

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



TESIS

**“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL TRÁNSITO PARA
MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO EN LA INTERSECCIÓN
SEMAFORIZADA AV. CORONEL MENDOZA CON CALLE
BASADRE Y FORERO, TACNA 2021”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. ROSMERY CACHICATARI MAMANI

Bach. MIRTHA MÉLANI VENTURA MENDOZA

TACNA – PERÚ

2021

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

TESIS

**“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL TRÁNSITO PARA
MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO EN LA INTERSECCIÓN
SEMAFORIZADA AV. CORONEL MENDOZA CON CALLE
BASADRE Y FORERO, TACNA 2021”**

**Tesis sustentada y aprobada el 30 de octubre de 2021; estando el
jurado calificador integrado por:**

PRESIDENTE: Mtro. SANTOS TITO GÓMEZ CHOQUEJAHUA

SECRETARIO: Mag. MARTÍN PAUCARA ROJAS

VOCAL: Mag. ALFONSO OSWALDO FLORES MELLO

ASESOR: Mtro. ROLANDO GONZALO SALAZAR CALDERÓN JUÁREZ

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Cachicatari Mamani Rosmery, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con DNI 75055689.

Yo Ventura Mendoza Mirtha Mélani, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con DNI 76168207.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada:
“Propuesta de optimización del tránsito para mejora del nivel de servicio en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021”, la misma que presentamos para optar el título profesional.
2. La tesis no ha sido plagiada, ni total, ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada, ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo 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 asumimos 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 tesis presentada. En consecuencia, nos hacemos responsable frente a la UNIVERSIDAD y/o terceros, de cualquier daño que pudiéramos 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, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la Normativa Vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 30 de octubre del 2021



Bach. Rosmery Cachicatari Mamani

DNI:75055689



Mirtha Mélani Ventura Mendoza

DNI:76168207

DEDICATORIA 1

La presente Tesis está dedicada a Dios por ser mi guía.
A mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome
su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.
A mi hermano, por sus palabras y su compañía.

MIRTHA MÉLANI VENTURA MENDOZA

DEDICATORIA 2

La presente tesis va dedicada primeramente a Dios por darme salud día a día y no dejar que desmaye en los momentos difíciles, a mis padres por ser ejemplo de perseverancia y lucha quienes me enseñaron a nunca rendirme y ver el lado positivo a todo lo malo que pueda suceder. También doy gracias a mis hermanos y a toda mi familia en general que día a día me alentaron a nunca rendirme a pesar de las adversidades que se presentaron durante toda la etapa universitaria.

ROSMERY CACHICATARI MAMANI

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos al Programa Nacional de Beca 18 por ser una gran oportunidad para cambiar la calidad de vida de los jóvenes peruanos a través del estudio, así como nosotros, ellos tuvieron una oportunidad para ser grandes profesionales y aportar conocimientos a nuestro país.

A nuestro Asesor Mtro. Rolando Gonzalo Salazar Calderón Juárez, por su apoyo en cada una de las etapas de la realización del presente trabajo de investigación.

Agradecemos a los docentes de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada de Tacna, que hicieron una excelente labor a la hora de formarnos profesionalmente, agradecemos por todos sus conocimientos y experiencias impartidas.

ÍNDICE GENERAL

HOJA DE JURADO.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA 1.....	v
DEDICATORIA 2.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Justificación e importancia.....	3
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis.....	6
1.5.1. Hipótesis General.....	6
1.5.2. Hipótesis Específicas	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes del estudio.....	7
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	7
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	8

2.1.3. Antecedentes locales	9
2.2. Bases Teóricas.....	10
2.2.1 Sistema vial urbano.....	10
2.2.2 Características geométricas	11
2.2.3 Señalización	14
2.2.4 SemafORIZACIÓN.....	16
2.2.5 Clasificación de vehículos.....	17
2.2.6 Flujo vehicular	20
2.2.7 Estudio de tráfico.....	20
2.2.8 Volumen de tránsito	20
2.2.9 Nivel de servicio	21
2.2.10 Capacidad vial.....	22
2.2.11 HCM 2010	22
2.3. Definición de términos.....	23
2.3.1. Tráfico.....	23
2.3.2. Aforo	23
2.3.3. Nivel de servicio	23
2.3.4. Semáforo	23
2.3.5. Congestión	24
2.3.6. Volumen de tránsito	24
2.3.7. Capacidad vial.....	24
2.3.8. Demanda Vehicular.....	24
2.3.9. Tasa de flujo.....	25
2.3.10. Velocidad.....	25
2.3.11. Fase de semafórico.....	25
2.3.12. Ciclo semafórico.....	25
2.3.13. Cola	26
2.3.14. Accidente.....	26
2.3.15. Peatón	26

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO	27
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	27
3.1.1. Tipo de investigación	27
3.1.2. Diseño de investigación	27
3.2. Población y/o muestra de estudio.....	27
3.2.1. Población.....	27
3.2.2. Muestra.....	27
3.3. Operacionalización de variables	28
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	29
3.4.1. Medición de datos geométricos	30
3.4.2. Medición de datos de tránsito	40
3.4.3. Medición de datos de semáforo.....	72
3.5. Procesamiento y análisis de datos	75
3.5.1. Parámetros que determinan el nivel de servicio.....	75
3.5.2. Cálculos para determinar el nivel de servicio	83
CAPITULO IV: RESULTADOS	112
4.1. Resultados de nivel del servicio de la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero.....	112
4.2. Propuesta de optimización del tránsito en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero.....	117
CAPITULO V: DISCUSIÓN.....	135
CONCLUSIONES	138
RECOMENDACIONES	139
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140
ANEXOS	142
MATRIZ DE CONSISTENCIA	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	28
Tabla 2 Número de carriles por acceso de la intersección	31
Tabla 3 Pendientes por acceso en la Intersección	39
Tabla 4 Horario de aforo vehicular	44
Tabla 5 Aforo peatonal.....	68
Tabla 6 Transporte público que para en la intersección	69
Tabla 7 Actividad de estacionamiento	70
Tabla 8 Velocidad de vehículos en la intersección	71
Tabla 9 Resumen del aforo vehicular en el acceso N°1	83
Tabla 10 Porcentaje de vehículos pesados del acceso N°1	84
Tabla 11 Parámetros de entrada del Acceso N°1	85
Tabla 12 Resumen del aforo vehicular en el acceso N°2	91
Tabla 13 porcentaje de vehículos pesados del acceso N°2	91
Tabla 14 Parámetros de entrada del Acceso N°2.....	92
Tabla 15 Resumen del aforo vehicular en el acceso N°3	98
Tabla 16 porcentaje de vehículos pesados del acceso N°3	98
Tabla 17 Parámetros de entrada del Acceso N°3.....	99
Tabla 18 Resumen del aforo vehicular en el acceso N°4	105
Tabla 19 Porcentaje de vehículos pesados del acceso N°4.....	105
Tabla 20 Parámetros de entrada del Acceso N°4.....	106
Tabla 21 Resultados del acceso N°1	112
Tabla 22 Resultados del acceso N°2	113
Tabla 23 Resultados del acceso N°3	114
Tabla 24 Resultados del acceso N° 4	115
Tabla 25 Nivel de servicio actual de la Intersección	116
Tabla 26 Calculo del flujo de saturación de fases.....	120
Tabla 27 Nuevo ciclo semafórico de la intersección	122
Tabla 28 Reformulación del ciclo semafórico de la intersección	122
Tabla 29 Comparación tiempos de semáforo, situación actual – propuesta.....	123
Tabla 30 Parámetros de entrada del acceso 1, 2, 3 y 4	124
Tabla 31 Resultados del nivel de servicio con propuesta - acceso N°1.....	129
Tabla 32 Resultados del nivel de servicio con propuesta - acceso N°2.....	130
Tabla 33 Resultados del nivel de servicio con propuesta - acceso N°3.....	131
Tabla 34 Resultados del nivel de servicio con propuesta - acceso N°4.....	132
Tabla 35 Nivel de servicio con propuesta de optimización en la Intersección	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Vista Satelital de la Intersección del Tramo de Estudio	5
Figura 2 Pendiente máxima	11
Figura 3 Ancho mínimo de calzada	12
Figura 4 Ancho de berma	13
Figura 5 Valores de bombeo de la calzada	13
Figura 6 Población y muestra de la intersección	28
Figura 7 Formato de Aforo Vehicular	29
Figura 8 Accesos de la Intersección.....	30
Figura 9 Medición del ancho de calzada	31
Figura 10 Medición del área de estacionamiento	32
Figura 11 Medición de martillos.....	32
Figura 12 Medición de aceras	33
Figura 13 Vista en planta actual de la intersección.....	34
Figura 14 Perfil geométrico del acceso N°1	35
Figura 15 Perfil geométrico del acceso N°2	35
Figura 16 Perfil geométrico del acceso N°3	36
Figura 17 Perfil geométrico del acceso N°4	36
Figura 18 Pendiente acceso N°1	37
Figura 19 Pendiente acceso N°2	37
Figura 20 Pendiente acceso N°3	38
Figura 21 Pendiente acceso N°4	39
Figura 22 Aforo vehicular en la Intersección	40
Figura 23 Aforo vehicular de la Intersección	41
Figura 24 Grafico del aforo en las horas pico del acceso N°1	42
Figura 25 Grafico del aforo en las horas pico del acceso N°2.....	42
Figura 26 Grafico del aforo en las horas pico del acceso N°3.....	43
Figura 27 Grafico del aforo en las horas pico del acceso N°4.....	43
Figura 28 Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno mañana	44
Figura 29 Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno tarde	44
Figura 30 Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno noche	45
Figura 31 Aforo del miércoles 21 de junio del 2021 turno mañana	45
Figura 32 Aforo del miércoles 21 de junio del 2021 turno tarde	46
Figura 33 Aforo del miércoles 21 de junio del 2021 turno noche	46
Figura 34 Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno mañana	47

Figura 35 Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno tarde.....	47
Figura 36 Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno noche	48
Figura 37 Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno mañana.....	48
Figura 38 Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno tarde.....	49
Figura 39 Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno noche	49
Figura 40 Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno mañana.....	50
Figura 41 Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno tarde	50
Figura 42 Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno noche	51
Figura 43 Aforo del miércoles 21 de junio del 2021 turno mañana	51
Figura 44 Aforo del miércoles 21 de junio del 2021 turno tarde	52
Figura 45 Aforo del miércoles 21 de junio del 2021 turno noche	52
Figura 46 Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno mañana	53
Figura 47 Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno tarde.....	53
Figura 48 Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno noche	54
Figura 49 Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno mañana.....	54
Figura 50 Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno tarde.....	55
Figura 51 Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno noche	55
Figura 52 Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno mañana	56
Figura 53 Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno tarde	56
Figura 54 Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno noche	57
Figura 55 Aforo del miércoles 21 de junio del 2021 turno mañana	57
Figura 56 Aforo del miércoles 21 de junio del 2021 turno tarde.....	58
Figura 57 Aforo del miércoles 21 de junio del 2021 turno noche	58
Figura 58 Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno mañana	59
Figura 59 Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno tarde.....	59
Figura 60 Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno noche	60
Figura 61 Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno mañana.....	60
Figura 62 Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno tarde.....	61
Figura 63 Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno noche	61
Figura 64 Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno mañana	62
Figura 65 Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno tarde	62
Figura 66 Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno noche	63
Figura 67 Aforo del martes 21 de junio del 2021 turno mañana.....	63
Figura 68 Aforo del martes 21 de junio del 2021 turno tarde.....	64
Figura 69 Aforo del martes 21 de junio del 2021 turno noche	64
Figura 70 Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno mañana	65
Figura 71 Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno tarde.....	65

