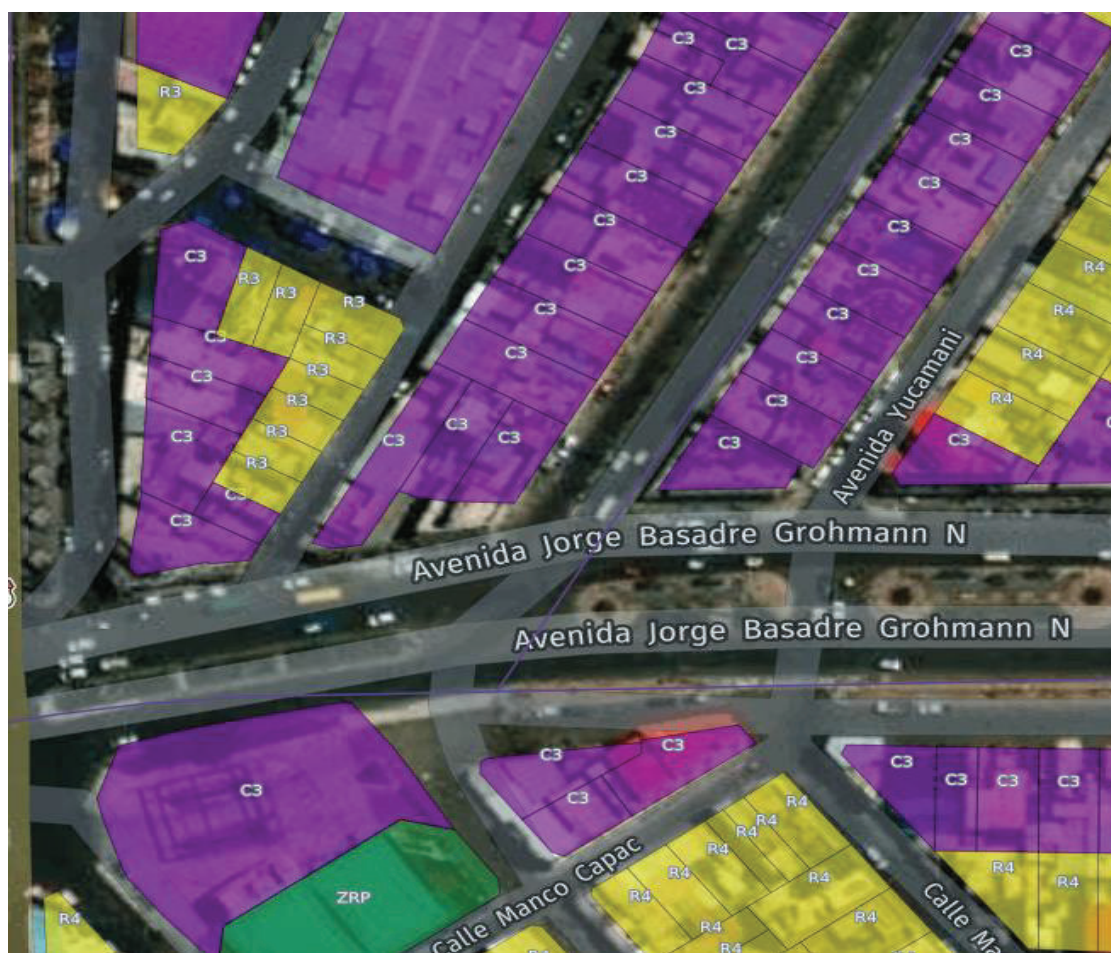
- Suroeste: Comprende el tramo de Circunvalación Nte hacia la Av. Internacional.
- Este: Comprende el tramo de la Av. Jorge Basadre Grohmann hacia la intersección con Av. Internacional.
- Noreste: Comprende el tramo de la Av. Internacional hacia la intersección con la Av. Jorge Basadre Grohmann

**4.1.3.2. Zonificación.** La figura 52 señala la clasificación de uso del suelo que utiliza la Municipalidad Provincial de Tacna en el Plan de Desarrollo Urbano Tacna 2015 – 2025 para la zona de investigación de la intersección de la Av. Internacional con la Av. Jorge Basadre Grohmann.

**Figura 52**

*Zonificación de la zona de estudio para la intersección de Av. Internacional con Av.*

*Jorge Basadre Grohmann*



*Nota.* Adaptado del Plano de zonificación del Plan de Desarrollo Urbano Tacna 2015 – 2025.

- Zona de Comercio (Leyenda : color fucsia)
- Zona Residencial Densidad Alta (Leyenda: color amarillo)
- Zona para Uso de Recreación Pública ( Leyenda: color verde)



#### 4.1.3.3. Características Geométricas de la intersección vial

En la figura 53 se muestra los cortes realizados en vista de planta para cada acceso de entrada de la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann.

**Figura 53**

*Sección vial de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann*

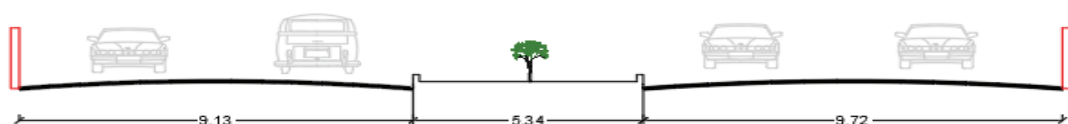


*Nota.* Adaptado de sitio web Google Earth.

En la figura 54, figura 55 y figura 56 se muestran las secciones viales de los cortes realizados para cada acceso de entrada a la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann.

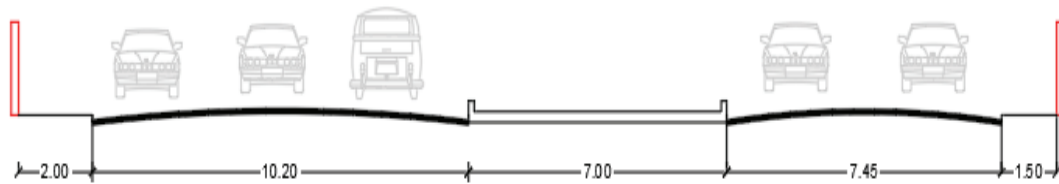
**Figura 54**

*Sección vial de la Av. Jorge Basadre Grohmann Corte A-A*

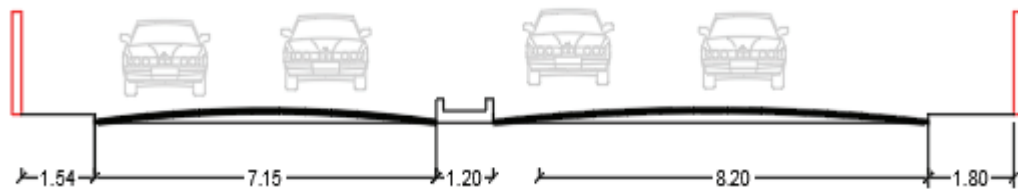


SECCION A-A  
AVENIDA JORGE BASADRE GROHMANN



**Figura 55***Sección vial de Av. Jorge Basadre Grohmann Corte B-B*

SECCION B-B  
**AVENIDA JORGE BASADRE GROHMANN**

**Figura 56***Sección vial de la Av. Internacional Corte C-C*

SECCION C-C  
**AVENIDA INTERNACIONAL**

**4.1.3.4. Estaciones de Conteo.** En la figura 57 se indica la ubicación de las estaciones de conteo para cada acceso de entrada a la intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Internacional.

- Estación 01: sentido de suroeste a noreste.
- Estación 02: sentido de este a oeste.
- Estación 03: sentido de noreste a suroeste.

**Figura 57**

*Estaciones de conteo de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann*



*Nota.* Adaptado del sitio web Google Earth.

#### **4.1.3.5. Esquema de Carriles y Giros**

En la figura 58 muestra los distintos tipos de giro que se hallaron mediante la observación de la zona de estudio en la intersección con la Av. Internacional.

**Figura 58**

*Esquema de carriles y giros en Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann*

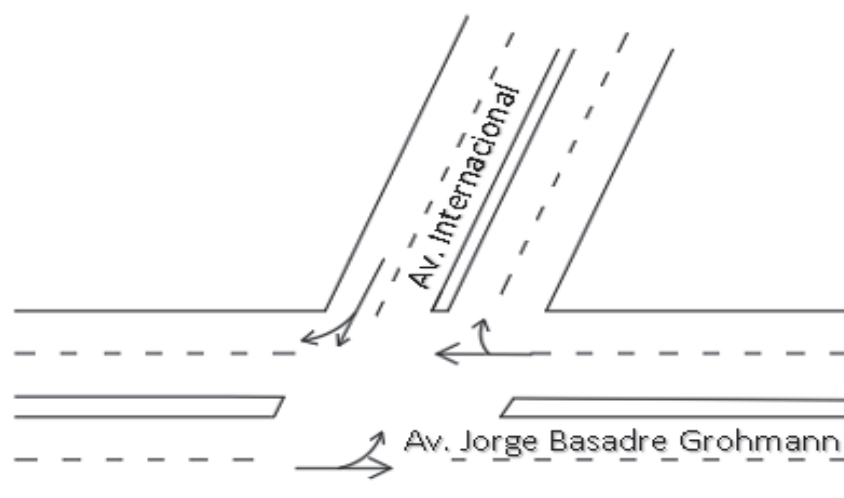













Figura 64

Aforo vehicular en Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Internacional sentido este – oeste Estación 02, día sábado 19/11/22



FORMATO Nº 1  
FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		← subida →		→		ESTACION		E2	
SENTIDO						CODIGO DE LA ESTACION			
UBICACION		Av. Jorge Basadre Grohmann				DIA Y FECHA		Sabado 19 11 2022	