Figura 72 Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno noche	66
Figura 73 Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno mañana.....	66
Figura 74 Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno tarde.....	67
Figura 75 Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno noche	67
Figura 76 Encuesta para determinar la Velocidad	71
Figura 77 Semáforos de la Intersección.....	72
Figura 78 Obtención de tiempos de semáforos en la Intersección.....	73
Figura 79 Tiempos del semáforo en el Acceso N°1	74
Figura 80 Tiempos del semáforo en el Acceso N°2.....	74
Figura 81 Tiempos del semáforo en el Acceso N°3.....	74
Figura 82 Tiempos del semáforo en el Acceso N°4.....	75
Figura 83 Esquema de giros permitidos y cantidad de vehículos por acceso	118
Figura 84 Plan de fases de la intersección	119
Figura 85 Propuesta de sección vial acceso N°1	125
Figura 86 Propuesta de sección vial acceso N°2.....	125
Figura 87 Propuesta de sección vial acceso N°3.....	126
Figura 88 Propuesta de sección vial acceso N°4.....	126
Figura 89 Vista en planta del reordenamiento vial en la intersección	127
Figura 90 Propuesta de implementación de un puente peatonal.	128

RESUMEN

La presente investigación analiza las condiciones actuales del congestionamiento vehicular que se genera en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, con la finalidad de proponer alternativas de mejora referentes al nivel de servicio y mitigar la congestión vehicular que se presenta en la zona de estudio. Teniendo en cuenta que, la avenida Coronel Mendoza se consideró desde la Calle Cajamarca hasta la Calle Mayta Cápac y la avenida Basadre y Forero desde la Calle Mariscal Castilla hasta la Calle Francisco Paula Vigil, dichas avenidas son consideradas arteriales y colectoras según el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Tacna. Utilizando la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), realizando la recolección de datos que consistió en realizar un aforo vehicular, toma de datos semafóricos, mediciones de las características geométricas existentes y, consolidando con trabajo en gabinete, se determinó que el nivel de servicio en la intersección es de F es decir deficiente. Para poder aliviar el gran congestionamiento vehicular de la intersección es que propone añadir un carril a cada acceso y modificar los tiempos semafóricos donde el nuevo nivel de servicio sería de C, donde priorizando la seguridad de los peatones se propone instalar un puente peatonal.

Palabras Claves: Nivel de servicio, aforo vehicular, congestionamiento vehicular, características geométricas.

ABSTRACT

The present investigation analyzes the current conditions of vehicular congestion generated at the traffic-light intersection between Coronel Mendoza Avenue and Basadre y Forero Street, with the purpose of proposing alternatives to improve the level of service and mitigate vehicular congestion in the study area. Taking into account that Coronel Mendoza Avenue was considered from Cajamarca Street to Mayta Cápac Street and Basadre y Forero Avenue from Mariscal Castilla Street to Francisco Paula Vigil Street, these avenues are considered arterial and collector roads according to the Urban Development Plan of the City of Tacna. Using the methodology of the Highway Capacity Manual (HCM 2010), data collection consisted of a vehicular survey, traffic light data collection, measurements of the existing geometric characteristics and, consolidating with cabinet work, it was determined that the level of service at the intersection is F, i.e. deficient. In order to alleviate the heavy traffic congestion at the intersection, it is proposed to add a lane to each access and modify the traffic signal timing where the new level of service would be C, where prioritizing pedestrian safety, it is proposed to install a pedestrian bridge.

Key words: Level of service, vehicular capacity, vehicular congestion, geometric characteristics.

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Tacna debido al desarrollo del crecimiento demográfico ha presentado un incremento del transporte vial, ocasionando accidentes de tránsito, contaminación ambiental y molestias a las personas al trasladarse a su destino.

Para garantizar el nivel de servicio adecuado se debe hacer una mejor planificación de gestión del tráfico, así como también una mejor disciplina de parte de los conductores, debido a que la congestión se considera como uno de los casos críticos y ello debe estar controlado. El parque automotor se incrementa rápidamente, y paralelamente los problemas de congestión se agravan continuamente, por el contrario, las condiciones físicas de las ciudades en algunos casos permanecen invariables o si mejoran lo hacen muy poco, por este argumento, es un propósito primordial la elaboración de la investigación vial de manera acertada. El presente proyecto, plantea cinco capítulos mostrados a continuación:

En el primer capítulo se presenta la descripción y formulación del problema, justificación e importancia de la investigación realizada, objetivos e Hipótesis planteadas.

En el segundo capítulo comprende el marco teórico, donde se describen los antecedentes del estudio, las bases teóricas y definición de términos, con lo cual se tendrá un alcance mejor de la tesis.

En el tercer capítulo se presenta el marco metodológico que describe el tipo y diseño de la investigación, la población y muestra de estudio, técnicas e instrumentos para la recolección y análisis de datos, también se muestra la compilación de datos recolectados en campo, el conteo vehicular, la selección de la hora pico y tiempos de semáforos para luego hacer el uso de la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010). Denominada "Metodología de análisis operacional para intersecciones semaforizadas".

En el cuarto capítulo se muestran los resultados obtenidos utilizando la Metodología de análisis operacional para intersecciones semaforizadas.

En el quinto capítulo se presenta la discusión final de los resultados que se obtuvieron en el capítulo anterior.

Posteriormente se explica las conclusiones y recomendaciones planteadas, para finalmente presentar las referencias bibliográficas y los anexos.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La congestión vehicular en el Perú ha ido creciendo en los últimos años. Es por ello que la demanda de transporte vial y de tránsito ha generado accidentes, demoras, problemas y mayor contaminación ambiental.

En la ciudad de Tacna el parque automotor va en aumento, así como también la cantidad de vehículos de transporte público y privado. Es por lo que es importante evaluar mediante flujos vehiculares el nivel de servicio para así poder tomar medidas de solución. Hoy en día la necesidad de la población para movilizarse de un lugar a su destino se ve afectado por el tiempo de traslado demoroso ya que cada vez es mucho mayor, la cual ocasiona molestias. Conjuntamente a este problema la ausencia de cultura vial de la población agrava la situación, quienes ya sea caminando o conduciendo, desconocen las normas de tránsito o simplemente no hacen obediencia a las señales tanto reguladoras e informativas.

La Ciudad de Tacna al igual que otras ciudades, no es ajena a este problema, por lo que el Instituto Nacional de Estadística e Informática, en su informe indicó que para el año 2018 hubo un incremento de 4.1% perteneciente al Índice Nacional de Flujo Vehicular respecto al año anterior, también creció un 3.6% el tránsito de vehículos ligeros en Tacna (Pozo Redondo), al igual de un incremento de 29.0% el tránsito de vehículos pesados (INEI, 2018). Basado en el incremento de vehículos ligeros, se aprecia la existencia del problema de tránsito vehicular que generan molestias tanto a los peatones y los conductores.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia de Tacna 2015- 2025, según a lo mostrado en la estructura del sistema vial urbano la Av. Coronel Mendoza es una red vial secundaria colectora. (MPT, 2015, pág. 199)

Con respecto al problema de congestión vehicular que se genera en horas de máxima afluencia en la Av. Coronel Mendoza del distrito de Tacna a partir de la intersección de la Calle Cajamarca hasta la intersección con la Calle Maita Cápac, tramo con una alta demanda de vehículos por su intersección que tiene proximidad a lugares con una masiva asistencia de personas, caso de Centros de esparcimiento, Centros Educativos, Restaurantes y Centros Comerciales, los cuales generan un

tránsito vehicular lento. Este tránsito lento hace que se originen las colas que, como es sabido, son causantes de un desfavorable nivel de servicio los cuales se registran.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo mejoraría el nivel de servicio con una propuesta de optimización del tránsito en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el estado situacional del comportamiento de los flujos vehiculares en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021?
- b) ¿Qué tipo de propuesta resulta adecuada para mejorar el ciclo semafórico actual en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021?
- c) ¿Qué estrategias se pueden plantear para lograr un nivel de servicio óptimo en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021?

1.3. Justificación e importancia

Según Bull (2003) En gran parte del mundo la congestión de tránsito ha ido en aumento y Perú no es la excepción, y todo indica que seguirá intensificándose, por lo que, en la calidad de vida urbana constituye un peligro. El rápido aumento del parque de automóviles, ejercen una gran y creciente presión en las vías públicas existentes sobre su capacidad. (pág. 4)

Es por ello que la presente investigación se justifica por los fuertes impactos negativos de la congestión vehicular la cual nos conlleva a determinar por cada acceso de la intervención vial sus niveles de servicio y dar solución mediante alternativas para la mejora del nivel de servicio y las condiciones de transitabilidad vehicular en la zona de estudio.

En el aspecto tecnológico el estudio que se realizará es la evaluación del tiempo de espera que hay en la intersección semaforizada mitigando así los tiempos mal dispuestos la cual generan que los vehículos circulen de manera inapropiada ocasionado así demoras continuas durante el día.

En el aspecto social por falta de la planificación urbana del área de estudio, hace que la vía competente no es la indicada para la soportar la circulación actual de vehículos. Esto es debido a que la zona de estudio está llena de vehículos estacionados, generando así congestión vehicular y molestias tanto al conductor como al pasajero.

En el aspecto económico en la zona de estudio pretende mejorar el tiempo hora hombre que se pierde en el tráfico, condiciones de congestión vehicular y costos de operabilidad vehicular. Mitigando así tiempos de espera tanto de vehículos y personas.

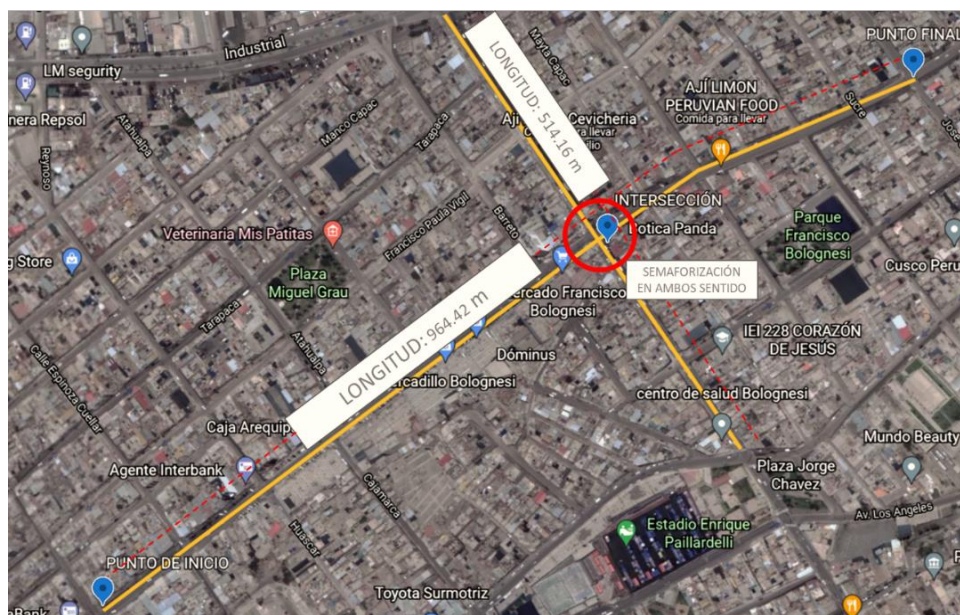
Las avenidas que se encuentran en el tramo de este estudio están clasificadas como Red vial primaria y secundaria, según el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Tacna 2015-2025. (MPT, 2015)

Las normativas y los códigos de tránsito tienen como fin hacer posible en imponer un mayor orden y seguridad a los flujos vehiculares. La falta de una correcta planificación, intereses políticos, superposición de funciones de las autoridades de turno y la situación económica, son las causales que forman parte de la crisis en el transporte urbano, generándose el desorden, pérdidas de tiempo en movilizarse a un destino, la congestión vehicular y la contaminación generada a la ciudad.

Con este estudio se procura la mitigación de la congestión vehicular en la intersección semaforizada que se genera en horas de alta afluencia vehicular en la zona de estudio como se muestra en la Figura 1. Así como también aportar al tema de una movilización más eficiente para el cuidado del medio ambiente.

Figura 1

Vista Satelital de la Intersección del Tramo de Estudio



Nota. Imagen extraída de Google Earth

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar si el nivel de servicio mejora con la propuesta de optimización del tránsito en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Determinar el estado situacional del comportamiento de los flujos vehiculares en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021.