HORA	MOTOTAXI			AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS				MICRO			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER 2S1/2S2		SUBTOTAL												
	↓	↑	↔	↓	↑	↔	↓	↑	↔	SUV	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	↓	↑	↔	2 E	2 E	3 E	↓	↑	↔	↓	↑		↔											
<b>MAÑANA</b>	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔										
7:00 - 7:15 a.m	0	25	0	0	24	3	0	25	1	0	3	1	0	2	1	0	2	1	0	10	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	92					
7:15 - 7:30 a.m	0	21	0	0	20	1	0	24	2	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	12	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	82					
7:30 - 7:45 a.m	0	24	0	0	32	2	0	28	0	0	3	0	0	4	0	0	5	0	0	12	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	103					
7:45 - 8:00 a.m	0	23	0	0	35	0	0	32	0	0	5	1	0	1	2	0	5	1	0	11	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	114					
8:00 - 8:15 a.m	0	24	0	0	33	1	0	34	1	0	3	2	0	1	1	0	0	0	0	12	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	104					
8:15 - 8:30 a.m	0	20	0	0	32	2	0	32	2	0	1	0	0	2	1	0	8	0	0	12	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	109					
8:30 - 8:45 a.m	0	25	0	0	30	1	0	25	1	0	3	0	0	1	0	0	5	0	0	11	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	99					
8:45 - 9:00 a.m	0	24	0	0	32	2	0	35	0	0	4	1	0	1	0	0	2	0	0	12	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	108					
12:00 - 12:15	0	18	0	0	32	3	0	30	1	0	4	1	0	1	1	0	8	1	0	11	0	0	14	0	0	0	0	0	3	0	0	115					
12:15 - 12:30	0	12	0	0	33	0	0	35	0	0	2	0	0	2	0	0	5	0	0	12	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	111					
12:30 - 12:45	0	24	0	0	32	2	0	32	0	0	4	1	0	4	0	0	5	0	0	10	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	109					
12:45 - 13:00	0	23	0	0	33	0	0	34	2	0	3	2	0	4	0	0	2	1	0	12	0	0	15	0	0	0	0	0	2	0	0	115					
13:00 - 13:15	0	25	0	0	25	1	0	30	1	0	3	1	0	5	0	0	2	1	0	12	0	0	14	0	0	0	0	0	2	0	0	100					
13:15 - 13:30	0	23	0	0	32	2	0	38	1	0	4	1	0	5	1	0	4	0	0	11	0	0	13	0	0	0	0	0	4	0	0	120					
13:30 - 13:45	0	18	0	0	28	2	0	25	1	0	5	1	0	5	0	0	4	0	0	11	0	0	14	0	0	0	0	0	2	0	0	103					
13:45 - 14:00	0	24	0	0	32	1	0	35	0	0	4	1	0	1	0	0	2	0	0	12	0	0	15	0	0	0	0	0	1	0	0	109					
18:00 - 18:15	0	25	0	0	28	1	0	30	0	0	4	1	0	1	1	0	5	1	0	12	0	0	14	0	0	0	0	0	2	0	0	105					
18:15 - 18:30	0	26	0	0	24	1	0	32	0	0	2	1	0	1	1	0	4	0	0	11	0	0	13	0	0	0	0	0	1	0	0	95					
18:30 - 18:45	0	27	0	0	23	1	0	32	0	0	5	1	0	3	1	0	2	2	0	12	0	0	13	0	0	0	0	0	2	0	0	102					
18:45 - 19:00	0	28	0	0	25	0	0	27	0	0	4	0	0	3	0	0	2	0	0	11	0	0	14	0	0	0	0	0	1	0	0	92					
19:00 - 19:15	0	25	0	0	24	2	0	32	0	0	3	0	0	1	1	0	3	0	0	12	0	0	15	0	0	0	0	0	4	0	0	101					
19:15 - 19:30	0	25	0	0	26	1	0	32	0	0	5	0	0	4	1	0	8	2	0	12	0	0	14	0	0	0	0	0	2	0	0	110					
19:30 - 19:45	0	22	0	0	28	3	0	32	0	0	2	0	0	1	0	0	5	1	0	12	0	0	15	0	0	0	0	0	2	0	0	109					
19:45 - 20:00	0	23	0	0	32	2	0	38	0	0	4	1	0	1	0	0	2	0	0	12	0	0	15	0	0	0	0	0	1	0	0	112					
<b>PARCIAL</b>	<b>0</b>	<b>554</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>695</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>749</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>82</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>54</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>94</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>277</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>339</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>2519</b>						
<b>SUMATORIA</b>	<b>554</b>			<b>729</b>			<b>762</b>			<b>99</b>				<b>66</b>			<b>105</b>			<b>277</b>			<b>339</b>			<b>0</b>			<b>111</b>			<b>0</b>			<b>31</b>		<b>2519</b>









En la tabla 24, tabla 25 y tabla 26, indican los resúmenes de los aforos vehiculare detallando la máxima cantidad de vehículos en los intervalos de tiempo de 15 minutos para las estaciones 01, 02 y 03 respectivamente en la intersección con la Av. Internacional.

**Tabla 24**

*Resumen de Aforo vehicular, Estación 01 Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann*

Días de conteo	Izquierdo		Directo		Derecha	
	Aforo(15min )	vp h	Aforo(15min )	vph	Aforo(15min )	vp h
Lunes 7am hasta 9am	0	0	115	46 0	0	0
Lunes 12pm hasta 2pm	0	0	119	47 6	0	0
Lunes 6pm hasta 8pm	0	0	127	50 8	0	0
Miércoles 7am hasta 9am	0	0	117	46 8	0	0
Miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	119	47 6	0	0
Miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	127	50 8	0	0
Sábado 7am hasta 9am	0	0	122	48 8	0	0
Sábado 12pm hasta 2pm	0	0	213	85 2	0	0
Sábado 6pm hasta 8pm	0	0	127	50 8	0	0
Mayores	0	0	213	85 2	0	0

**Tabla 25**

*Resumen de Aforo vehicular, Estación 02 Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann*

Días de conteo	Izquierda		Directo		Derecha	
	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph
Lunes 7am hasta 9am	0	0	130	520	7	28
Lunes 12pm hasta 2pm	0	0	130	520	7	28
Lunes 6pm hasta 8pm	0	0	132	528	5	20
Miércoles 7am hasta 9am	0	0	133	532	7	28
Miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	138	552	7	28
Miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	132	528	5	20
Sábado 7am hasta 9am	0	0	133	532	7	28
Sábado 12pm hasta 2pm	0	0	138	552	7	28
Sábado 6pm hasta 8pm	0	0	132	528	5	20
Mayores		0	138	552	7	28

**Tabla 26**

*Resumen de Aforo vehicular, Estación 03 Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann*

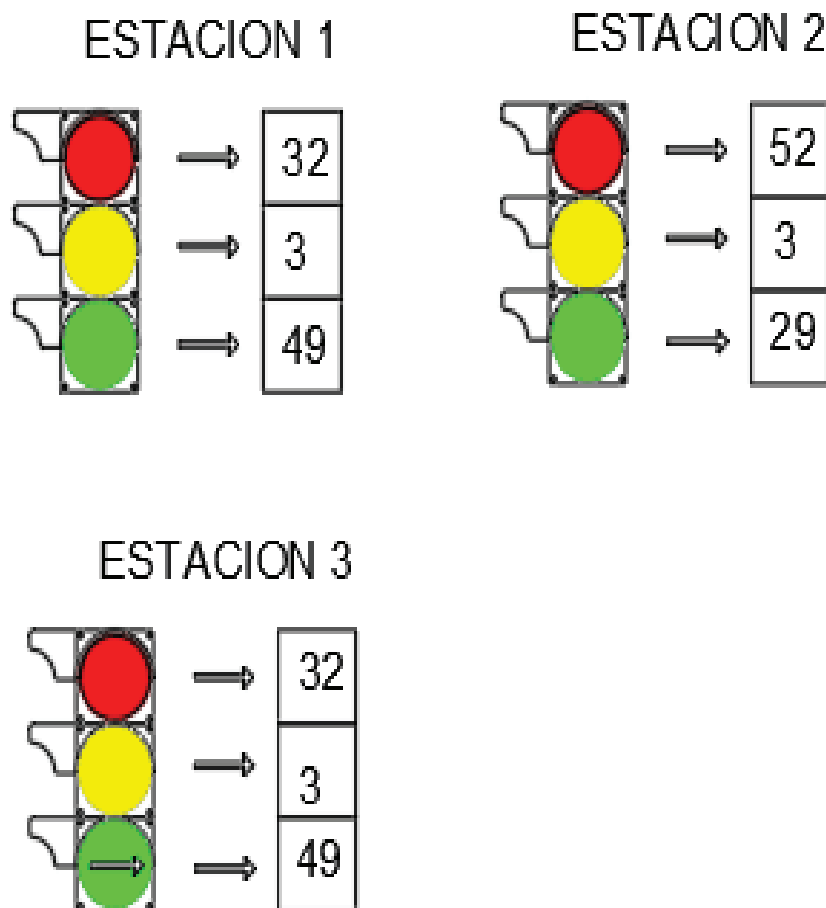
Días de conteo	Izquierda		Directo		Derecha	
	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph	Aforo(15min)	vph
Lunes 7am hasta 9am	0	0	124	496	0	0
Lunes 12pm hasta 2pm	0	0	121	484	0	0
Lunes 6pm hasta 8pm	0	0	126	504	0	0
Miércoles 7am hasta 9am	0	0	127	508	0	0
Miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	120	480	0	0
Miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	126	504	0	0
Sábado 7am hasta 9am	0	0	125	500	0	0
Sábado 12pm hasta 2pm	0	0	120	480	0	0
Sábado 6pm hasta 8pm	0	0	118	472	0	0
Mayores		0	127	508		0

#### 4.1.3.7. Fases y Tiempo de Semaforización

En la figura 68 indica los tiempos semafóricos para cada una de las intersecciones semaforizadas para la intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Internacional.

**Figura 68**

*Fases y tiempos de semaforización en la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann*



#### 4.1.3.8. Mediciones Adicionales

En la tabla 27 indica todos los parámetros que fueron observados y tomados en campo para la intersección de la Av. Internacional con la Av. Jorge Basadre Grohmann.

**Tabla 27**

*Parámetros de análisis básico para la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre*

*Grohmann*

Tipo de condición	Parámetro	E1	E2	E3
Geométrica	Tipo de Área	No CBD	No CBD	No CBD
	Número de Carriles N	2	3	2
	Ancho promedio de carriles N	3,6	3	3,6
	Pendiente, G(%)	0	0	0
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No	No	No
	Extensión de bahías, LT o RT. Ls(m)	No	No	No
	Estacionamiento	Si	Si	Si
De tránsito	Flujo de saturación base, $S_o$ (veh/h)	1900	1900	1900
	Flujo peatonal en el acceso(peatones/h)	20	40	45
	Transporte público que paran en la intersección, $N_b$ (vehículos/h)	49	21	19
	Actividad de estacionamiento, $N_m$ (maniobras/h)	0	0	0
	Velocidad de aproximación (km/h)	40	40	40
Semafóricas	Longitud del ciclo, C(s)	84	84	84
	Tiempo en verde, G(s)	49	29	49
	Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, $Y$ (s)	3	3	3
	Operación accionada o prefija	No	No	No
	Botón peatonal	0	0	0
	Verde mínimo peatonal,(s)	4	4	4
	Plan de fases	1	2	1
Periodo de análisis(h)	0,25	0,25	0,25	

En la tabla 28, tabla 29 y tabla 30 muestra los porcentajes de vehículos pesados para la Estación 01, 02 y 03 perteneciente a la intersección con la Av. Internacional, al igual que los resúmenes de aforo vehicular se tomara durante intervalos de 15 minutos.

**Tabla 28**

*Porcentaje de vehículos pesados, Estación 01 Av. Internacional con Av. Jorge*

*Basadre Grohmann*

Día	Inicio	Final	Izquierda	Directo	Derecha
			Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
Lunes	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	0,00	0,00
Lunes	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	0,00	0,00
Lunes	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	0,00	0,00
Miércoles	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	0,00	0,00
Miércoles	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	0,00	0,00
Miércoles	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	0,00	0,00
Sábado	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	0,00	0,00
Sábado	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	0,00	0,00
Sábado	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	0,00	0,00
Mayores			0,00	0,00	0,00

**Tabla 29**

*Porcentaje de vehículos pesados, Estación 02 Av. Internacional con Av. Jorge*

*Basadre Grohmann*

Día	Inicio	Final	Izquierda	Directo	Derecha
			Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
Lunes	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	5,74	0,00
Lunes	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	6,30	0,00
Lunes	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	5,44	0,00
Miércoles	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	3,80	0,00
Miércoles	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	6,13	0,00
Miércoles	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	5,29	0,00
Sábado	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	3,52	0,00
Sábado	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	5,40	0,00
Sábado	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	5,29	0,00
Mayores			0,00	6,30	0,00



**Tabla 30***Porcentaje de vehículos pesados, Estación 03 Av. Internacional con Av. Jorge**Basadre Grohmann*

Día	Inicio	Final	Izquierda	Directo	Derecha
			Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
Lunes	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	0,00	0,00
Lunes	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	0,00	0,00
Lunes	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	0,00	0,00
Miércoles	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	0,00	0,00
Miércoles	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	0,00	0,00
Miércoles	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	0,00	0,00
Sábado	7:00 a. m.	9:00 a. m.	0,00	0,00	0,00
Sábado	12:00 a. m.	2:00 p. m.	0,00	0,00	0,00
Sábado	6:00 p. m.	8:00 p. m.	0,00	0,00	0,00
Mayores			0,00	0,00	0,00

## 4.2. Resultados de la situación actual

### 4.2.1. Aplicación de la metodología HCM 2010 en la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann

En la tabla 31 se muestran los resultados para el cálculo del flujo de saturación para cada uno de los accesos de entrada hacia la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Tabla 31**

*Calculo del flujo de saturación para la intersección con la Av. Patricio Meléndez*

Datos	Estación 1	Estación 2	Estación 3
Flujo de saturación básico por carril, según HCM 2010 (So)	1900	1900	1900
Factor ajuste por ancho de carril (Fw)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por vehículo pesado (Fhv)	0,90	0,96	0,91
Factor de ajuste por pendiente (Fg)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por estacionamiento (Fp)	0,97	0,95	0,97
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran la intersección (Fbb)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por tipo de área (Fa)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por utilización de Carriles (FLU)	0,46	0,86	0,48
Factor de ajuste por vuelta a la izquierda (dos carriles= 0,92) (FLT)	1,00	0,98	1,02
Factor de ajuste por vuelta a la derecha (FRT)	0,96	0,91	1,00
Factor de ajuste por movimiento a la izquierda de peatones (FLpb)	1,00	0,58	0,70
Factor de ajuste por movimiento a la derecha de peatones (FRpb)	0,72	0,42	0,99
<b>Saturación (S)=</b>	<b>1578,8</b>	<b>645,2</b>	<b>1692,8</b>

Los datos de semáforo tomados en cada una de las esquinas semaforizadas para la intersección con la Av. Patricio Meléndez se muestran en la tabla 32.

**Tabla 32**

*Ciclo semafórico y verde efectivo de cada acceso para la intersección con la Av.*

*Patricio Meléndez*

<b>Acceso</b>	<b>Datos del semáforo</b>	<b>Segundos</b>
A1	Verde efectivo g (s)	38
	Ámbar	4
	Rojo	32
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>74</b>
A2	Verde efectivo g (s)	38
	Ámbar	4
	Rojo	32
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>74</b>
A3	Verde efectivo g (s)	24
	Ámbar	3
	Rojo	47
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>74</b>

En la tabla 33 se indica los factores de hora de máxima demanda para los accesos de entrada de la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Tabla 33**

*Calculo de factor de hora de máxima demanda para la intersección con la Av.*

*Patricio Meléndez*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de Factor de hora de máxima demanda</b>	
A1	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	224
	Volumen máximo durante 15 minutos(Q15 máx.)	161
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>0,347826087</b>
A2	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	122
	Volumen máximo durante 15 minutos(Q15 máx.)	71
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>0,429577465</b>
A3	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	366
	Volumen máximo durante 15 minutos(Q15 máx.)	255
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>0,358823529</b>

En la tabla 34 se hace el cálculo de la tasa de flujo para los accesos de entrada de la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Tabla 34**

*Calculo de la tasa de flujo para la intersección con la Av. Patricio Meléndez*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la tasa de flujo (Vp)</b>	
A1	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	224
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,347826087
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,90
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>717,57056</b>
A2	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	122
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,429577465
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,96
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>296,922</b>
A3	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	366
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,358823529
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,91
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>1125,1008</b>

En la tabla 35 se realiza el cálculo de la capacidad para los accesos de entrada de la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Tabla 35**

*Calculo de la capacidad para la intersección con la Av. Patricio Meléndez*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la capacidad</b>	
A1	Flujo de saturación (S)	1578,8
	Verde efectivo g(s)	38
	Ciclo semafórico	74
	<b>Capacidad del grupo carril A (Ci)</b>	<b>810,7444352</b>
A2	Flujo de saturación (S)	645,2
	Verde efectivo g(s)	38
	Ciclo semafórico	74
	<b>Capacidad del grupo carril B (Ci)</b>	<b>331,3308548</b>
A3	Flujo de saturación (S)	1692,8
	Verde efectivo g(s)	24
	Ciclo semafórico	74
	<b>Capacidad del grupo carril C (Ci)</b>	<b>549,0239702</b>

En la tabla 36 se realiza el cálculo de relación volumen/capacidad para cada uno de los accesos para la intersección con la Av. Patricio Meléndez, según el cálculo se el acceso 3 presenta un mayor volumen con respecto a la capacidad del acceso.

**Tabla 36**

*Calculo de relación volumen y capacidad para la intersección con la Av. Patricio Meléndez*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la relación volumen/capacidad</b>	
A1	Tasa de flujo (Vp)	717,57056
	Capacidad del grupo carril A (Ci)	810,7444352
	<b>Relación volumen y capacidad de carril A (X)</b>	<b>0,885076146</b>
A2	Tasa de flujo (Vp)	296,922
	Capacidad del grupo carril B (Ci)	331,3308548
	<b>Relación volumen y capacidad de carril B (X)</b>	<b>0,896149561</b>
A3	Tasa de flujo (Vp)	1125,1008
	Capacidad del grupo carril C (Ci)	549,0239702
	<b>Relación volumen y capacidad de carril C (X)</b>	<b>2,04927446</b>

En la tabla 37 se realiza el cálculo de la demora y el nivel de servicio que presenta actualmente la intersección de la Av. Patricio Meléndez con la Av. Jorge Basadre Grohmann.

**Tabla 37**

*Calculo de la demora y nivel de servicio en la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann*

Demora por cola inicial y demora uniforme	Estación 1	Estación 2	Estación 3
Ciclo semafórico C	74	74	74
Verde efectivo g	38	38	24
Relación volumen y capacidad de carril A (X)	0,885	0,896	2,049
Proporción de verde $g/C$	0,514	0,514	0,324
Duración del periodo de análisis. 15 min (T)	0,25	0,25	0,25
Relación $\frac{v}{c}, X$	0,885	0,896	2,049
Cola inicial $Q_b$	0	0	0
Capacidad del grupo de carriles $c \left(\frac{veh}{h}\right)$	810,744	331,331	549,024
Relación de pelotón, $R_p$	1,000	1,000	1,000
Proporción de vehículos que llegan en verde, P	0,514	0,514	0,324
Factor de ajuste suplementario, $f_{PA}$	1	1	1
Factor de ajuste por progresión/coordinación, PF	1	1	1
Caso de análisis	CASO I	CASO II	CASO I
Demora uniforme $d_1$	16,053	16,222	50,368
Demora por cola inicial	0	0	0
Demora	16,053	16,222	50,368
Nivel de servicio NS por grupo de carriles	C	C	D
Demora por acceso, $d_A = \sum (d)(v) / \sum v$	16,053	16,222	50,368
Nivel de servicio NS por acceso	B	B	D
Tasa de flujo del acceso, $V_a \left(\frac{veh}{h}\right)$	717,57056	296,922	1125,1008
Demora de la intersección, $d_l = \sum (d_A)(v_A) / \sum v_A$		35,12	
Nivel de servicio NS de la intersección		D	

En la tabla 38 se muestra un cuadro resumen de las demoras para los accesos de entrada y el presente nivel de servicio de la intersección con Av. Patricio Meléndez.

**Tabla 38**

*Cuadro resumen de la situación actual de la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann*

	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
Demora Total (s)	16,052674	16,221771	50,3678607
Relación Volumen/Capacidad	0,88507615	0,89614956	2,04927446
Relación Volumen/Capacidad		1,276833389	
Demora en la Intersección		35,12	
<u>Nivel de Servicio</u>	-	<u>D</u>	

**4.2.2. Aplicación de la metodología HCM 2010 en la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann**

En la tabla 39 se muestran los resultados para el cálculo del flujo de saturación para cada uno de los accesos de entrada hacia la Intersección con la Av. Tarata en su situación actual.

**Tabla 39**

*Calculo del flujo de saturación para la intersección con la Av. Tarata*

<b>Datos</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>
Flujo de saturación básico por carril, según HCM 2010(So)	1900	1900	1900	1900
Factor ajuste por ancho de carril (Fw)	0,94	0,93	0,99	0,98
Factor de ajuste por vehículo pesado (Fhv)	0,76	0,92	0,89	0,88
Factor de ajuste por pendiente (Fg)	0,99	0,99	1,01	1,02
Factor de ajuste por estacionamiento (Fp)	0,97	0,95	0,97	0,95
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran la intersección (Fbb)	1,00	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por tipo de área (Fa)	1,00	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por utilización de Carriles (FLU)	0,47	0,84	0,52	0,72
Factor de ajuste por vuelta a la izquierda ( dos carriles= 0.92) (FLT)	1,00	1,00	1,01	1,00
Factor de ajuste por vuelta a la derecha (FRT)	0,99	0,94	0,99	0,95
Factor de ajuste por movimiento a la izquierda de peatones (FLpb)	1,00	1,00	0,73	1,00
Factor de ajuste por movimiento a la derecha de peatones (FRpb)	0,95	0,60	0,91	0,69
<b>Saturación (S)=</b>	<b>1746,0</b>	<b>1428,3</b>	<b>1692,0</b>	<b>1503,5</b>



Los datos de semáforo tomados en cada una de las esquinas semaforizadas para la intersección con la Av. Tarata se muestran en la tabla 40.

**Tabla 40**

*Ciclo semafórico y verde efectivo de cada acceso para la intersección con la Av.*

*Tarata*

<b>Acceso</b>	<b>Datos del semáforo</b>	<b>Segundos</b>
A1	Verde efectivo $g(s)$	26
	Ámbar	3
	Rojo	86
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>115</b>
A2	Verde efectivo $g(s)$	50
	Ámbar	4
	Rojo	61
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>115</b>
A3	Verde efectivo $g(s)$	28
	Ámbar	4
	Rojo	83
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>115</b>
A4	Verde efectivo $g(s)$	50
	Ámbar	4
	Rojo	61
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>115</b>

En la tabla 41 se indica los factores de hora de máxima demanda para los accesos de entrada de la intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con la Av. Tarata

**Tabla 41**

*Calculo de factor de hora de máxima demanda para la intersección con la Av.*

*Tarata*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de Factor de hora de máxima demanda</b>	
A1	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	1211,2
	Volumen máximo durante 15 minutos(Q15 máx.)	213
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>1,421596244</b>
A2	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	668
	Volumen máximo durante 15 minutos(Q15 máx.)	100
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>1,67</b>
A3	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	1008
	Volumen máximo durante 15 minutos(Q15 máx.)	161
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>1,565217391</b>
A4	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	676
	Volumen máximo durante 15 minutos(Q15 máx.)	117
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>1,444444444</b>

En la tabla 42 se hace el cálculo de la tasa de flujo para los accesos de entrada de la intersección con Av. Tarata.

**Tabla 42**

*Calculo de la tasa de flujo para la intersección con la Av. Tarata*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la tasa de flujo (Vp)</b>	
A1	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	1211,2
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	1,421596244
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,76
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>1119,358276</b>
A2	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	668
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	1,67
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,92
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>436,7622767</b>
A3	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	1008
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	1,565217391
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,89
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>724,9565217</b>
A4	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	676
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	1,444444444
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,88
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>531,882</b>

En la tabla 43 se realiza el cálculo de la capacidad para los accesos de entrada de la intersección con la Av. Tarata.