- b) Plantear una propuesta que resulte adecuada para mejorar el ciclo semafórico actual en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021.
- c) Plantear estrategias para lograr un nivel de servicio óptimo en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

- El nivel de servicio mejora significativamente con una propuesta de optimización del tránsito en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021

1.5.2. Hipótesis Específicas

- El estado situacional del comportamiento de los flujos vehiculares en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021 es deficiente.
- Una propuesta que optimice todo los flujos resulta muy adecuada para mejorar el ciclo semafórico actual en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021
- Reagrupando carriles, optimizando el ciclo de semaforización y omitiendo giros innecesarios se logra un nivel de servicio óptimo en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Jerez Hernández & Morales Santos (2015) en la Tesis “Análisis del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de las Intersecciones con Mayor Demanda en la Ciudad de Azogues”, presenta en la ciudad de Azogues para 10 puntos críticos sobre el análisis de capacidad y nivel de servicio, como resultados obtenidos del estudio de las intersecciones evidencian que no todas están saturadas en sus aproximaciones, la capacidad de las vías es suficiente al flujo vehicular ya que no sobrepasa valores de 1.0, y se expone propuestas de solución parcial por el costo bajo tales como la implementar una adecuada demarcación, señalización según al tipo de vía y los ajustes correspondientes de los tiempos semafóricos.

Sabando Santibañez (2017) en la Tesis “Determinación del Nivel de Servicio en Calles Urbanas”, la evaluación de tránsito usadas en esta tesis dan lugar al estudio denominado “Mejoramiento eje Fermín Vivaceta, entre Independencia y Santa María”, las mediciones realizadas estuvieron de acuerdo a los aspectos de la metodología del “Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana”, SECTRA 1988 (MESPIVU), realizando el análisis se obtuvo que el nivel de servicio es C, en la cual se describe un funcionamiento estable de la vía.

Gordillo Pinos (2018) en la Tesis “Determinación de los factores de mayoración del tráfico promedio diario anual (TPDA) partiendo de datos históricos de zonas representativas de la Ciudad de Cuenca”, donde el análisis es de tipo descriptivo observacional el cual lo hizo para la obtención de factores de ajuste, tuvo como base un registro con un periodo de cinco años (2010 – 2015), en la comprobación de los resultados, se indica una comparación de los errores de estimación obtenidos según las estimaciones del TPDA hechas por las metodologías (propuesta y tradicional) según al TPDA real, se realizó en 13 intersecciones escogidas de manera aleatoria de 126 intersecciones en el estudio; de los cuales muestran como resultados que el método tradicional provee un 50 % al error absoluto máximo adicional adquiridos por los factores planteados y un 68 % adicional al error absoluto medio, es decir, la estimación del TPDA en promedio tuvo una mejora de más del 50 % al ocupar los

factores de ajuste planteados de este estudio, realizando así una mejora a la metodología y los resultados en la estimación del TPDA.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Gonzales Rubianes & Rey Fuentes (2016) en la Tesis “Propuesta de mejora de los niveles de servicio para mitigar la congestión vehicular en las intersecciones de la Av. Rafael escardo comprendida entre las avenidas costanera, La Paz y La Libertad, Lima – San Miguel”, donde se estudió 3 intersecciones al largo de la Av. Rafael Escardo y plantea una propuesta de mitigación que se basa en el mejoramiento de los niveles de servicio que faculte disminuir la congestión de vehículos que se origina en estas intersecciones, donde se determinó que la 1ra intersección actualmente presenta un nivel de servicio E, por ello se propuso independizar uno de los carriles del acceso y la aplicación de un ciclo semafórico más óptimo por el que se percibe un aumento del nivel de servicio cambiando de E a C, la 2da intersección presenta actualmente un nivel de servicio F, donde con utilizar un ciclo semafórico más óptimo se percibe un aumento del nivel de servicio cambiando de E a C, la 3ra intersección muestra en la actualidad un nivel de servicio F, donde con emplear un mejor ciclo semafórico se percibe un cambio del nivel de servicio mejorando de F a C. Con la optimización del ciclo de los semáforos se notó que el nivel de servicio aumento de manera positiva originando que el flujo vehicular sea de una manera más rápida y los tiempos de espera sean mucho más cortos.

Araujo Mejía (2020) en la Tesis “Nivel de servicio de la semaforización en las intersecciones de la Av. Atahualpa – Av. San Martin de Porres y Av. Vía de Evitamiento Norte – Av. Angamos en la Ciudad de Cajamarca”, donde realizaron una evaluación de tránsito en 2 intersecciones evaluadas, al realizar los estudios en campo se determinó un nivel de servicio F y E, con una relación volumen registrado-capacidad promedio de 1.249 y 0.938, también se determinó que la tiene una demora promedio de 198.858 seg/veh y 68.152 seg/veh respectivamente.

Soto Sanca (2017) en la Tesis “Análisis y planificación vial del tránsito vehicular en el cercado de la Ciudad de Juliaca”, en el cual se examinó las particularidades, el tránsito y su planificación vial con los datos obtenidos en campo se realizó un análisis con el programa Synchro 8.0 donde muestra que el nivel de servicio es F y la relación volumen/capacidad es de 1.5, esto indica que es saturado el nivel de flujo vehicular,

por otro lado con categorizar de una mejor manera las vías y con realizar la restricción de vehículos menores, luego del ingreso datos a Synchro 8.0, es de 0.75 la relación de volumen/capacidad, es decir un nivel de servicio óptimo.

2.1.3. Antecedentes locales

Huanchi Vargas & Portugal Arroyo (2019) en la Tesis “Determinación del nivel de servicio y propuesta de mejora vial en la Avenida Leguía en el tramo calle Gral. Vizquerra – Av. Arias y Aragüez del distrito de Tacna año 2018”, detalla que se analizaron 3 intersecciones con semáforos que se ubican en la Avenida Leguía – Tacna, y utilizando el programa Synchro 8.0, los resultados del nivel de servicio en las 3 intersecciones evaluadas fueron F, para ello se plantearon 4 alternativas de solución donde se determinó que la alternativa de Optimización de Ciclos los semáforos y un aumento de Carriles es una de las mejores soluciones para aumentar el nivel de servicio de la intersección en estudio.

Condori Mamani & Lipa Flores (2018) en la Tesis “Optimización del flujo vehicular en la Intersección Vial de la Avenida Bolognesi con la Avenida Basadre y Forero, ciudad de Tacna”, realiza el análisis de 4 estaciones donde se realizara el conteo entre la Av. Basadre Forero con la Av. Bolognesi y Av. Celestino Vargas, donde se concluye que el nivel de servicio actual está en un rango de E con una capacidad de utilización de 87.2 % y con la optimización se logra mejorar el nivel de servicio a B con una capacidad de utilización de 60.8 %.

Urbina Cantuta & Torres Flores (2018) en la Tesis: “Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Bolognesi y la Av. Gustavo Pinto en la Ciudad de Tacna”, detalla que existe una alta demanda vehicular por su cercanía a lugares que reciben gran número de personas, indica también que la intersección de la Av. Bolognesi con Av. Gustavo Pinto presentó un nivel de servicio F, donde las alternativas de solución que se plantearon fueron 7, los autores de la tesis concluyeron que un cambio de distribución de 4 fases a 2 fases de semaforización sería la propuesta para una mejora más factible, por lo que se trató de dar a los semáforos una programación más técnica, lo cual se podría llevar a cabo de una manera inmediata.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1 Sistema vial urbano

Dentro del área urbano es importante categorizar las vías, designando cada vía a una función determinada y acomodándola a una función el cual deberá de cumplir en lo mejor posible. Todo sistema de vías tiene dos extremos las cuales están comprendidos por las vías rápidas y las vías lentas. La disposición de vías y calles rápidas facilita la movilidad en un menor tiempo, las vías y calles lentas son indispensables para tener acceso a distintas partes. (Instituto de la Contrucción y Gerencia (ICG), 2005).

a. Clasificación del sistema vial urbano

- Vías Expresas

Las vías expresas conectan el sistema vial interurbano y el sistema vial urbano, generalmente ayudan a la fluencia del tránsito de paso. Estas vías soportan grandes volúmenes de tráfico en las zonas donde existen una gran afluencia, es así que la circulación del vehículo se realiza con una alta velocidad, pero con pocas condiciones de accesibilidad (Instituto de la Contrucción y Gerencia (ICG), 2005).

- Vías Arteriales

Estas vías permiten el tránsito de vehículos con media o alta fluidez, bajo acceso y con relativa anexión a los lugares colindantes del sector urbano. Se integran al sistema de vías expresas permitiendo una buena distribución y repartición del flujo vehicular hacia las vías colectoras y locales (Instituto de la Contrucción y Gerencia (ICG), 2005).

- Vías Colectoras

Las vías colectoras permiten llevar el flujo vehicular hacia las vías locales desde las vías arteriales, así como también se conectan hacia las vías expresas cuando se requiera o no es posible tener una conexión por medio de las vías arteriales. Estas vías permiten el tránsito hacia los lugares adyacentes (Instituto de la Contrucción y Gerencia (ICG), 2005).

- Vías Locales

Las vías locales permiten el ingreso a los predios o lotes, ya que su principal función es proveer un acceso más directo a ello (Instituto de la Contrucción y Gerencia (ICG), 2005).

2.2.2 Características geométricas

Deberán satisfacer las carencias de la población del lugar y del peatón, al mismo tiempo brindarán seguridad, comodidad y funcionalidad necesarias a los usuarios. Los elementos que forman parte de la sección transversal que se consideran en el manual son:

a. Pendiente

La pendiente es la relación entre el desnivel y la distancia horizontal entre dos puntos de la misma. La pendiente máxima es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. La pendiente mínima es la menor pendiente longitudinal de la rasante permitido en el proyecto tal como se muestra en la Figura 2 (Cárdenas Grisales, 2013)

Figura 2

Pendiente máxima

Pendientes máximas (%)

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10,00	10,0
40 km/h															9,00	8,00	9,00	10,00		
50 km/h											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	
60 km/h					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00		
70 km/h			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	7,00	7,00		
80 km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00	7,00		
90km/h	4,50	4,50	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00		
100km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00							
110 km/h	4,00	4,00			4,00															
120 km/h	4,00	4,00			4,00															
130 km/h	3,50																			

Nota. Datos tomados de Manual de Carreteras Diseño Geométrico (2014).

b. Calzada

Es la sección permitida a la circulación vehicular, el cual está compuesta dependiendo del tipo de vía por uno o más carriles. Este número de carriles estará dispuesto según las previsiones y composición del flujo vehicular, de acuerdo al IMDA que se tiene en el diseño, de igual forma de acuerdo al nivel de servicio deseado tal como se muestra en la Figura 3 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Manual de Carreteras Diseño Geométrico, 2014).

Figura 3*Ancho mínimo de calzada**Anchos mínimos de calzada en tangente*

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			6,00	6,00
40 km/h																			6,60	6,60
50 km/h											7,20	7,20							6,60	6,60
60 km/h					7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60	6,60	6,60		
70 km/h			7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60		6,60	6,60		
80 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			6,60	6,60		
90 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			7,20				6,60	6,60		
100 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20				7,20							
110 km/h	7,20	7,20			7,20															
120 km/h	7,20	7,20			7,20															
130 km/h	7,20																			

Nota. Datos tomados de Manual de Carreteras Diseño Geométrico (2014).

c. Berma

Franja longitudinal, adyacente a la calzada, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura, también aporta a mejorar las condiciones de tráfico vehicular y la seguridad de esta tal como se muestra en la Figura 4 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Manual de Carreteras Diseño Geométrico, 2014).