**Tabla 43***Calculo de la capacidad para la intersección con la Av. Tarata*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la capacidad</b>	
A1	Flujo de saturación (S)	1746,0
	Verde efectivo $g(s)$	26
	Ciclo semafórico C	115
	Capacidad del grupo carril A, $c$	394,7585489
A2	Flujo de saturación (S)	1428,3
	Verde efectivo $g(s)$	50
	Ciclo semafórico C	115
	Capacidad del grupo carril B, $c$	620,9864106
A3	Flujo de saturación (S)	1692,0
	Verde efectivo $g(s)$	28
	Ciclo semafórico C	115
	Capacidad del grupo carril C, $c$	411,9768798
A4	Flujo de saturación (S)	1503,5
	Verde efectivo $g(s)$	50
	Ciclo semafórico C	115
	Capacidad del grupo carril D, $c$	653,678902

En la tabla 44 se realiza el cálculo de relación volumen/capacidad para cada uno de los accesos para la intersección con la Av. Tarata.

**Tabla 44***Calculo de relación volumen y capacidad para la intersección con la Av. Tarata*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la relación volumen/capacidad</b>	
A1	Tasa de flujo (Vp)	1119,358276
	Capacidad del grupo carril A (Ci)	394,7585489
	<b>Relación volumen y capacidad de carril A (X)</b>	<b>2,835551705</b>
A2	Tasa de flujo (Vp)	436,7622767
	Capacidad del grupo carril B (Ci)	620,9864106
	<b>Relación volumen y capacidad de carril B (X)</b>	<b>0,703336288</b>
A3	Tasa de flujo (Vp)	725,0
	Capacidad del grupo carril C (Ci)	411,9768798
	<b>Relación volumen y capacidad de carril C (X)</b>	<b>1,759701957</b>
A4	Tasa de flujo (Vp)	531,9
	Capacidad del grupo carril D (Ci)	653,678902
	<b>Relación volumen y capacidad de carril D (X)</b>	<b>0,813674724</b>

En la tabla 45 se realiza el cálculo de la demora y el nivel de servicio que presenta actualmente la intersección de la Av. Tarata con la Av. Jorge Basadre Grohmann.

**Tabla 45**

*Calculo de la demora y nivel de servicio en la intersección de la Av. Tarata con Av.*

*Jorge Basadre Grohmann*

Demora por cola inicial y demora uniforme	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4
Ciclo semafórico C	115	115	115	115
Verde efectivo g	26	50	28	50
Relación $\frac{v}{c}, X$	2,836	0,703	1,760	0,814
Proporción de verde $g/C$	0,226	0,435	0,243	0,435
Duración del periodo de análisis. 15 min (T)	0,25	0,25	0,25	0,25
Cola inicial $Q_b$	0	0	0	0
Capacidad del grupo de carriles $c(\frac{veh}{h})$	394,759	620,986	411,977	653,679
Relación de pelotón, $R_p$	1,000	1,000	1,000	1,000
Proporción de vehículos que llegan en verde, P	0,226	0,435	0,243	0,435
Factor de ajuste suplementario, $f_{PA}$	1	1	1	1
Factor de ajuste por progresión/coordinación, PF	1	1	1	1
Caso de análisis	CASO I	CASO II	CASO I	CASO I
Demora uniforme $d_1$	95,952	26,461	57,578	28,426
Demora por cola inicial $d_3$	0	0	0	
Demora $d$	95,952	26,461	57,578	28,426
Nivel de servicio NS por grupo de carriles	F	C	E	C
Demora por acceso	95,952	26,461	57,578	28,426
Nivel de servicio NS por acceso	F	C	E	C
Tasa de flujo del acceso, $V_a(\frac{veh}{h})$	1119,358276	436,7622767	724,9565217	531,882
Demora de la intersección		62,50470037		
Nivel de servicio NS de la intersección		E		

En la tabla 46 se muestra un cuadro resumen de las demoras para los accesos de entrada y el presente nivel de servicio de la intersección con Av. Tarata.

**Tabla 46**

*Cuadro resumen de la situación actual de la intersección de la Av. Tarata con Av.*

*Jorge Basadre Grohmann*

---

Estación	E1	E2	E3	E4
Demora Total (s)	95,952	26,461	57,578	28,426
Relación Volumen/Capacidad	2,836	0,703	1,760	0,814
Relación Volumen/Capacidad		1,528		
Demora en la Intersección		62,505		
<u>Nivel de Servicio</u>	-		<u>E</u>	

---

**4.2.3. Aplicación de la metodología HCM 2010 en la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann**

En la tabla 47 se muestran los resultados para el cálculo del flujo de saturación para cada uno de los accesos de entra hacia la intersección con la Av. Internacional.

**Tabla 47**

*Calculo del flujo de saturación para la intersección con la Av. Internacional*

Datos	Estación 1	Estación 2	Estación 3
Flujo de saturación básico por carril, según HCM 2010(So)	1900	1900	1900
Factor ajuste por ancho de carril (Fw)	1,00	0,93	1,00
Factor de ajuste por vehículo pesado (Fhv)	1,00	0,92	1,00
Factor de ajuste por pendiente (Fg)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por estacionamiento (Fp)	0,95	0,97	0,95
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran la intersección (Fbb)	0,90	0,97	0,96
Factor de ajuste por tipo de área (Fa)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por utilización de Carriles (FLU)	0,50	0,35	0,50
Factor de ajuste por vuelta a la izquierda ( dos carriles= 0.92) (FLT)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por vuelta a la derecha (FRT)	1,00	0,99	1,00
Factor de ajuste por movimiento a la izquierda de peatones (FLpb)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por movimiento a la derecha de peatones (FRpb)	1,00	0,95	1,00
<b>Saturación (S)=</b>	<b>1628,1</b>	<b>1520,1</b>	<b>1736,4</b>

Los datos de semáforo tomados en cada una de las esquinas semaforizadas para la intersección con la Av. Internacional se muestran en la tabla 48.

**Tabla 48**

*Ciclo semafórico y verde efectivo de cada acceso para la intersección con la Av.*

*Internacional*

<b>Acceso</b>	<b>Datos del semáforo</b>	<b>Segundos</b>
A1	Verde efectivo $g(s)$	49
	Ámbar	3
	Rojo	32
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>84</b>
A2	Verde efectivo $g(s)$	29
	Ámbar	3
	Rojo	52
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>84</b>
A3	Verde efectivo $g(s)$	49
	Ámbar	3
	Rojo	32
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>84</b>

En la tabla 49 se indica los factores de hora de máxima demanda para los accesos de entrada de la intersección con la Av. Internacional.

**Tabla 49**

*Calculo de Factor de hora de máxima demanda para la intersección con Av.*

*Internacional*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de Factor de hora de máxima demanda</b>	
A1	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	852
	Volumen máximo durante 15 minutos(Q15 máx.)	213
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>1</b>
A2	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	580
	Volumen máximo durante 15 minutos (Q15 máx.)	143
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>1,013986014</b>
A3	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	508
	Volumen máximo durante 15 minutos (Q15 máx.)	127
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>1</b>



En la tabla 50 se realiza el cálculo de la tasa flujo para los accesos de entrada de la intersección con la Av. Internacional.

**Tabla 50**

*Calculo de la tasa de flujo para la intersección con la Av. Internacional*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la tasa de flujo (Vp)</b>	
A1	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	852
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	1
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	1,00
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>852</b>
A2	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	580
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	1,013986014
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,92
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>622,4569106</b>
A3	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	508
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	1
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	1,00
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>508</b>

En la tabla 51 se realiza el cálculo de la capacidad para los accesos de entrada de la intersección con la Av. Internacional.

**Tabla 51**

*Calculo de la capacidad para la intersección con la Av. Internacional*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la capacidad</b>	
A1	Flujo de saturación (S)	1628,1
	Verde efectivo $g(s)$	49
	Ciclo semafórico C	84
	Capacidad del grupo carril A , $c$	949,7308333
A2	Flujo de saturación (S)	1520,1
	Verde efectivo $g(s)$	29
	Ciclo semafórico C	84
	Capacidad del grupo carril B, $c$	524,7863139
A3	Flujo de saturación (S)	1736,4
	Verde efectivo $g(s)$	49
	Ciclo semafórico C	84
	Capacidad del grupo carril C , $c$	1012,905833

En la tabla 52 se realiza el cálculo de relación volumen/capacidad para cada uno de los accesos para la intersección con la Av. Internacional, según el cálculo en el acceso 2 presente un mayor volumen con respecto a la capacidad del acceso.

**Tabla 52**

*Calculo de relación volumen y capacidad para la intersección con la Av.*

*Internacional*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la relación volumen/capacidad</b>	
A1	Tasa de flujo (Vp)	852
	Capacidad del grupo carril A , $c$	949,7308333
	<b>Relación volumen y capacidad de carril A (X)</b>	<b>0,897096283</b>
A2	Tasa de flujo (Vp)	622,4569106
	Capacidad del grupo carril B, $c$	524,7863139
	<b>Relación volumen y capacidad de carril B (X)</b>	<b>1,186114984</b>
A3	Tasa de flujo (Vp)	508,0
	Capacidad del grupo carril C , $c$	1012,905833
	<b>Relación volumen y capacidad de carril C (X)</b>	<b>0,501527371</b>

En la tabla 53 se realiza el cálculo de la demora y el nivel de servicio que presenta actualmente la intersección de la Av. Internacional con la Av. Jorge Basadre Grohmann.

**Tabla 53**

*Calculo de la demora y nivel de servicio en la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann*

<b>Demora por cola inicial y demora uniforme</b>	<b>Estació n 1</b>	<b>Estació n 2</b>	<b>Estación 3</b>
Ciclo semafórico C	84	84	84
Verde efectivo g	49	29	49
Relación $\frac{v}{c}, X$	0,897	1,186	0,502
Proporción de verde $g/C$	0,583	0,345	0,583
Duración del periodo de análisis. 15 min (T)	0,25	0,25	0,25
Cola inicial $Q_b$	0	0	0
Capacidad del grupo de carriles $c \left( \frac{veh}{h} \right)$	949,731	524,786	1012,906
Relación de pelotón, $R_p$	1,000	1,000	1,000
Proporción de vehículos que llegan en verde, P	0,583	0,345	0,583
Factor de ajuste suplementario, $f_{PA}$	1	1	1
Factor de ajuste por progresión/coordinación, PF	1	1	1
Caso de análisis	CASO I	CASO II	CASO I
Demora uniforme $d_1$	15,296	30,492	10,307
Demora por cola inicial $d_3$	0	0	0
Demora $d$	15,296	30,492	10,307
Nivel de servicio NS por grupo de carriles	B	C	B
Demora por acceso	15,296	30,492	10,307
Nivel de servicio NS por acceso	B	C	B
Tasa de flujo del acceso, $V_a \left( \frac{veh}{h} \right)$	852	622,457	508
Demora de la intersección,		18,789	
Nivel de servicio NS de la intersección		B	

En la tabla 54 se muestra un cuadro resumen de las demoras para los accesos de entra y el presente nivel de ser vicio de la intersección con Av. Internacional.

**Tabla 54**

*Cuadro resumen de la situación actual de la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann*

<b>Estación</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
Demora Total (s)	15,296	30,492	10,307
Relación Volumen/Capacidad	0,897	1,186	0,502
Relación Volumen/Capacidad		0,862	
Demora en la Intersección		18,789	
<u>Nivel de Servicio</u>	-	<u>B</u>	

#### **4.3. Alternativa de solución para Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann**

Una vez hallado un nivel de servicio D” para la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann, se planteó la siguiente propuesta :

- Restricción en giros a la izquierda

Para la estación 3, se restringe su giro a la izquierda, la cantidad de vehículos serán sumados a la cantidad de vehículos que van de frente o a la derecha de acuerdo al sentido del a vía.

- Nuevas fases semafóricas

Dado que los giros a la izquierda se restringieron para la estación 3 se reducirá las fases semafóricas para obtener una óptima alternativa de solución.

El ciclo semafórico total va a disminuir dado por el cambio de fases. .

En la tabla 55 indica las fases de semaforización que presenta actualmente los accesos de entrada de la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Tabla 55**

*Situación actual para las fases de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann*

Tipo de fase	Tipo de semáforo	Luz	Tiempo(s)		
			Verde(s)	Ámbar(s)	Giro a la derecha(s)
Fase 1	S1	Rojo			
	S2	Rojo			16
	S3	Verde	24	3	
Fase 2	S1	Verde	22	3	
	S2	Rojo			
	S3	Rojo			
Fase 3	S1	Rojo			16
	S2	Verde	22	3	
	S3	Rojo			

En la tabla 56 se presenta los nuevos cambios de fases de semaforización y los nuevos tiempos de semáforo para la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Tabla 56**

*Fases de los tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av. Patricio Meléndez*

Tipo de fase	Tipo de semáforo	Luz	Tiempo(s)		
			Verde(s)	Ámbar(s)	Giro a la derecha(s)
Fase 1	S1	Verde			
	S2	Rojo			16
	S3	Verde	24	3	
Fase 2	S1	Verde	22	3	
	S2	Rojo			
	S3	Rojo			

En la tabla 57 se detalla los nuevos tiempos semafóricos para los accesos de entrada de la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Tabla 57**

*Tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av. Patricio Meléndez*

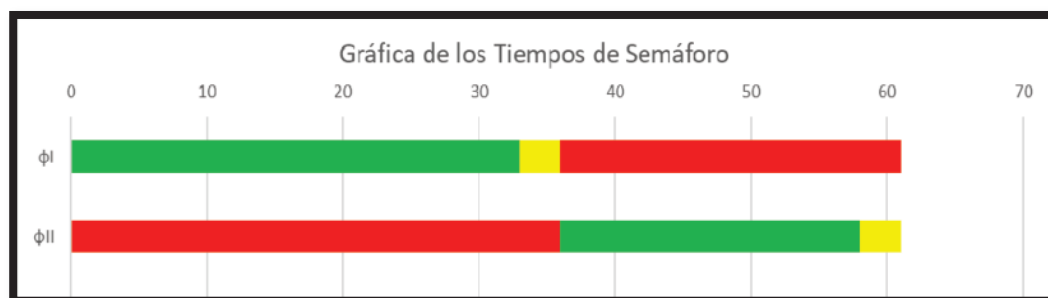
Acceso	Datos del semáforo	Segundos
A1	Verde efectivo g (s)	33
	Ámbar	3
	Rojo	22
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>58</b>
A2	Verde efectivo g (s)	22
	Ámbar	3
	Rojo	33
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>58</b>
A3	Verde efectivo g (s)	33
	Ámbar	3
	Rojo	22
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>58</b>

En la figura 69 se muestra una gráfica sobre los nuevos tiempos de semáforo optimizados para los accesos de entrada de la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Figura 69**

*Gráfica de los tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av.*

*Tarata*



**4.3.1. Aplicación de la metodología HCM 2010 en la propuesta de la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann**

En la tabla 58 se muestran los resultados para el cálculo del flujo de saturación en la propuesta de mejora para la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Tabla 58**

*Calculo de flujo de saturación en la propuesta de mejora para la intersección con la Av. Patricio Meléndez*

Datos	Estación 1	Estación 2	Estación 3
Flujo de saturación básico por carril, según HCM 2010(So)	1900	1900	1900
Factor ajuste por ancho de carril (Fw)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por vehículo pesado (Fhv)	0,90	0,96	0,91
Factor de ajuste por pendiente (Fg)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por estacionamiento (Fp)	0,97	0,95	0,97
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran la intersección (Fbb)	0,97	1,00	1,00
Factor de ajuste por tipo de área (Fa)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por utilización de Carriles (FLU)	0,46	0,86	0,34
Factor de ajuste por vuelta a la izquierda ( dos carriles= 0.92) (FLT)	1,00	0,98	1,00
Factor de ajuste por vuelta a la derecha (FRT)	0,96	0,91	1,00
Factor de ajuste por movimiento a la izquierda de peatones (FLpb)	1,00	0,58	1,00
Factor de ajuste por movimiento a la derecha de peatones (FRpb)	0,72	0,42	0,99
<b>Saturación (S)=</b>	<b>1526,2</b>	<b>645,2</b>	<b>1663,5</b>

En la tabla 59 se indica los factores de hora de máxima demanda para la propuesta de mejora de la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Tabla 59**

*Calculo de factor de hora de máxima demanda en la propuesta para la intersección con Av. Patricio Meléndez*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de Factor de hora de máxima demanda</b>	
A1	Volumen Horario De Máxima Demanda (VHMD)	224
	Volumen Máximo Durante 15 Minutos(Q15 Máx.)	161
	<b>Factor De Hora De Máxima De Demanda(FHMD)</b>	<b>0,347826087</b>
A2	Volumen Horario De Máxima Demanda (VHMD)	122
	Volumen Máximo Durante 15 Minutos(Q15 Máx.)	71
	<b>Factor De Hora De Máxima De Demanda(FHMD)</b>	<b>0,429577465</b>
A3	Volumen Horario De Máxima Demanda (VHMD)	314,5
	Volumen Máximo Durante 15 Minutos(Q15 Máx.)	312,5
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>0,2516</b>

En la tabla 60 se realiza el cálculo de la tasa de flujo para la propuesta de mejora de la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Tabla 60**

*Cálculo de la tasa de flujo en la propuesta para la intersección con Av. Patricio Meléndez*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la tasa de flujo (Vp)</b>	
A1	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	224
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,347826087
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,90
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>717,57056</b>
A2	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	122
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,429577465
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,96
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>296,922</b>
A3	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	314,5
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	0,2516
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,91
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>1378,8</b>



En la tabla 61 se realiza el cálculo de la capacidad para la propuesta de mejora de la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Tabla 61**

*Calculo de la capacidad en la propuesta para la intersección con la Av. Patricio Meléndez*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la capacidad</b>	
A1	Flujo de saturación (S)	1526,2
	Verde efectivo g(s)	33
	Ciclo semafórico	58
	<b>Capacidad del grupo carril A (Ci)</b>	<b>868,3499609</b>
A2	Flujo de saturación (S)	645,2
	Verde efectivo g(s)	22
	Ciclo semafórico	58
	<b>Capacidad del grupo carril B (Ci)</b>	<b>244,739851</b>
A3	Flujo de saturación (S)	1663,5
	Verde efectivo g(s)	33
	Ciclo semafórico	58
	<b>Capacidad del grupo carril C (Ci)</b>	<b>946,4780784</b>

En la tabla 62 se realiza el cálculo de relación volumen/capacidad para la propuesta de mejora de la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Tabla 62**

*Calculo de relación volumen y capacidad en la propuesta para la intersección con la Av. Patricio Meléndez*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la relación volumen/capacidad</b>	
A1	Tasa de flujo (Vp)	717,57056
	Capacidad del grupo carril A (Ci)	868,3499609
	<b>Relación volumen y capacidad de carril A (X)</b>	<b>0,826361021</b>
A2	Tasa de flujo (Vp)	296,922
	Capacidad del grupo carril B (Ci)	244,739851
	<b>Relación volumen y capacidad de carril B (X)</b>	<b>1,213214762</b>
A3	Tasa de flujo (Vp)	1378,8
	Capacidad del grupo carril C (Ci)	946,4780784
	<b>Relación volumen y capacidad de carril C (X)</b>	<b>1,45676908</b>

En la tabla 63 muestra los resultados de la demora y el nivel de servicio para la propuesta de mejora de la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Tabla 63**

*Calculo de la demora y nivel de servicio de la propuesta para la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann*

Demora por cola inicial y demora uniforme	Estación 1	Estación 2	Estación 3
Ciclo semafórico C	61	61	61
Verde efectivo g	33	22	33
Relación volumen y capacidad de carril A (X)	0,826	1,213	1,457
Proporción de verde	0,541	0,361	0,541
Duración del periodo de análisis. 15 min (T)	0,25	0,25	0,25
Cola inicial	0	0	0
Capacidad del grupo de carriles	868,350	244,740	946,478
Relación de pelotón	1,000	1,000	1,000
Proporción de vehículos que llegan en verde, P	0,541	0,361	0,541
Factor de ajuste suplementario ,	1	1	1
Factor de ajuste por progresión/coordination, PF	1	1	1
Caso de análisis	CASO I	CASO II	CASO I
Demora uniforme	11,622	22,166	30,325
Demora por cola inicial	0	0	0
Demora	11,622	22,166	30,325
Nivel de servicio NS por grupo de carriles	B	C	C
Demora por acceso,	11,622	22,166	30,325
Nivel de servicio NS por acceso	B	C	C
Tasa de flujo del acceso,	717,57056	296,922	1378,8
Demora de la intersección,		23,70503478	
Nivel de servicio NS de la intersección		C	

En la tabla 64 se muestra un resumen de la situación optimizada para la intersección con la Av. Patricio Meléndez.

**Tabla 64**

*Cuadro resumen de la situación optimizada para la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann*

	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
Demora Total (s)	11,621672	22,1660176	30,3250184
Relación Volumen/Capacidad	0,82636102	1,21321476	1,45676908
Relación Volumen/Capacidad		1,165448288	
Demora en la Intersección		23,70503478	
<u>Nivel de Servicio</u>	-	<u>C</u>	

*Nota.* Una vez hecho los cambios en los tiempos de semaforización y en las fases se logra mejorar el nivel de servicio de la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann obteniendo un nivel de servicio C.

#### 4.4. Alternativa de solución para Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann

Una vez hallado un deficiente nivel de servicio “E” en la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann , se optó para la optimización y la mejora del congestionamiento, la siguiente propuesta:

- Restricción en giros a la izquierda

Para la estación 1 y 3, se restringe su giro a la izquierda, la cantidad de vehículos serán sumados a la cantidad de vehículos que van de frente o a la derecha de acuerdo al sentido del a vía.

- Nuevas fases semafóricas

Dado que los giros a la izquierda se restringieron para la estación 1 y 3 se cambiará la fase de la estación 1 y 3 , ambas fases se ejecutarán de manera paralela.

- Nuevos tiempos de semáforo

El ciclo semafórico total va a disminuir dado que el cambio de fases cambio.

En la tabla 65 indica las fases de semaforización que presenta actualmente los accesos de entrada de la intersección con la Av. Tarata.

**Tabla 65**

*Fases de los tiempos de semáforo actual para la intersección con la Av. Tarata*

Tipo de Fase	Tipo De Semáforo	Luz	Tiempo(S)		
			Verde(S)	Ámbar(S)	Giro a la Derecha(S)
Fase 1	S1	Verde	26	3	
	S2	Rojo			
	S3	Rojo			
	S4	Rojo			
Fase 2	S1	Rojo	28	4	
	S2	Rojo			
	S3	Verde			
	S4	Rojo			
Fase 3	S1	Rojo	28		
	S2	Verde			
	S3	Rojo			
	S4	Verde			
Fase 4	S1	Rojo		4	22
	S2	Verde			
	S3	Rojo			
	S4	Verde			

En la tabla 66 se presenta los nuevos cambios de fases de semaforización y los nuevos tiempos de semáforo para la intersección con la Av. Tarata.