Figura 4*Ancho de berma*

Ancho de bermas

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera								
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400								
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase								
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
Velocidad de diseño: 30 km/h																							0,50	0,50	
40 km/h																	1,20	1,20	0,90	0,50					
50 km/h												2,60	2,60				1,20	1,20	1,20	0,90	0,90				
60 km/h					3,00	3,00	2,60	2,60	3,00	3,00	2,60	2,60	2,00	2,00	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20					
70 km/h			3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20					
80 km/h	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00			1,20	1,20	1,20	1,20					
90 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00	3,00			2,00				1,20	1,20							
100 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00				2,00												
110 km/h	3,00	3,00			3,00																				
120 km/h	3,00	3,00			3,00																				
130 km/h	3,00																								

Nota. Datos tomados de Manual de Carreteras Diseño Geométrico (2014).

d. Bombeo

Su finalidad es evacuar los flujos de aguas que se encuentran en la superficie. El tipo de superficie de la calzada y la cantidad de precipitaciones del lugar son aspectos que definen el porcentaje del bombeo tal como se muestra en la Figura 5 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Manual de Carreteras Diseño Geométrico, 2014)

Figura 5*Valores de bombeo de la calzada*

Valores del bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

Nota. Datos tomados de Manual de Carreteras Diseño Geométrico (2014).

e. Acera

Se ubican en ambos extremos de la sección vial, estas tienen una elevación superior a la calzada y están destinadas al uso exclusivo de los peatones.

2.2.3 Señalización

Son elementos que ayudan a circular de una manera más ordenada a los vehículos y peatones, advierten y guían a cualquier usuario que se encuentra en la vía, es así que toma un papel muy importante e indispensable para el tránsito vehicular.

a. Señalización horizontal

Son marcas planas en el pavimento, los cuales están conformados por líneas, flechas, símbolos y letras, aplicadas o adheridas directamente sobre la calzada, estos pueden ser del color acorde a lo requerido. También se aplican en sardineles u otras estructuras pertenecientes a la vía.

Una de las finalidades que tienen estas marcas en el pavimento es complementar las señales verticales.

Son elementos muy importantes para la operación vehicular y su seguridad, ya que ayudan en la regulación y reglamentación en la circulación de la población que hace uso de estas vías (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Manual de Dispositivos de control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

Clasificación por colores de señalización horizontal

Los colores para utilizarse en las Marcas Planas en el Pavimento son:

- ✓ **Blanco:** Separación de corrientes de tráfico en el mismo sentido. se empleará en bordes de calzada, demarcaciones longitudinales, demarcaciones transversales, demarcaciones elevadas, flechas direccionales, letras, espacios de estacionamiento permitido.

- ✓ **Amarillo:** Se emplea excepcionalmente para señalar áreas que requieran ser resaltadas por las condiciones especiales de la vía, tales como canales de tráfico en sentidos opuestos, canales de tráfico exclusivos para sistemas de transportes masivo, objetos fijos adyacentes a la misma, líneas de no bloqueo de intersección, demarcación elevada y borde de calzada de zonas donde está prohibido estacionar.
- ✓ **Azul:** Complementación de señales informativas, tales como zonas de estacionamiento para personas con movilidad reducida, separación de carriles para cobro de peaje electrónico y otros.
- ✓ **Rojo:** Demarcación de rampas de emergencia o zonas con restricciones

Significado y ancho

- ✓ **Línea doble continua:** Indica el máximo nivel de restricción de paso o atravesamiento a otro carril.
- ✓ **Línea continua:** Restringe el paso o atravesamiento a otro carril.
- ✓ **Línea segmentada:** Indica que está permitido el paso o atravesamiento a otro carril, observando las medidas de seguridad vial.
- ✓ **Línea punteada:** Indica la transición entre líneas continuas y/o segmentadas. Es más corta y ancha que la línea segmentada.
- ✓ **Brecha:** Espaciamiento entre líneas segmentadas y punteadas.
- ✓ **Ancho de línea continua y segmentada:** De 10 cm a 15 cm.
- ✓ **Ancho de línea punteada:** El doble de línea segmentada.
- ✓ **Ancho extraordinario de líneas:** El doble del ancho de líneas continuas y segmentadas.
- ✓ **Ancho de separación de líneas dobles:** Debe ser igual al ancho de las líneas.

Lo mencionado anteriormente son datos obtenidos de (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Manual de Dispositivos de control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

b. Señalización vertical

Son elementos que se han instalado a un extremo o sobre la vía, tienen la función de reglamentar el tránsito, prevenir e informar a las personas por medio de palabras o símbolos, su implementación será de acuerdo al estudio de ingeniería vial. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Manual de Dispositivos de control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

Clasificación de las señales verticales

- ✓ **Señales Regulatorias o de Reglamentación:** Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, en el uso de las vías. Su incumplimiento constituye una falta que puede acarrear un delito.
- ✓ **Señales de Prevención:** Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.
- ✓ **Señales de Información:** Tienen como propósito guiar a los usuarios y proporcionarles información para que puedan llegar a sus destinos en la forma más simple y directa posible. Además, proporcionan información relativa a distancias a centros poblados y de servicios al usuario, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, y otros.

2.2.4 Semaforización

a. Semáforo

Son dispositivos de control del tránsito con el propósito de la regulación y control de la circulación de vehículos motorizado y no motorizado, así como también de personas, de acuerdo a la emisión de luces de color rojo, verde y amarillo o ámbar.

La luz de color rojo indica la prohibición la circulación en un sentido de tránsito vehicular o peatonal por un periodo predeterminado. La luz de color verde indica la

circulación en un sentido de tránsito vehicular o peatonal por un periodo predeterminado. La luz de color amarillo o ámbar indica permitir el paso y parar el vehículo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Manual de Dispositivos de control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

Clasificación de semáforos

- ✓ **Semáforos para vehículos:** Tienen por finalidad controlar el tránsito vehicular, operan como fijos o pre - sincronizado; parcialmente sincronizados por el tránsito vehicular; o totalmente sincronizados por el tránsito vehicular. Las indicadas formas de operación se adoptan en función al volumen del tránsito vehicular y la importancia de las vías materia de control mediante este sistema.
- ✓ **Semáforos para peatones:** Tienen por finalidad controlar los pasos peatonales, de tal forma que el peatón tenga tiempo suficiente para pasar una vía a través de un cruce peatonal. Con tal finalidad los lugares donde se instalen semáforos peatonales deben complementarse con la respectiva demarcación en el pavimento. Los semáforos para paso peatonales incluyen los correspondientes a los usuarios con movilidad reducida, en cuyo caso debe complementarse con las respectivas rampas de acceso.

2.2.5 Clasificación de vehículos

Esta expresado en porcentaje según la participación que tiene en el IMDA por las distintas categorías, que acorde al Reglamento Nacional de Vehículos, son las siguientes:

Clasificación por tipo de vehículos

- ✓ **Categoría L: Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas:**
 - L1: Vehículos de dos ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.

- L2: Vehículos de tres ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.
 - L3: Vehículos de dos ruedas, de más de 50 cm³ o velocidad mayor a 50 km/h.
 - L4: Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ ó una velocidad mayor de 50 km/h.
 - L5: Vehículos de tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ ó velocidad mayor a 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no exceda de una tonelada.
- ✓ **Categoría M: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros:**
- M1: Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.
 - M2: Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.
 - M3: Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas. Los vehículos de las categorías M2 y M3, a su vez de acuerdo a la disposición de los pasajeros se clasifican en:
 - Clase I: Vehículos construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de éstos.
 - Clase II: Vehículos construidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y, también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles.
 - Clase III: Vehículos construidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

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

- N1: Vehículos de peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos.
- N2: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 toneladas.
- N3: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.

✓ **Categoría O: Remolques (incluidos semirremolques):**

- O1: Remolques de peso bruto vehicular de 0,75 toneladas o menos.
- O2: Remolques de peso bruto vehicular de más 0,75 toneladas hasta 3,5 toneladas.
- O3: Remolques de peso bruto vehicular de más de 3,5 toneladas hasta 10 toneladas.
- O4: Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.

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

- SA : Casas rodantes
- SB : Vehículos blindados para el transporte de valores
- SC : Ambulancias
- SD : Vehículos funerarios Los símbolos SA, SB, SC y SD deben ser combinados con el símbolo de la categoría a la que pertenece, por ejemplo: Un vehículo de la categoría N1 convertido en ambulancia será designado como N1SC. Los tipos de vehículos indicados pueden variar, y por tanto para el diseño debe emplearse, los aprobados en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente.

2.2.6 Flujo vehicular

Para el proceso de diseño geométrico es necesario conocer las características del flujo vehicular que existe o la proyección de esta según datos alternativos. En el análisis de un flujo de vehículos se debe explicar la manera de circulación de los vehículos cual fuera el tipo de vía, lo cual puede permitir el nivel de eficiencia de la operación.

El flujo, la velocidad y la densidad. Por medio de relaciones y deducciones entre estas variables se puede llegar a determinar las características de un tránsito, y así tener una hipótesis de la forma como podría operar un determinado tránsito (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones 8va. Edición, 2007)

2.2.7 Estudio de tráfico

Para realizar un estudio de tráfico es fundamental conocer el tránsito de vehículos de la vía a evaluar, esto nos permite realizar simulaciones y plantear las mejores soluciones a los problemas de flujo de tráfico.

El ámbito de influencia del proyecto vial en estudio corresponde la avenida coronel Mendoza con intersección Basadre forero desde calle Piura hasta calle bernardo con vía asfaltado, como de los flujos de ingreso a los vehículos de su área de influencia directa. En ese sentido, se estudia los viajes del transporte que circula por la vía de vehículos de transporte de pasajeros y de carga.

2.2.8 Volumen de tránsito

Los volúmenes de tránsito deben considerarse como datos dinámicos, ya que solo tienen precisión en el tiempo en que se realizan los aforos. Por la variación que tiene estos datos puede presentarse de manera rítmica y repetitiva, por ello es de suma importancia saber las características, y según a esta poder programar aforos, relacionar volúmenes en un periodo y lugar con volúmenes pertenecientes a otro

tiempo y lugar, y anticiparse la manera de como actuaría el tránsito, su labor preventiva y de conservación.

En ingeniería de tránsito es importante realizar una medición básica el cual es el conteo o aforo de vehículos, ciclistas y/o peatones. Estos conteos se realizan con el fin de la obtención de estimar el volumen, tasa de flujo, demanda y capacidad. Estos cuatro parámetros están muy relacionados y se miden en las mismas unidades, sin embargo, no significan lo mismo. De acuerdo con el manual de tránsito se tiene los siguientes volúmenes de tránsito absoluto como tránsito anual, tránsito mensual, tránsito semanal, tránsito diario, tránsito horario y el tránsito en un periodo inferior a una hora. (Cal & Reyes Spindola, Ingeniería de tránsito y fundamentos y aplicaciones 8va Edición, 2007, pág. 178)

2.2.9 Nivel de servicio

De acuerdo con el manual (MTC, 2014, pág. 130) nos indica que los niveles de servicio se establecen a partir de la Velocidad de Operación y la densidad (VL/km/carril) que permiten para las condiciones prevalecientes en la carretera. Específicamente, el nivel de servicio se expresa en término de la demora media por vehículo, en un período de tiempo en minutos. Así tenemos los siguientes niveles:

- a) **NIVEL A:** Este nivel de servicio ofrece comodidad física y psicológica al conductor (libre flujo vehicular). Las maniobras de conducción no son afectadas por la presencia de otros vehículos y están condicionadas únicamente por las características geométricas de la carretera y las decisiones del conductor.
- b) **NIVEL B:** Indica condiciones buenas de libre circulación, las velocidades promedio de viaje son las mismas que en el nivel A, pero los conductores tienen menor libertad de maniobra.
- c) **NIVEL C:** En este nivel, la influencia de la densidad de tráfico en la circulación vehicular determina un ajuste de la velocidad. La capacidad de maniobra y las posibilidades de adelantamiento se ven reducidas por la presencia de grupos de vehículos.
- d) **NIVEL D:** La capacidad de maniobra se ve severamente restringida, debido a la congestión del tránsito que puede llegar a la detención. La velocidad de

viaje se reduce por el incremento de la densidad vehicular, formándose colas que impiden el adelantamiento a otros vehículos.