**Tabla 66**

*Fases de los tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av. Tarata*

Tipo de Fase	Tipo de Semáforo	Luz	Tiempo(S)		
			Verde(S)	Ámbar(S)	Giro a la Derecha(S)
Fase 1	S1	Verde	26	3	
	S2	Rojo			
	S3	Verde	26	3	
	S4	Rojo			
Fase 2	S1	Rojo			
	S2	Verde	26		
	S3	Rojo			
	S4	Verde	26		
Fase 3	S1	Rojo			
	S2	Verde		4	21
	S3	Rojo			
	S4	Verde		4	21

En la tabla 67 se detalla los nuevos tiempos semafóricos para los accesos de entrada de la intersección con la Av. Tarata.

**Tabla 67**

*Tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av. Tarata*

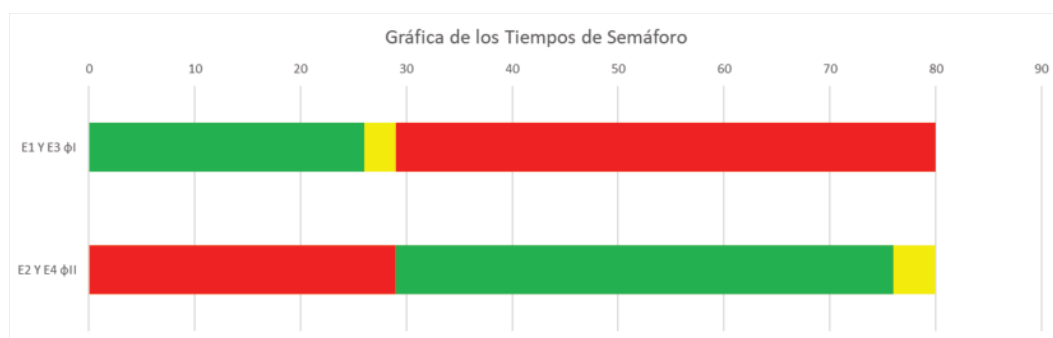
Acceso	Datos del semáforo	Segundos
A1	Verde efectivo $g(s)$	26
	Ámbar	3
	Rojo	51
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>80</b>
A2 y A4	Verde efectivo $g(s)$	47
	Ámbar	4
	Rojo	29
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>80</b>
A3	Verde efectivo $g(s)$	26
	Ámbar	3
	Rojo	51
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>80</b>

En la figura 70 se muestra una gráfica sobre los nuevos tiempos de semáforo optimizados para los accesos de entrada de la intersección con la Av. Tarata.

**Figura 70**

*Gráfica de los tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av.*

*Tarata*



#### 4.4.1. Aplicación de la metodología HCM 2010 en la propuesta de la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann

En la tabla 68 se muestran los resultados para el cálculo del flujo de saturación en la propuesta de mejora para la intersección con la Av. Tarata.

**Tabla 68**

*Calculo de flujo de saturación en la propuesta de mejora para la intersección con la Av. Tarata*

Datos	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4
Flujo de saturación básico por carril, según HCM 2010(So)	1900	1900	1900	1900
Factor ajuste por ancho de carril (Fw)	0,94	0,93	0,99	0,98
Factor de ajuste por vehículo pesado (Fhv)	0,76	0,92	0,89	0,88
Factor de ajuste por pendiente (Fg)	0,99	0,99	1,01	1,02
Factor de ajuste por estacionamiento (Fp)	0,97	0,95	0,97	0,95
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran la intersección (Fbb)	1,00	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por tipo de área (Fa)	1,00	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por utilización de Carriles (FLU)	0,47	0,84	0,52	0,72
Factor de ajuste por vuelta a la izquierda (dos carriles= 0.92) (FLT)	1,00	1,00	1,01	1,00
Factor de ajuste por vuelta a la derecha (FRT)	0,99	0,94	0,99	0,95
Factor de ajuste por movimiento a la izquierda de peatones (FLpb)	1,00	1,00	0,73	1,00
Factor de ajuste por movimiento a la derecha de peatones (FRpb)	0,95	0,60	0,91	0,69
<b>Saturación (S)=</b>	<b>1746,0</b>	<b>1428,3</b>	<b>1692,0</b>	<b>1503,5</b>

En la tabla 69 se indica los factores de hora de máxima demanda para la propuesta de mejora de la intersección con la Av. Tarata.

**Tabla 69**

*Calculo de factor de hora de máxima demanda en la propuesta para la intersección con Av. Tarata*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de Factor de hora de máxima demanda</b>	
A1	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	1211,2
	Volumen máximo durante 15 minutos(Q15 máx.)	213
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>1,421596244</b>
A2	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	668
	Volumen máximo durante 15 minutos(Q15 máx.)	100
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>1,67</b>
A3	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	1008
	volumen máximo durante 15 minutos(Q15 máx.)	161
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>1,565217391</b>
A4	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	676
	Volumen máximo durante 15 minutos(Q15 máx.)	117
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>1,444444444</b>

En la tabla 70 se realiza el cálculo de la tasa de flujo para la propuesta de mejora de la intersección con la Av. Tarata.



**Tabla 70**

*Calculo de la tasa de flujo en la propuesta para la intersección con Av. Tarata*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la tasa de flujo (Vp)</b>	
A1	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	1211,2
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	1,421596244
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,76
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>1119,358276</b>
A2	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	668
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	1,67
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,92
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>436,7622767</b>
A3	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	1008
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	1,565217391
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,89
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>724,9565217</b>
A4	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	676
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	1,444444444
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,88
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>531,882</b>

En la tabla 71 se realiza el cálculo de la capacidad para la propuesta de mejora de la intersección con la Av. Tarata.

**Tabla 71**

*Calculo de la capacidad en la propuesta para la intersección con la Av. Tarata*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la capacidad</b>	
A1	Flujo de saturación (S)	1746,0
	Verde efectivo $g(s)$	26
	Ciclo semafórico C	80
	Capacidad del grupo carril A, $c$	567,465414
A2	Flujo de saturación (S)	1428,3
	Verde efectivo $g(s)$	47
	Ciclo semafórico C	80
	Capacidad del grupo carril B, $c$	839,1078874
A3	Flujo de saturación (S)	1692,0
	Verde efectivo $g(s)$	26
	Ciclo semafórico C	80
	Capacidad del grupo carril C, $c$	549,9155672
A4	Flujo de saturación (S)	1503,5
	Verde efectivo $g(s)$	47
	Ciclo semafórico C	115
	Capacidad del grupo carril D, $c$	614,4581679

En la tabla 72 se realiza el cálculo de relación volumen/capacidad para la propuesta de mejora de la intersección con la Av. Tarata.

**Tabla 72**

*Calculo de relación volumen y capacidad en la propuesta para la intersección con la Av. Tarata*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la relación volumen/capacidad</b>	
	Tasa de flujo (Vp)	1119,358276
A1	Capacidad del grupo carril A (Ci)	567,465414
	<b>Relación volumen y capacidad de carril A (X)</b>	<b>1,972557708</b>
	Tasa de flujo (Vp)	436,7622767
A2	Capacidad del grupo carril B (Ci)	839,1078874
	<b>Relación volumen y capacidad de carril B (X)</b>	<b>0,520507891</b>
	Tasa de flujo (Vp)	725,0
A3	Capacidad del grupo carril C (Ci)	549,9155672
	<b>Relación volumen y capacidad de carril C (X)</b>	<b>1,318305145</b>
	Tasa de flujo (Vp)	531,9
A4	Capacidad del grupo carril C (Ci)	614,4581679
	<b>Relación volumen y capacidad de carril D (X)</b>	<b>0,865611408</b>

En la tabla 73 muestra los resultados de la demora y el nivel de servicio para la propuesta de mejora de la intersección con la Av. Tarata.

**Tabla 73**

*Calculo de la demora y nivel de servicio de la propuesta para la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann*

<b>Demora por cola inicial y demora uniforme</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>
Ciclo semafórico C	80	80	80	80
Verde efectivo g	26	47	26	47
Relación volumen y capacidad de carril	1,973	0,521	1,318	0,866
Proporción de verde	0,325	0,588	0,325	0,588
Duración del periodo de análisis. 15 min (T)	0,25	0,25	0,25	0,25
Cola inicial	0	0	0	0
Capacidad del grupo de carriles	567,465	839,108	549,916	614,458
Relación de pelotón	1,000	1,000	1,000	1,000
Proporción de vehículos que llegan en verde, P	0,325	0,588	0,325	0,588
Factor de ajuste suplementario ,	1	1	1	1
Factor de ajuste por progresión/coordination, PF	1	1	1	1
Caso de análisis	CASO I	CASO II	CASO I	CASO II
Demora uniforme	50,778	9,804	31,887	13,849
Demora por cola inicial	0	0	0	
Demora	50,778	9,804	31,887	13,849
Nivel de servicio NS por grupo de carriles	D	A	C	B
Demora por acceso	50,778	9,804	31,887	13,849
Nivel de servicio NS por acceso	D	A	C	B
Tasa de flujo del acceso	1119,358	436,762	724,957	531,882
Demora de la intersección		32,56471932		
Nivel de servicio NS de la intersección		C		

En la tabla 74 se muestra un resumen de la situación optimizada para la intersección con la Av. Tarata.

**Tabla 74**

*Cuadro resumen de la situación optimizada para la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann*

<b>Estación</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>
Demora Total (s)	50,778	9,804	31,887	13,849
Relación Volumen/Capacidad	1,973	0,521	1,318	0,866
Relación Volumen/Capacidad		1,169		
Demora en la Intersección		32,565		
<u>Nivel de Servicio</u>	-		<u>C</u>	

*Nota.* Una vez hecho los cambios en los tiempos de semaforización y en las fases se logra mejorar el nivel de servicio de la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann obteniendo un nivel de servicio C.

#### 4.5. Alternativa de solución para Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann

Una vez hallado un nivel de servicio “B” para la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann, se planteó la siguiente propuesta :

- Restricción de giro a la derecha  
Se restringirá el giro a la derecha para la estación 2
- Nuevos tiempos semafóricos  
Se reducirá los ciclos semafóricos y verde efectivo para todas las estaciones.

En la tabla 75 indica las fases de semaforización que presenta actualmente los accesos de entrada de la intersección con la Av. Internacional.

**Tabla 75**

*Fases de los tiempos de semáforo actual para la intersección con la Av.*

*Internacional*

Tipo de Fase	Tipo de Semáforo	Luz	Tiempo(s)		
			Verde(s)	Ámbar(s)	Giro a la Derecha(s)
Fase 1	S1	Verde	49	3	
	S2	Rojo			
	S3	Verde		3	49
Fase 2	S1	Rojo			
	S2	Verde	29	3	
	S3	Rojo			

En la tabla 76 se presenta los nuevos cambios de fases de semaforización y los nuevos tiempos de semáforo para la intersección con la Av. Internacional.