- e) **NIVEL E:** En este nivel los vehículos son operados con un mínimo de espacio entre ellos, manteniendo una velocidad de circulación uniforme. Las interrupciones no pueden ser disipadas de inmediato y frecuentemente causan colas, que ocasionan que el nivel de servicio se deteriore hasta llegar al nivel F.
- f) **NIVEL F:** En este nivel, el flujo se presenta forzado y de alta congestión, lo que ocurre cuando la intensidad del flujo vehicular (demanda) llega a ser mayor que la capacidad de la carretera. Bajo estas condiciones, se forman colas en las que se experimenta periodos cortos de movimientos seguidos de paradas.

2.2.10 Capacidad vial

Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo específico. Es una característica del sistema vial, representa su oferta. (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingeniería de Transito Fundamentos y Aplicaciones 8va. Edición, 2007, pág. 185)

2.2.11 HCM 2010

El manual de carreteras «Highway Capacity Manual 2010» HCM nos proporciona un grupo de metodologías y procedimientos que se pueden aplicar a temas asociados a carreteras y vías urbanas con el fin de realizar una evaluación del funcionamiento multimodal de acuerdo a ciertas condiciones de circulación vehicular e indicadores de la calidad del servicio. (Romana, 2010)

2.3. Definición de términos

2.3.1. Trafico

Se denomina tráfico al efecto el cual es causada por la congestión de vehículos en una determinada vía o intersección. De igual manera, se conoce con muchas similitudes en otras situaciones, tales como el flujo de partículas (líquidos, gases o sólidos) y el de peatones. (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingenieria de Transito Fundamentos y Aplicaciones 7ma. Edicion, 2007)

2.3.2. Aforo

Es la acción por el cual se puede obtener datos verídicos del flujo vehicular de un determinado sistema, ya sea en una intersección o puntos específicos, entre otros. (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingenieria de Transito Fundamentos y Aplicaciones 7ma. Edicion, 2007)

2.3.3. Nivel de servicio

Se mide de forma cualitativa en el cual se describe las condiciones de operación de un flujo vehicular y de su percepción de los motoristas y/o pasajeros. Las condiciones que determinan este nivel de servicio son los factores tales como velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la convivencia y la seguridad vial. (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingenieria de Transito Fundamentos y Aplicaciones 7ma. Edicion, 2007, pág. 328)

2.3.4. Semáforo

Son dispositivos eléctricos con el propósito de realizar un ordenamiento y regulación del tránsito de vehículos y peatones en las vías mediante la emisión de

luz de colores, los cuales fueron programados según a lo requerido. Estos colores son rojo, amarillo y verde (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingenieria de Transito Fundamentos y Aplicaciones 7ma. Edicion, 2007, pág. 140)

2.3.5. Congestión

Es la obstrucción que se genera entre los vehículos en un flujo de tránsito muy lento. Dentro de un determinado nivel de tránsito, el flujo vehicular presenta una velocidad relativamente libre, sin exceder los límites máximos de velocidad, la frecuencia de las intersecciones u otras condiciones (Bull, 2003, pág. 23)

2.3.6. Volumen de tránsito

Se define como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o una calzada durante un periodo determinado. (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingenieria de Transito Fundamentos y Aplicaciones 7ma. Edicion, 2007, pág. 152)

2.3.7. Capacidad vial

Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo específico. Es una característica del sistema vial, representa su oferta. (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingenieria de Transito Fundamentos y Aplicaciones 8va. Edicion, 2007, pág. 185)

2.3.8. Demanda Vehicular

Es el número máximo de vehículos (o personas) que viajan y pasan por un punto durante un tiempo específico. (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingenieria de Transito Fundamentos y Aplicaciones 8va. Edicion, 2007, pág. 185)

2.3.9. Tasa de flujo

Es la frecuencia de vehículos que circulan por un punto o una sección transversal durante un tiempo específico. (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingenieria de Transito Fundamentos y Aplicaciones 7ma. Edicion, 2007, pág. 247)

2.3.10. Velocidad

Es la relación que existe entre la distancia recorrida de un móvil y el tiempo en que se demora en recorrerlo, generalmente está expresada en kilómetros por hora. (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingenieria de Transito Fundamentos y Aplicaciones 7ma. Edicion, 2007, pág. 205)

2.3.11. Fase de semafórico

Es la asignación de una fracción de tiempo del ciclo semafórico a cualquiera de las combinaciones en los cuales indica el movimiento que se está permitido realizar, ya sea el derecho de paso o la anulación de esta (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingenieria de Transito Fundamentos y Aplicaciones 7ma. Edicion, 2007)

2.3.12. Ciclo semafórico

Es el periodo de tiempo total en el cual los indicadores del semáforo tardan en realizar una revolución completa (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingenieria de Transito Fundamentos y Aplicaciones 7ma. Edicion, 2007)

2.3.13. Cola

Se denominada también fila o línea en el cual existe un tiempo de espera por parte de los usuarios (vehículos) que se aproximan a una cierta intersección semaforizada, en esta espera es generada cierto tiempo en la prestación de servicio (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingenieria de Transito Fundamentos y Aplicaciones 7ma. Edicion, 2007)

2.3.14. Accidente

Suceso eventual o acción de que resulta daño involuntario para las personas o las cosas. (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingenieria de Transito Fundamentos y Aplicaciones 7ma. Edicion, 2007)

2.3.15. Peatón

Se considera peatón a la población en general. También se puede decir que es el número de peatones en un país equivale al censo de la población. (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, Ingenieria de Transito Fundamentos y Aplicaciones 8va. Edicion, 2007).

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

- Se realizó una investigación de tipo Explicativa, debido a que se enfoca en explicar el motivo por el que ocurre un fenómeno y las condiciones en que esta se manifiesta.

3.1.2. Diseño de investigación

- Se empleó diseño de campo, debido a que las experiencias en la investigación tienen como fin solucionar o aportar una mejora a una determinada situación, ya sea específica o particular, porque se comprueba un método o modelo por medio de la aplicación innovadora y creativa de una propuesta de intervención.

3.2. Población y/o muestra de estudio

3.2.1. Población

- La población del área de estudio está constituida por todos los vehículos de la ciudad de Tacna, que circulan en la intersección de la Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero tal como se muestra en la Figura 6.

3.2.2. Muestra

- La muestra del estudio se dará de acuerdo con la cantidad de flujo vehicular que se obtendrán del aforo vehicular a realizar.

Figura 6*Población y muestra de la intersección*

Nota. En la figura se muestra la población y la muestra de la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 1*Operacionalización de variables*

Variable	Definición operacional	Indicador
Variable Independiente: Propuesta de optimización del transito	Es una alternativa de alguna metodología o plan que se elabora con el fin de evitar la congestión vial, beneficiando al tránsito de vehículos y peatones en una determinada vía o intersección.	<ul style="list-style-type: none"> - Reagrupación de carriles - Ciclo semafórico - Sección Vial
Variable Dependiente: Nivel de servicio	El nivel de servicio es una medida de calidad que describe condiciones operativas dentro de un flujo de tráfico, generalmente en términos de tales medidas de servicio como velocidad y tiempo de viaje, libertad de maniobra, interrupciones del tráfico, comodidad y conveniencia.	<ul style="list-style-type: none"> - Aforo vehicular y peatonal. - Disposición de giros y carriles. - Velocidad - Relación volumen capacidad

Nota. Identificación de variable independiente y dependiente para el estudio Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero.
Fuente: Elaboración propia.

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

En base a la información necesaria para realizar la presente tesis se recolecto los siguientes datos de la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero:












- Datos geométricos
- Datos de tránsito
- Datos semafóricos

En donde los instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos son:

- Formatos de aforo vehicular establecidos por el MTC, tal como se muestra en la Figura 7 el cual está diseñado para realizar una cuantificación de vehículos los cuales transitan por un punto y hora determinado. También está clasificado según el tipo de vehículo.

Figura 7

Formato de Aforo Vehicular

 FORMATO Nº 2										
FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO										
TRAMO DE LA CARRETERA								ESTACION		
SENTIDO								CODIGO DE LA ESTACION		
UBICACIÓN								DIA Y FECHA		
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION		SEMI TRAYLER
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2
TURNO										
MAÑANA	↶ ↑ ↷	↶ ↑ ↷	↶ ↑ ↷	↶ ↑ ↷	↶ ↑ ↷	↶ ↑ ↷	↶ ↑ ↷	↶ ↑ ↷	↶ ↑ ↷	↶ ↑ ↷
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										
PARCIAL										
SUMATORIA										

Nota. En la figura se observa el formato que se utilizó para realizar el aforo vehicular, que está dividido por turnos mañana, tarde y noche, cada turno comprende de dos horas, que están subdivididos en periodos de 15 min y también se observa la clasificación de los tipos de vehículos que pasan por la intersección Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero.

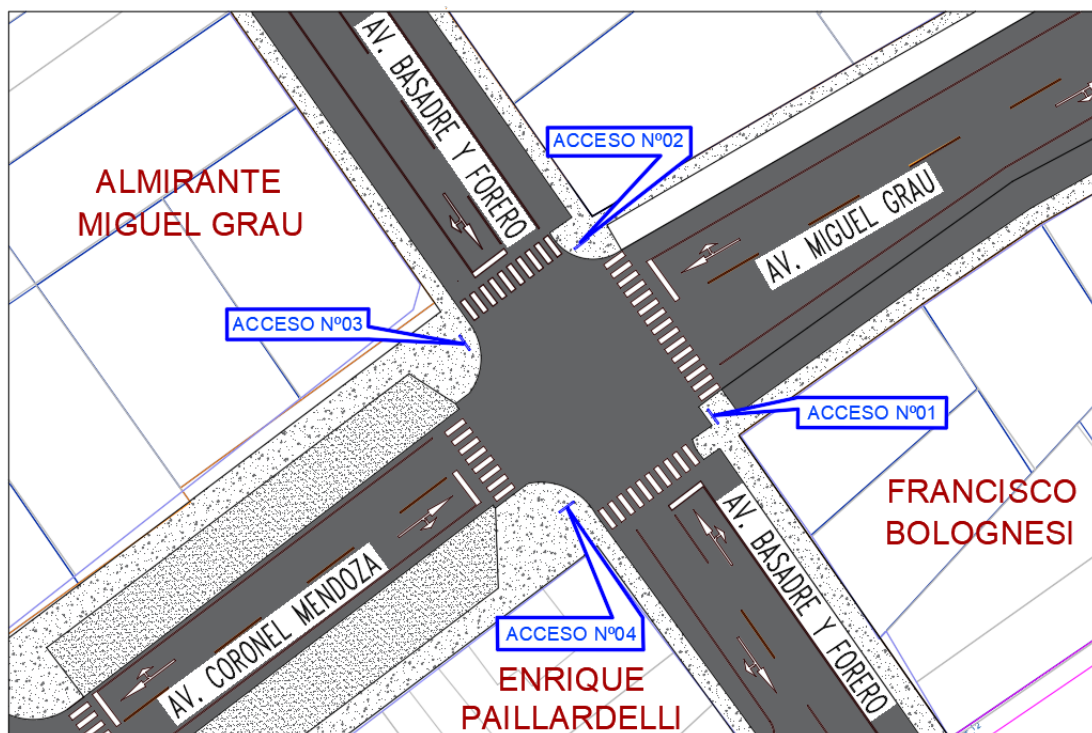
- Una cinta métrica que se utilizó para la medición de las dimensiones de la calzada, vereda y otros datos de importancia para la investigación.
- Cámara fotográfica que se utilizó para los registros fotográficos de la intersección a analizar.
- También se utilizaron útiles de oficina indispensables para poder llevar la toma de datos y registrarlo en el formato de aforo vehicular.

3.4.1. Medición de datos geométricos

Mediante una inspección visual se identificó el número de carriles por acceso que arriban a la intersección Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, la cual se muestran en la siguiente figura 8 y la tabla 2.

Figura 8

Accesos de la Intersección



Nota: En la figura se pueden identificar que existen cuatros accesos en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, en donde también se observa que cada acceso tiene un carril. Fuente: Elaboración propia

Tabla 2

Número de carriles por acceso de la intersección

Número de carriles por acceso de la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero	
Acceso N°1	1
Acceso N°2	1
Acceso N°3	1
Acceso N°4	1

Nota. La tabla indica cuantos carriles se tiene por accesos en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se procedió a medir la distribución geométrica de la intersección tal como se muestran en las Figuras 9,10,11 y 12.