**Tabla 76**

*Fases de los tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av.*

*Internacional*

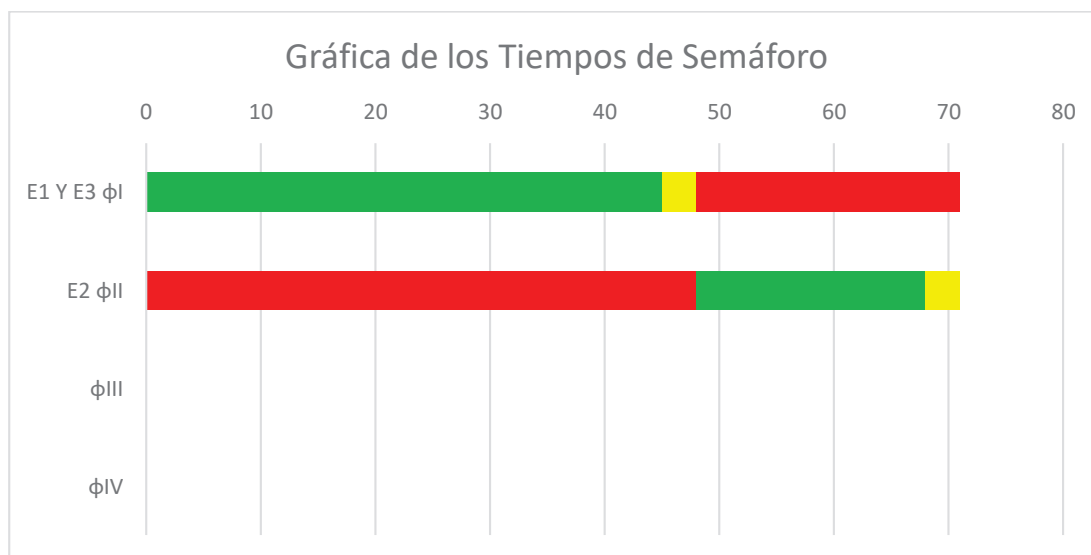
Tipo de Fase	Tipo de Semáforo	Luz	Tiempo(s)		
			Verde(s)	Ámbar(s)	Giro a la Derecha(s)
Fase 1	S1	Verde	45	3	
	S2	Rojo			
	S3	Verde	3	45	
Fase 2	S1	Rojo	20	3	
	S2	Verde			
	S3	Rojo			

En la figura 71 se muestra una gráfica sobre los nuevos tiempos de semáforo optimizados para los accesos de entrada de la intersección con la Av. Internacional.

**Figura 71**

*Gráfica de los tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av.*

*Internacional*



En la tabla 77 se detalla los nuevos tiempos de semafóricos para los accesos de entrada de la intersección con la Av. Internacional.

**Tabla 77**

*Tiempos de semáforo optimizado para la intersección con la Av. Internacional*

<b>Acceso</b>	<b>Datos del semáforo</b>		<b>Segundos</b>
A1	Verde efectivo	$g(s)$	45
	Ámbar		3
	Rojo		23
	<b>Ciclo semafórico C</b>		<b>71</b>
A2	Verde efectivo	$g(s)$	20
	Ámbar		3
	Rojo		48
	<b>Ciclo semafórico C</b>		<b>71</b>
A3	Verde efectivo	$g(s)$	45
	Ámbar		3
	Rojo		23
	<b>Ciclo semafórico C</b>		<b>71</b>

**4.5.1. Aplicación de la metodología HCM 2010 en la propuesta de la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann**

En la tabla 78 se muestran los resultados para el cálculo del flujo de saturación en la propuesta de mejora para la intersección con la Av. Internacional.

**Tabla 78**

*Calculo de flujo de saturación en la propuesta para la intersección con la Av. Internacional*

<b>Datos</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>
Flujo de saturación básico por carril, según HCM 2010(So)	1900	1900	1900
Factor ajuste por ancho de carril (Fw)	1,00	0,93	1,00
Factor de ajuste por vehículo pesado (Fhv)	1,00	0,92	1,00
Factor de ajuste por pendiente (Fg)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por estacionamiento (Fp)	0,95	0,97	0,95
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran la intersección (Fbb)	0,90	0,97	0,96
Factor de ajuste por tipo de área (Fa)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por utilización de Carriles (FLU)	0,50	0,33	0,50
Factor de ajuste por vuelta a la izquierda ( dos carriles= 0.92) (FLT)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por vuelta a la derecha (FRT)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por movimiento a la izquierda de peatones (FLpb)	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por movimiento a la derecha de peatones (FRpb)	1,00	1,00	1,00
<b>Saturación (S)=</b>	<b>1628,1</b>	<b>1531,2</b>	<b>1736,4</b>



En la tabla 79 se calcula los factores de hora de máxima demanda para la propuesta de mejora de la intersección con la Av. Internacional.

**Tabla 79**

*Calculo de factor de hora de máxima demanda en la propuesta para la intersección con Av. Internacional*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de Factor de hora de máxima demanda</b>	
A1	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	852
	Volumen máximo durante 15 minutos(Q15 máx.)	213
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>1</b>
A2	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	580
	Volumen máximo durante 15 minutos(Q15 máx.)	143
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>1,013986014</b>
A3	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	508
	Volumen máximo durante 15 minutos(Q15 máx.)	127
	<b>Factor de hora de máxima de demanda(FHMD)</b>	<b>1</b>

En la tabla 80 se realiza el cálculo de la tasa de flujo para la propuesta de mejora de la intersección con la Av. Internacional.

**Tabla 80**

*Calculo de la tasa de flujo en la propuesta para la intersección con Av. Internacional*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la tasa de flujo (Vp)</b>	
A1	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	852
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	1
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	1,00
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>852</b>
A2	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	580
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	1,013986014
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	0,92
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>622,4569106</b>
A3	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	508
	Factor horario de máxima demanda (FHMD)	1
	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados (Fhv)	1,00
	<b>Tasa de flujo (Vp)</b>	<b>508</b>

En la tabla 81 se realiza el cálculo de la capacidad para la propuesta de mejora de la intersección con la Av. Internacional.

**Tabla 81**

*Calculo de la capacidad en la propuesta para la intersección con Av. Internacional*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la capacidad</b>	
A1	Flujo de saturación (S)	1628,1
	Verde efectivo $g(s)$	45
	Ciclo semafórico C	71
	<b>Capacidad del grupo carril A (Ci)</b>	<b>1031,900704</b>
A2	Flujo de saturación (S)	1531,2
	Verde efectivo $g(s)$	20
	Ciclo semafórico C	71
	<b>Capacidad del grupo carril B (Ci)</b>	<b>431,3122257</b>
A3	Flujo de saturación (S)	1736,4
	Verde efectivo $g(s)$	45
	Ciclo semafórico C	71
	<b>Capacidad del grupo carril C (Ci)</b>	<b>1100,541549</b>

En la tabla 82 se realiza el cálculo de relación volumen/capacidad para la propuesta de mejora de la intersección con la Av. Internacional.

**Tabla 82**

*Calculo de relación volumen y capacidad en la propuesta para la intersección con Av. Internacional*

<b>Acceso</b>	<b>Calculo de la relación volumen/capacidad</b>	
A1	Tasa de flujo (Vp)	852
	Capacidad del grupo carril A (Ci)	1031,900704
	<b>Relación volumen y capacidad de carril A (X)</b>	<b>0,825660838</b>
A2	Tasa de flujo (Vp)	622,4569106
	Capacidad del grupo carril B (Ci)	431,3122257
	<b>Relación volumen y capacidad de carril B (X)</b>	<b>1,443170106</b>
A3	Tasa de flujo (Vp)	508,0
	Capacidad del grupo carril C (Ci)	1100,541549
	<b>Relación volumen y capacidad de carril C (X)</b>	<b>0,461590933</b>

En la tabla 83 muestra los resultados de la demora y el nivel de servicio para la propuesta de mejora de la intersección con la Av. Internacional.

**Tabla 83**

*Calculo de la demora y nivel de servicio en la propuesta para la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann*

<b>Demora por cola inicial y demora uniforme</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>
Ciclo semafórico C	71	71	71
Verde efectivo g	45	20	45
Relación volumen y capacidad de carril	0,826	1,443	0,462
Proporción de verde	0,634	0,282	0,634
Duración del periodo de análisis. 15 min (T)	0,25	0,25	0,25
Cola inicial	0	0	0
Capacidad del grupo de carriles	1031,901	431,312	1100,542
Relación de pelotón	1,000	1,000	1,000
Proporción de vehículos que llegan en verde, P	0,634	0,282	0,634
Factor de ajuste suplementario ,	1	1	1
Factor de ajuste por progresión/coordination, PF	1	1	1
Caso de análisis	CASO II	CASO II	CASO I
Demora uniforme	9,987	30,864	6,729
Demora por cola inicial	0	0	0
Demora	9,987	30,864	6,729
Nivel de servicio NS por grupo de carriles	A	C	A
Demora por acceso,	9,987	30,864	6,729
Nivel de servicio NS por acceso	A	C	A
Tasa de flujo del acceso,	852	622,4569106	508
Demora de la intersección,		15,70703571	
Nivel de servicio NS de la intersección		B	

En la tabla 84 se muestra un resumen de la situación optimizada para la intersección con la Av. Internacional.

**Tabla 84**

*Cuadro resumen de la situación optimizada para la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann*

<b>Estación</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
Demora Total (s)	9,987	30,864	6,729
Relación Volumen/Capacidad	0,826	1,443	0,462
Relación Volumen/Capacidad		0,910	
Demora en la Intersección		15,707	
<u>Nivel de Servicio por acceso</u>	<u>A</u>	<u>C</u>	<u>A</u>
Nivel de Servicio en la intersección		B	

*Nota.* Una vez realizado los cambios en los tiempos de semaforización se logra disminuir la demora en las estaciones y en la intersección pero el nivel de servicio se mantiene con el mismo valor.

## CAPITULO V. DISCUSIÓN

Se pudo comprobar la hipótesis planteada a inicios de la investigación, considerando que luego de la aplicación del Método de Análisis Operacional se mejoraron los niveles de servicio en los accesos en relación a su situación actual, optimizando los flujos vehiculares de la misma manera disminuyendo el congestionamiento vehicular, los niveles de servicio optimizados para los accesos y las intersecciones se detallan a continuación:

### **Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann**

- En el acceso 1 se mantiene el nivel de servicio actual de “B” a “B”
- En el acceso 2 aumenta el nivel de servicio actual de “B” a “C”
- En el acceso 3 se mejora el nivel de servicio actual de “D” a “C”
- Para la intersección se mejora el nivel de servicio actual de “D” a “C”

### **Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann**

- En el acceso 1 se mejora el nivel de servicio actual de “F” a “D”
- En el acceso 2 se mejora el nivel de servicio actual de “C” a “A”
- En el acceso 3 se mejora el nivel de servicio actual de “E” a “C”
- En el acceso 4 se mejora el nivel de servicio actual de “C” a “B”
- Para la intersección se mejora el nivel de servicio actual de “E” a “C”

### **Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann**

- En el acceso 1 se mejora el nivel de servicio actual de “B” a “A”
- En el acceso 2 mantiene el nivel de servicio actual de “C”
- En el acceso 3 se mejora el nivel de servicio actual de “B” a “A”
- Para la intersección se disminuye la demora y se mantiene el nivel de servicio de “B”

## CONCLUSIONES

Se realizó la evaluación del flujo vehicular y la determinación del nivel de servicio en Av. Jorge Basadre Grohmann con intersección en la Av. Patricio Meléndez, Av. Tarata y Av. Internacional teniendo como resultados valores desfavorables.

Se determinó que el aforo vehicular influye directamente en el comportamiento del flujo vehicular , debido a que los volúmenes de vehículos observados en las estaciones de conteo superan la capacidad que tienen los accesos ocasionando problemas de congestión.

La evaluación del flujo vehicular determinó niveles de servicio desfavorables en Av. Jorge Basadre Grohmann con intersección en la Av. Patricio Meléndez, Av. Tarata y Av. Internacional resultando en niveles de servicio "D", "E", y "B" respectivamente con demoras entre 35 segundos y 55 segundos , demoras entre 55 y 80 segundos, y demoras entre 10 y 20 segundos por cada vehículo lo que ocasiona que el flujo vehicular este saturado.