Figura 9

Medición del ancho de calzada



Nota. En la imagen se observa la medición del ancho de la calzada de la Intersección Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero

Figura 10

Medición del área de estacionamiento



Nota. En la imagen se observa la medición del área de estacionamiento de la Intersección Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero

Figura 11

Medición de martillos



Nota. En la imagen se observa la medición de martillos de la Intersección Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero

Figura 12

Medición de aceras

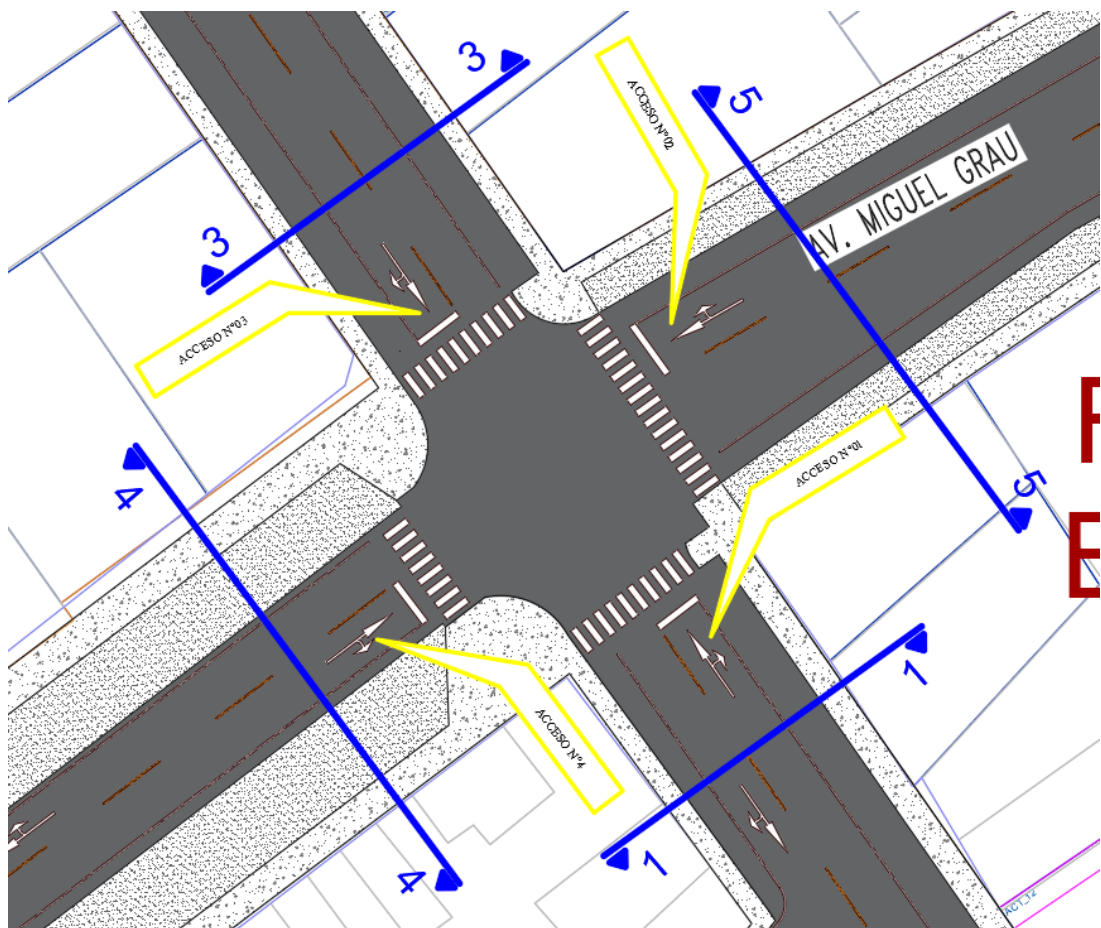


Nota: En la imagen se observa la medición de aceras de la Intersección Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero

Terminada la medición de datos geométricos de la Intersección Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero en campo, se procedió a realizar el trabajo en gabinete donde con ayuda del software AutoCAD se realizó la sección vial existente de la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero de cada acceso tal como se muestra en las Figuras 13, 14, 15, 16 y 17.

Figura 13

Vista en planta actual de la intersección

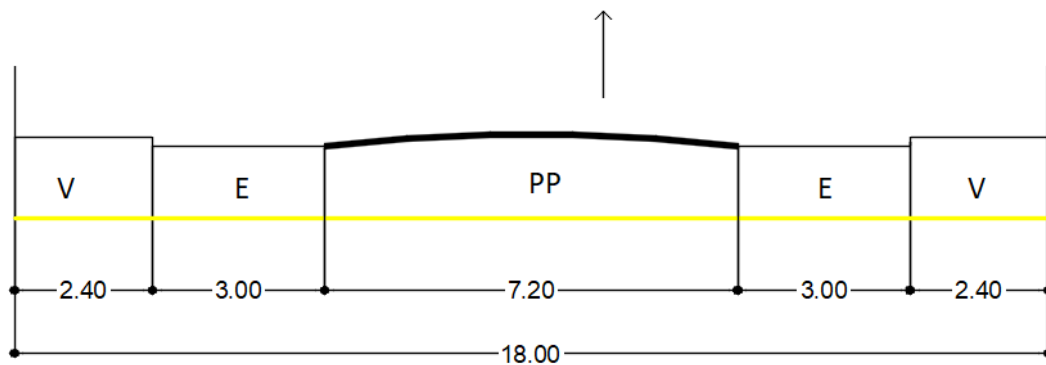


Nota. En la presente imagen se muestra las condiciones actuales en las que se encuentra la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero y también los cortes de las secciones viales de cada accesos.

Acceso N°1:

Figura 14

Perfil geométrico del acceso N°1



SECCIÓN 1

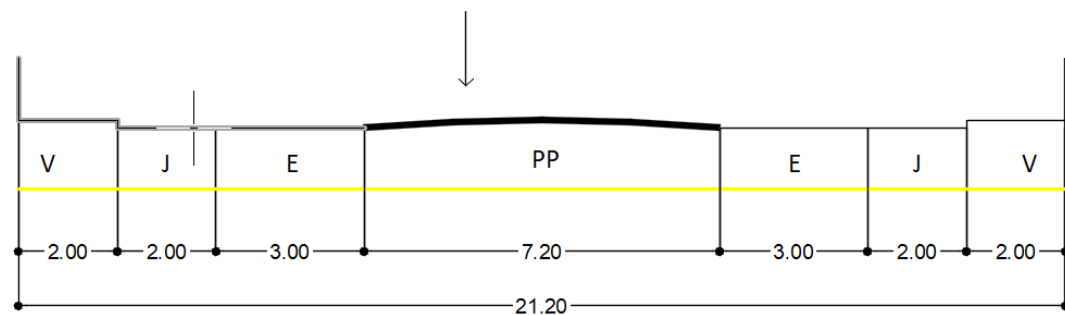
AV. BASADRE Y FORERO

Nota. En la imagen se observa que el acceso N°1 tiene las dimensiones de acera 2,40 m, un ancho de estacionamiento de 3,00 m y la calzada de 7,20 m respectivamente con un ancho de carril de 3,60 m

Acceso N°2

Figura 15

Perfil geométrico del acceso N°2

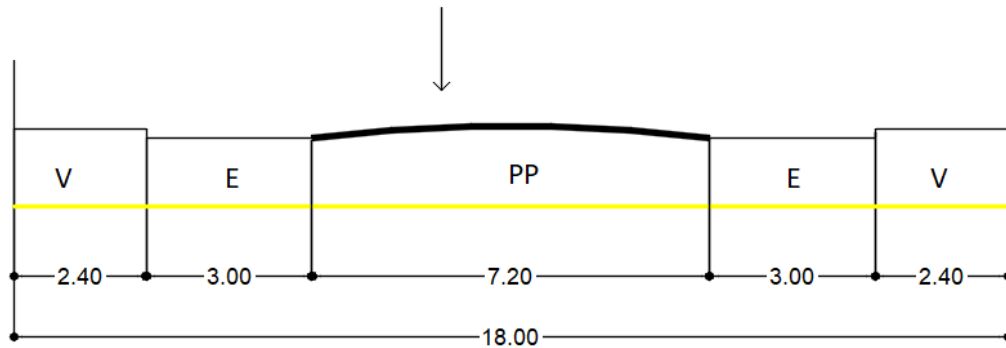


SECCIÓN 2

AV. CORONEL MENDOZA

Nota. En la imagen se observa que el acceso N°2 presenta 2,00 m de acera, jardín de 2,00 m, un ancho de estacionamiento de 3,00 m y una calzada de 7,20 m con carriles de 3,60 m.

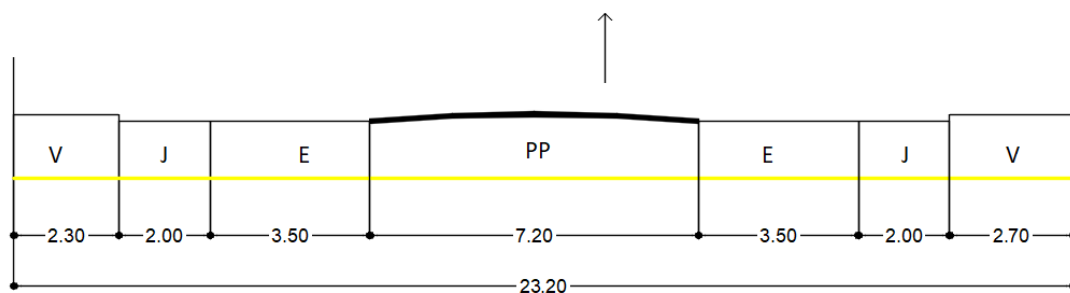
Acceso N°3

Figura 16*Perfil geométrico del acceso N°3***SECCIÓN 3**

AV. BASADRE Y FORERO

Nota. En la imagen se observa que el acceso N°3 tiene las dimensiones de acera 2,40 m, un ancho de estacionamiento de 3,00 m y la calzada de 7,20 m respectivamente con un ancho de carril de 3,60 m.

Acceso N°4

Figura 17*Perfil geométrico del acceso N°4***SECCIÓN 4**

AV. CORONEL MENDOZA

Nota. En la imagen se observa que el acceso N° 4 tiene las dimensiones de acera 2,30 m y 2,70 m con un ancho para el jardín de 2,00 m, un estacionamiento de 3,00 m y la calzada de 7,20 m con un ancho de carril de 3.60 m.

También se procedió a medir el porcentaje de inclinación a lo largo de cada acceso con el programa Google Earth tal como se muestra en la Figura 18, 19, 20 y 21.

Acceso N°1:

Figura 18

Pendiente acceso N°1



Calculando pendiente:

$$G = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} * 100$$

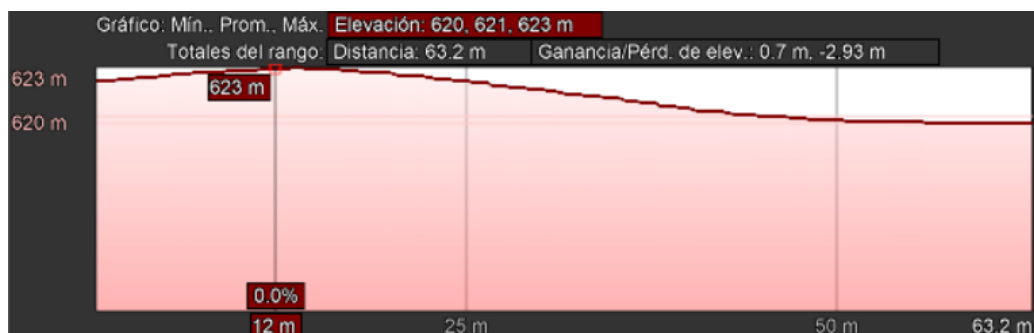
$$G = \frac{620 - 622}{151} * 100$$

$$G = -1,325\%$$

Acceso N°2:

Figura 19

Pendiente acceso N°2



Calculando pendiente:

$$G = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} * 100$$

$$G = \frac{620 - 623}{63,2 - 12} * 100$$

$$G = -5,860\%$$

Acceso N°3:

Figura 20

Pendiente acceso N°3



Calculando pendiente:

$$G = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} * 100$$

$$G = \frac{620 - 619}{122} * 100$$

$$G = 0,820\%$$

Acceso N°4:

Figura 21

Pendiente acceso N°4



Calculando pendiente:

$$G = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} * 100$$

$$G = \frac{620 - 610}{328} * 100$$

$$G = 3,049\%$$

Donde después de realizar los cálculos correspondientes se determinó que las pendientes por cada acceso son como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Pendientes por acceso en la Intersección

Pendientes por acceso	
Acceso	Porcentaje de inclinación
Acceso N° 1	- 1,325 %
Acceso N° 2	- 5,860 %
Acceso N° 3	0,820 %
Acceso N° 4	3,049 %

Nota. En la tabla se observa las pendientes que tiene cada acceso de la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero

Se identificó que no existen carriles con giro exclusivo a la derecha o izquierda en la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero.

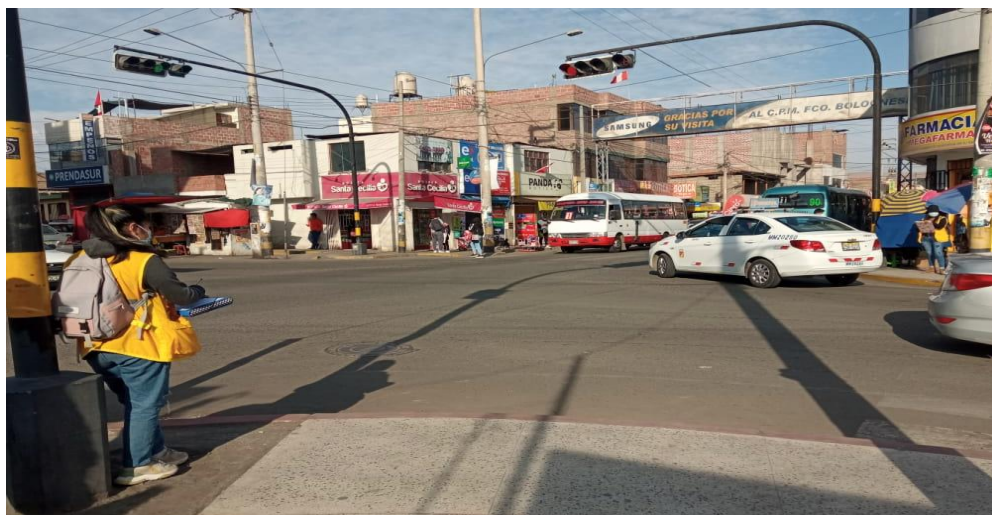
3.4.2. Medición de datos de tránsito

Para la medición de datos de tránsito fue necesario realizar una inspección visual en campo a fin de determinar las estaciones de conteo, giros de los vehículos y también poder visualizar los tipos de vehículos que pasan por la intersección, esto con la finalidad de evitar errores en la hora de registrar los aforos vehiculares y peatonales.

Posteriormente se realizó el aforo vehicular en la intersección durante 4 días iniciando el día lunes 19, seguido del miércoles 21, viernes 23 y culminando el sábado 24 de julio del 2021. Donde el primer día del aforo vehicular se realizó durante todo el día empezando a las 07:00 am hasta las 08:00 pm, a fin de determinar las horas pico. De acuerdo a este aforo inicial el conteo de los días siguientes se realizó en intervalos de 2 horas en la mañana, tarde y noche, los cuales se agruparon en intervalos de 15 minutos cada una respectivamente tal como se muestra en la Figura 22, 23.

Figura 22

Aforo vehicular en la Intersección



Nota: En la imagen se observa el aforo vehicular realizado en la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero

Figura 23

Aforo vehicular de la Intersección

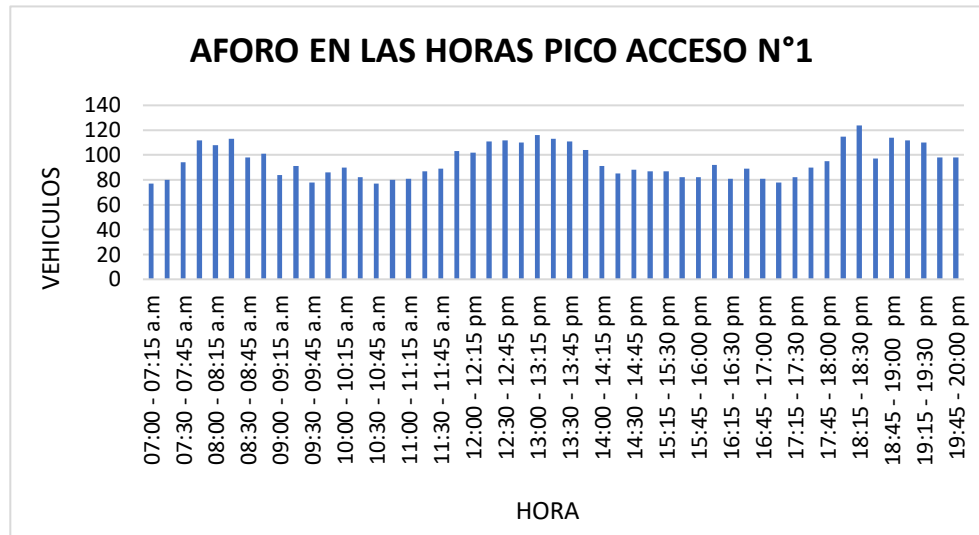


Nota: En la imagen se observa el aforo vehicular realizado en la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero.

En las siguientes figuras 24, 25, 26 y 27 mostramos como se determinó las horas pico para realizar el aforo vehicular.

Figura 24

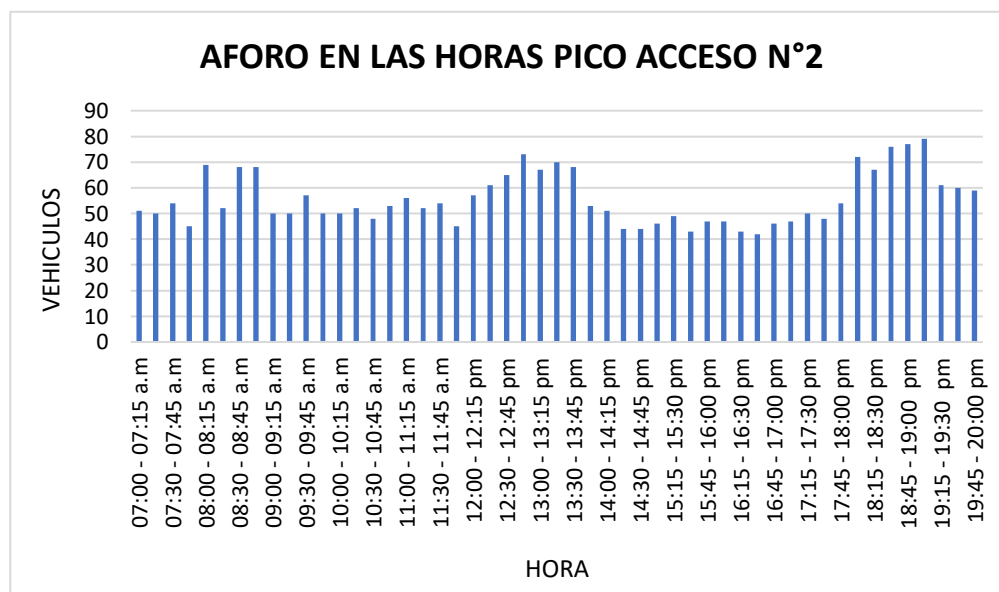
Grafico del aforo en las horas pico del acceso N°1



Nota: En la imagen se observa que las horas pico del acceso N°1 son de 07:00 – 09:00 am, 12:00 – 14:00 am y 18:00 – 20:00 pm.

Figura 25

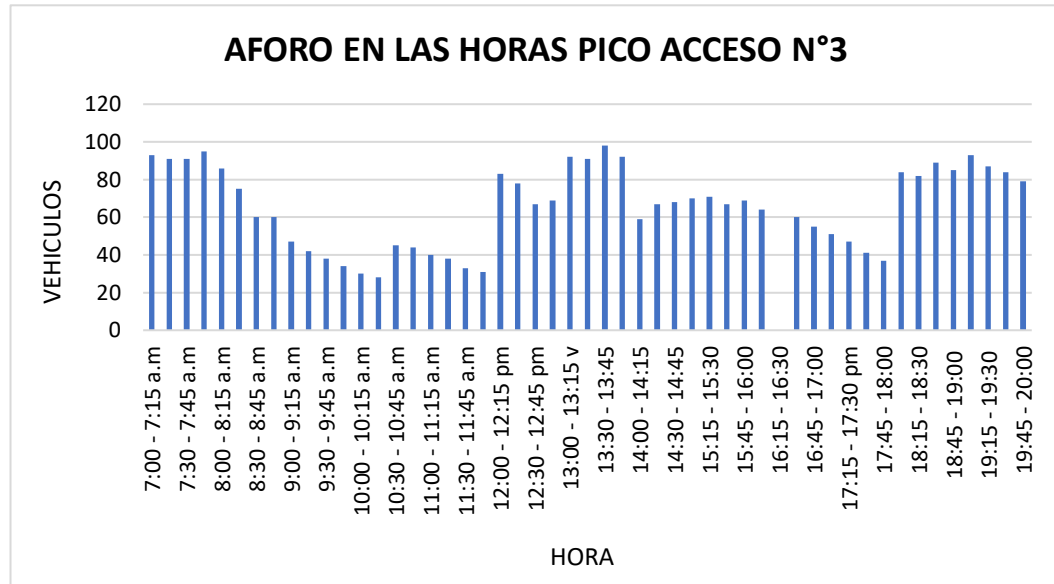
Grafico del aforo en las horas pico del acceso N°2



Nota: En la imagen se observa que las horas pico del acceso N°2 son de 07:00 – 09:00 am, 12:00 – 14:00 am y 18:00 – 20:00 pm.

Figura 26

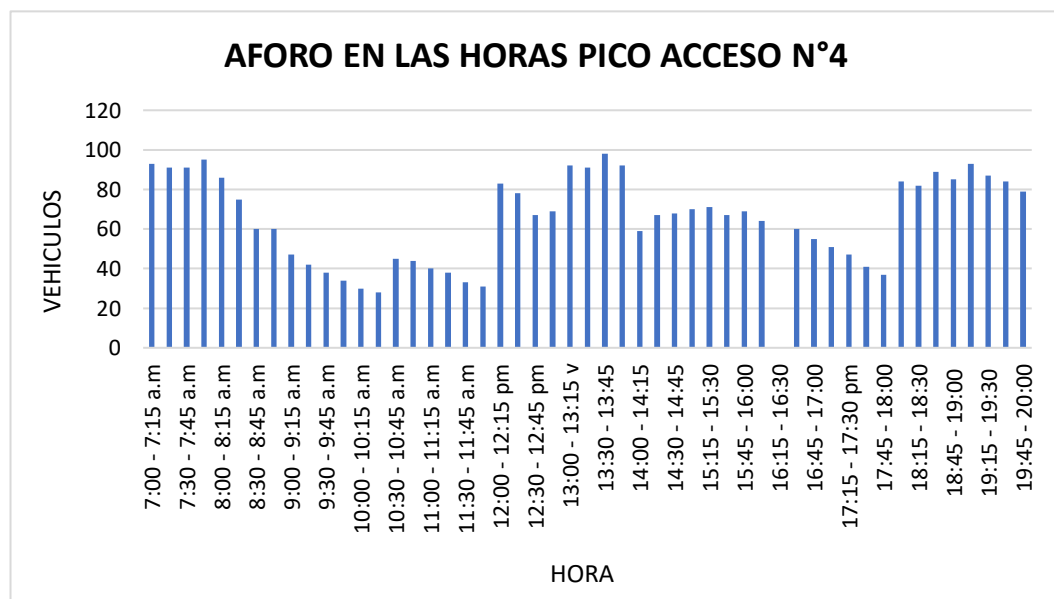
Grafico del aforo en las horas pico del acceso N° 3



Nota: En la imagen se observa que las horas pico del acceso N°3 son de 07:00 – 09:00 am, 12:00 – 14:00 am y 18:00 – 20:00 pm.