Se evaluó las propuestas de mejora como cambios de fases de semaforización y replanteo de giros en Av. Jorge Basadre Grohmann con intersección en la Av. Patricio Meléndez, Av. Tarata y Av. Internacional disminuyendo las demoras y mejorando los niveles de servicio en las intersecciones, que se detallan en los siguientes valores, "C" en la intersección con la Av. Patricio Meléndez, "C" en la intersección con Av. Tarata y "B" en la intersección con la Av. Internacional.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar la optimización descrita en el trabajo de investigación en la Av. Jorge Basadre Grohmann por parte de los gobiernos locales dado que ayudaría con los problemas de saturación en los flujos vehiculares.

Se recomienda a las autoridades pertinentes realizar investigaciones similares en las avenidas de nuestro departamento de Tacna con el fin de tener conocimiento y preparar propuestas de mejora para evitar congestionamientos vehiculares.

Se recomienda a las autoridades pertinentes realizar seguimiento al crecimiento vehicular para analizar, evaluar y controlar problemas de congestionamiento por una alta demanda de vehículos donde la capacidad de la avenida no pueda soportar el volumen vehicular.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaron, M., Gomez , C., Fontalvo, J., & Gomez, A. (2018). Análisis de la Movilidad Vehicular en el Departamento de La Guajira usando Simulación. El Caso de Riohacha y Maicao. *SciLEO*.
- Agudelo Ospina, J. J. (2008). *Diseño computarizado de carreteras*.
- Alcalá, M. (2016). *Micro simulacion del trafico de la interseccion de las avenidas Bolivar, Cordova y Calle Andalucia empleando el software Vissim 6*. Lima: Pontifica Universidad Catolica del Peru.
- Alonzo Salomon, L. A., & Rodriguez Rufino, G. J. (2005). *Carreteras*. Universidad Autonoma de Yucatan.
- Alvarez, J. (2014). *Modelado de transito y optimizacion del flujo vehicular en paralelo* . Mexico: Instituto Politecnico Nacional .
- Cal y Mayor, R., & Cardenas, J. (1998). *Ingenieria de Transito*. Mexico: Alfaomega.
- Cardenas Grisales, J. (2022). *Diseño geometrico de vias urbanas*. Ecoe Ediciones.
- Cardenas Grisales, J. (2022). *Diseño geometrico de vias urbanas*. Ecoe Ediciones.
- Cardoso Espinosa, E., & Moreno Vega , V. (2012). Analisis y diseño de software para la sincronizacion de intercciones semaforicas. *SciELO*.
- Cruz, J. (03 de Agosto de 2018). Semaforos malogrados y sin policias de transito en Ilo. *Prensa Regional*, pág. 1.
- De la Torre, B., & Henriquez, J. (2019). *Evaluacion de medidas de gestion del transito a travez de modelos de simulacion vehicular:Caso aplicado sobre el corredor urbano de la calle 72-Barranquilla*. Barranquilla-Colombia: UNIVERSIDAD DE LA COSTA.
- Del Mar Velarde, A. M., & Vasquez Palomino , I. E. (2019). *Propuesta para la reduccion del congestionamiento vehicular en las avenidas La Marina y Faustino Sanchez Carrion, desde la Av. Antonio Jose de Sucre hasta la Av. Gregorio Escobedo, mediante el uso del software Synchro 8.0*. Tesis. Lima.



- Ernesto, V. V. (2021). *Herramientas de modelacion de Ingenieria de transito* . Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
- Galvez, K. (2017). *Evaluacion de la calidad del Flujo Vehicular mediante indicadores estadisticos de velocidad del tramo Carretera Tillales El Guabo*. Machala-Ecuador: Universidad Tecnica de Machala.
- Garcia, Y. (2022). *Diseño geometrico y operacion de carreteras de dos carriles*. Ediciones de la U.
- Gonzales, D., & Rey, V. (2016). *Propuesta de mejora de los niveles de servicio para mitigar la congestion vehicular en las intersecciones de la Av. Rafael Escardo comprendida entre las avenidas Costanera, La Paz y La Libertad-San Miguel*. Lima-Peru: Universidad Privada de Ciencias Aplicadas.
- Morales, M. (2011). *Infraestructura y sostenibilidad en transporte*. Colombia.
- Munguia Torres , I. (2016). *Sistema de optimizacion de trafico vehicular aplicado a la Glorieta Santa Fe*. Tesis. Mexico.
- Osores, V. (2016). *Evaluacion del nivel de servicio por analisis de trafico en la interseccion semaforizada Mariscal Castilla-Julio Sumar El Tambo,2015*. Huancayo-Peru: Universidad Nacional del Centro del Peru.
- Palomino, R., & Ingunza, G. (2017). *Propuesta de mejora sostenible del nivel de servicio de una interseccion y evaluacion de su area de influencia*. Lima-Peru: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Perez Acebo, H. (2016). *Carreteras: Red viaria y trafico, Volumen 1* .
- Ramos, J. (2019). *Evaluacion de las condiciones actuales del flujo vehicular en la interseccion de la carretera central con el acceso y salida al puente Señor de Burgos, utilizando el Software PTV VISSIM7,2018*. Huanuco-Peru: Universidad de Huanuco.
- Reyna, P. (2015). *Propuesta de mejora de niveles de servicio en dos intersecciones*. Lima-Peru: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Rivera Saavedra, G., & Velasquez Ochochoque, L. A. (2019). *Determinacion de ciclos semaforicos optimizados con Synchro 10.0 aplicados y evaluados en intersecciones de gran congestion vehicular con el software PTV Vissim 9.0*. Tesis. Lima.
- Romana, M. (s.f.). *Manual de capacidad de carreteras HCM 2010*. Fc Editorial.

- Romana, M., Nuñez, M., Martínez, J., & Diez de Arizaleta, R. (s.f.). *Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010*. FC Editorial.
- Romero Barrios , M. W. (2018). *Análisis del nivel de servicio vehicular y modelamiento en el software synchro traffic 8.0. del Jr. Silva Santisteban de la ciudad de Cajamarca. Tesis . Cajamarca.*
- Salazar Calderón Juárez, R. G. (2019). *Evaluación del flujo vehicular para determinar el nivel de servicio en Av. Gustavo Pinto desde la intersección con la Av. Jorge Basadre Grohmann hasta la intersección con la calle Coronel Mendoza, distrito de Tacna - 2018*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Sanchez, F. (2018). *Sistemas de estacionamiento subterráneos y su influencia en el congestionamiento vehicular en el centro histórico de Moquegua, 2017*. Moquegua-Peru: Universidad Jose Carlos Mariategui.
- Silvera Lima, M. (2020). *Evaluación operacional de una red compuesta por 5 intersecciones a través del HCM, Synchro y Vissim. Tesis Master*. Lima.
- Solminihac, H., Echaveguren, T., & Chamorro, A. (2019). *Gestión de infraestructura vial*. Alpha Editorial.
- Sosa, H. A. (2006). *Ingeniería Vial I*. INTEC.
- Trafficware. (2019). *Synchro Studio 11 User Guide*.
- Velez, G. A. (2020). *Vías Urbanas Una Ciudad para todos*. Bogota: Alpha.
- Villaverde Ospinal , A. J. (2019). *Validación del factor por obstrucción de buses (fbb) para las condiciones del distrito de Huancayo-Junin - 2018 . Huancayo : Universidad continental*.

**ANEXOS**

### Anexo 01. Matriz de consistencia

Título: "Evaluación del flujo vehicular para determinar el nivel de servicio en Av. Jorge Basadre Grohmann, distrito de Alto de la Alianza"

Tesista: Bach. Luis Felipe Espinoza Mamani y Bach. Daniel Alexander Rojas Lima

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>INTERROGANTE PRINCIPAL</b></p> <p>¿Cómo se determina el flujo vehicular para estimar el nivel de servicio en avenida Jorge Basadre Grohmann desde la intersección con avenida Patricio Meléndez hasta la intersección con la avenida Internacional, distrito Alto de la Alianza 2022?</p> <p><b>INTERROGANTE SECUNDARIA</b></p> <p>¿Cómo evaluar el flujo vehicular en avenida Jorge Basadre Grohmann, distrito Alto de la Alianza 2022?</p> <p>¿Cómo se determinar el nivel de servicio en avenida Jorge Basadre Grohmann, distrito Alto de la Alianza 2022?</p> <p>¿Cómo se evalúa el cambio de fases de semaforización y otras propuestas de mejora en avenida Jorge Basadre Grohmann, distrito Alto de la Alianza 2022?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Determinar el flujo vehicular para estimar el nivel de servicio en la avenida Jorge Basadre Grohmann desde la intersección con la avenida Patricio Meléndez hasta la intersección con la avenida Internacional, distrito Alto de la Alianza 2022</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el flujo vehicular en Av. Jorge Basadre Grohmann, distrito Alto de la Alianza 2022.</li> <li>• Determinar el nivel de servicio en Av. Jorge Basadre Grohmann, distrito Alto de la Alianza 2022.</li> <li>• Evaluar el cambio de fases de semaforización y otras propuestas de mejora en Av. Jorge Basadre Grohmann, distrito Alto de la Alianza 2022.</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>El flujo vehicular resulta ser inadecuado en su nivel de servicio en la avenida Jorge Basadre Grohmann desde la intersección con avenida Patricio Meléndez hasta la intersección con avenida Internacional.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El aforo vehicular determina que el flujo vehicular genera considerables problemas de congestión.</li> <li>• Con la metodología de análisis operacional del HCM 2010 se determina un nivel de servicio desfavorable.</li> <li>• La evaluación del cambio de fases de semaforización y otras propuestas de mejora soluciona favorablemente los problemas de congestión en avenida Jorge Basadre Grohmann, distrito Alto de la Alianza 2022.</li> </ul>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Flujo vehicular</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Nivel de servicio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de intersección y aforo.</li> <li>• Escenario actual</li> <li>• Flujo de tránsito</li> <li>• Demoras</li> <li>• Comportamiento de tránsito</li> <li>• Distribución vehicular en una vía.</li> </ul>	<p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> No experimental</p> <p><b>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición de la congestión vehicular por conteo de vehículos en las esquinas semaforizadas planteadas</li> <li>• Simulación actual con software</li> <li>• Simulación de las propuestas de solución con software</li> </ul>

## Anexo 02 Panel Fotográfico

La fotografía 1 y fotografía 2 , fueron tomadas para evidenciar el comportamiento del flujo vehicular en la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann.

### Fotografía 1

*Vista frontal de la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann*



### Fotografía 2

*Vista frontal de la Av. Patricio Meléndez*





La fotografía 3 se realizó para identificar el comportamiento del flujo vehicular y la existencia de datos geométricos, de tránsito y de semáforos en la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann.

### Fotografía 3

*Vista frontal de la intersección de la Av. Tarata con Av. Jorge Basadre Grohmann*



La fotografía 4 muestra una vista frontal de la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann.

### Fotografía 4

*Vista frontal de la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann*



En la fotografía 5 se muestra la medición de uno de los parámetros para la toma de datos geométricos en la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann.

**Fotografía 5:** *Medición de ancho de carril para la intersección de la Av. Internacional con Av. Jorge Basadre Grohmann*



En la fotografía se muestra la toma de datos semafóricos para la intersección de la Av. Internacional con Av. Patricio Meléndez.

**Fotografía 6:** *Toma de datos semafóricos en la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann*



En la fotografía 7 se muestra como se realizó el conteo vehicular para el aforo en la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann.

**Fotografía 7:** *Conteo vehicular para el aforo en la intersección de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann*