Figura 27

Grafico del aforo en las horas pico del acceso N°4



Nota: En la imagen se observa que las horas pico del acceso N°4 son de 07:00 – 09:00 am, 12:00 – 14:00 am y 18:00 – 20:00 pm.

Este primer aforo vehicular de cada acceso nos ayudó a determinar el horario de conteo para los días miércoles 21, viernes 23 y sábado 24 de julio del 2021, cuyo horario es tal como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4

Horario de aforo vehicular

Horario de aforo vehicular		
Acceso		Hora pico
Acceso N°1	Mañana	07:00 – 09:00
	Tarde	12:00 – 14:00
	Noche	18:00 – 20:00
Acceso N°2	Mañana	07:00 – 09:00
	Tarde	12:00 – 14:00
	Noche	18:00 – 20:00
Acceso N°3	Mañana	07:00 – 09:00
	Tarde	12:00 – 14:00
	Noche	18:00 – 20:00
Acceso N°4	Mañana	07:00 – 09:00
	Tarde	12:00 – 14:00
	Noche	18:00 – 20:00

Nota: En la tabla se observa el horario de aforo vehicular en la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero.

Figura 30

Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno noche

HORA	AUTO			STATION WAGON		CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI			SUBTOTAL								
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2														
TURNO																														
NOCHE	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪									
18:00 - 18:15	31	6	34	4	7	2			9	1	17	2										113								
18:15 - 18:30	25	7	43	11	8	0			7	2	17	3			1							124								
18:30 - 18:45	23	5	22	10	3	3			8	3	16	3			1							97								
18:45 - 19:00	26	6	29	14	3	2			11	4	18	1										114								
19:00 - 19:15	21	11	31	11	2	0			10	2	16	6			1		1					112								
19:15 - 19:30	21	15	26	9	4	3			9	3	17	2			1							110								
19:30 - 19:45	20	12	19	12	3	1			7	2	17	5										98								
19:45 - 20:00	18	10	25	10	6	0			8	2	16	3										98								
PARCIAL	0	185	72	0	229	81	0	36	11	0	0	0	69	19	0	134	25	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	0	0	866
SUMATORIA	257			310		47			0			88			159			0			4			1			0			

Figura 31

Aforo del miércoles 21 de junio del 2021 turno mañana

HORA	AUTO			STATION WAGON		CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI			SUBTOTAL								
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2														
TURNO																														
MAÑANA	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪	↩ ↑ ↪									
7:00 - 7:15 a.m	20	5	18	1	2	0			8	2	15	2			1	0						74								
7:15 - 7:30	17	6	26	2	4	1			7	1	17	2			0	0						83								
7:30 - 7:45	25	4	27	3	2	0			8	3	20	3			1	1						97								
7:45 - 8:00	26	5	25	4	3	1			8	4	19	4			4	0						103								
8:00 - 8:15	23	8	33	2	7	2			9	2	16	2			2	0						106								
8:15 - 8:30	29	3	29	3	5	0	2	1	10	3	17	2			4	0						108								
8:30 - 8:45	27	5	30	3	3	0	1	0	7	4	21	3			0	1						105								
8:45 - 9:00	26	9	25	2	2	0	2	0	8	2	18	2			1	0						97								
PARCIAL	0	193	45	0	213	20	0	28	4	0	5	1	0	65	21	0	143	20	0	0	0	0	13	2	0	0	0	0	0	784
SUMATORIA	238			233		32			6			86			163			0			15			0						

Figura 34

Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno mañana

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI			SUBTOTAL								
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2														
MAÑANA	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪				
7:00 - 7:15 a.m		19	5		20	2		2					7	1		17	1												74		
7:15 - 7:30 a.m		20	7		26	3		3	2				8	3		19	2			1									94		
7:30 - 7:45 a.m		29	4		27	5		1			1	1	9	5		19	4												105		
7:45 - 8:00 a.m		30	5		27	2		2			1		8	4		18	5			1									103		
8:00 - 8:15 a.m		27	6		32	3		6	1				11	4		17	4			1									112		
8:15 - 8:30 a.m		26	8		28	2		3	1				10	3		21	3												105		
8:30 - 8:45 a.m		26	6		30	6		4					8	5		16	4												105		
8:45 - 9:00 a.m		28	7		27	5		6	2			1	9	4		17	2												108		
PARCIAL	0	205	48	0	217	28	0	27	6	0	2	2	0	70	29	0	144	25	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	806
SUMATORIA		253			245			33			4			99			169			0			3			0					

Figura 35

Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno tarde

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI			SUBTOTAL								
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2														
TARDE	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪				
12:00 - 12:15		28	6		25	5		2					10	4		19	4			0	0								103		
12:15 - 12:30		30	8		30	3		3	1				12	3		17	5			0									112		
12:30 - 12:45		29	9		32	6		4	1				11	1		19	3			1	1								117		
12:45 - 13:00		27	8		28	8		3	0		1		10	3		18	5			1									112		
13:00 - 13:15		31	6		30	5		5	1				8	2		20	5			2									115		
13:15 - 13:30		28	5		27	7		4	0		1		12	3		21	4			1									113		
13:30 - 13:45		27	7		28	6		0	3				9	5		23	5			3	0								116		
13:45 - 14:00		27	6		26	8		2	2				9	2		20	4			1	0								107		
PARCIAL	0	227	55	0	226	48	0	23	8	0	1	1	0	81	23	0	157	35	0	0	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	895
SUMATORIA		282			274			31			2			104			192			0			10			0					

Figura 36

Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno noche

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI			SUBTOTAL														
	PICK UP			PANEL			RURAL			2 E				2 E			3 E			2S1/2S2																	
TURNO																																					
NOCHE	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→				
18:00 - 18:15		27	5		29	6		5	3					8	3		18	1																			105
18:15 - 18:30		30	8		33	9		5	2		1			10	5		18	3																			124
18:30 - 18:45		28	6		28	8		6	1					9	4					1																	114
18:45 - 19:00		26	7		29	12		4	4					7	3		20	2			1																115
19:00 - 19:15		25	7		27	5		1	1					8	4		22	5		1	1																107
19:15 - 19:30		23	15		25	8		3	3					10	5		18	2																			112
19:30 - 19:45		19	12		23	10		4	0					11	3		19	3																			104
19:45 - 20:00		20	10		21	7		5	0					8	2		17	2																			92
PARCIAL	0	198	70	0	215	65	0	33	14	0	1	0	0	71	29	0	151	22	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	873
SUMATORIA	268			280			47			1			100			173			0			4			0			0									

Figura 37

Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno mañana

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI			SUBTOTAL														
	PICK UP			PANEL			RURAL			2 E				2 E			3 E			2S1/2S2																	
TURNO																																					
MAÑANA	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	
7:00 - 7:15 a.m		20	5		17	2		2						7	1		17	3																			74
7:15 - 7:30 a.m		23	5		19	1		2	2					8	3		19	3																			85
7:30 - 7:45 a.m		22	6		20	2		3			1			7	2		18	2																			83
7:45 - 8:00 a.m		25	3		21	4		0						9	2		20	2		2																	88
8:00 - 8:15 a.m		30	5		23	3		1	1		1			10	3		21	2																			100
8:15 - 8:30 a.m		27	8		32	4		1						8	2		17	3																			102
8:30 - 8:45 a.m		26	5		28	6		3	1					9	4		18	1		1																	102
8:45 - 9:00 a.m		24	6		27	5		1	0					8	2		17	2																			92
PARCIAL	0	197	43	0	187	27	0	13	4	0	1	1	0	66	19	0	147	18	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	726
SUMATORIA	240			214			17			2			85			165			0			3			0			0									

Figura 38

Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno tarde

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI			SUBTOTAL							
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2	2S1/2S2												
TARDE	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔						
12:00 - 12:15		22	6		18	7		5	2				6	1		21	2				3	0				93				
12:15 - 12:30		31	7		19	8		4	1				8	2		20	4				1	1				106				
12:30 - 12:45		28	5		26	5		3	2		1		11	3		23	3				1	0				111				
12:45 - 13:00		26	4		31	9		2	0		1		9	3		19	4				2	0				110				
13:00 - 13:15		23	5		27	6		4	1				7	3		25	4				2	0		1		108				
13:15 - 13:30		25	6		23	7		3	1		1		11	2		23	3				2	1				108				
13:30 - 13:45		23	9		25	6		1	0				8	2		27	2				1	0				104				
13:45 - 14:00		19	5		21	5		2	2				7	3		25	3				1	1				94				
PARCIAL	0	197	47	0	190	53	0	24	9	0	2	1	0	67	19	0	183	25	0	0	0	13	3	0	1	0	0	0	0	834
SUMATORIA		244			243			33			3			86			208				0			16			1		0	

Figura 39

Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno noche

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI			SUBTOTAL							
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2	2S1/2S2												
NOCHE	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔			
18:00 - 18:15		23	8		30	10		5	0				8	2		18	1											105		
18:15 - 18:30		20	5		26	9		7	0				9	3		20	2				1							102		
18:30 - 18:45		26	11		25	9		4	2		2		8	1		23	1											112		
18:45 - 19:00		21	12		26	11		2	2				11	2		21	3				1	1						113		
19:00 - 19:15		23	10		22	6		1	3				8	3		17	2											95		
19:15 - 19:30		28	8		19	10		6	1				10	2		19	3											106		
19:30 - 19:45		26	9		25	8		5	0				9	2		18	2											104		
19:45 - 20:00		19	12		18	9		5	0				9	2		19	3											96		
PARCIAL	0	186	75	0	191	72	0	35	8	0	2	0	0	72	17	0	155	17	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	833
SUMATORIA		261			263			43			2			89			172				0			3			0		0	

Acceso N°2:

Figura 40

Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno mañana

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI		SUBTOTAL															
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	2 E	2 E	3 E		2S1/2S2																							
MAÑANA	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔													
7:00 - 7:15 a.m		17	6		18	3		2				1	2		0	1				0	1					51											
7:15 - 7:30 a.m		19	4		16	4		3	1				0	2		0	1				0	0					50										
7:30 - 7:45 a.m		18	5		20	2		2	0				1	3		0	1				1	1					54										
7:45 - 8:00 a.m		16	6		17	2		1	0				1	2		0	0				0	0					45										
8:00 - 8:15 a.m		21	3		23	6		2	1				2	5		0	1				3	2					69										
8:15 - 8:30 a.m		18	4		18	2		5	0		1		1	1		0	2				0	0					52										
8:30 - 8:45 a.m		22	5		23	3		3	2		1		1	3		0	3				2	0					68										
8:45 - 9:00 a.m		20	5		26	3		4	3				0	5		0	1				1	0					68										
PARCIAL	0	151	38	0	161	25	0	22	7	0	2	0	0	7	23	0	0	10	0	0	0	0	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	457
SUMATORIA	189			186			29			2			30			10			0			11			0												

Figura 41

Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno tarde

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI		SUBTOTAL												
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	2 E	2 E	3 E		2S1/2S2																				
TARDE	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔										
12:00 - 12:15		21	4		23	1		1	1				2	2		1					1					57								
12:15 - 12:30		19	5		25	3		2	0				1	2		2					2					61								
12:30 - 12:45		22	9		23	1		2	1				1	2		2					1					65								
12:45 - 13:00		30	2		27	4		2	0		1		0	3		1					2	1					73							
13:00 - 13:15		25	3		30	2		1	0		1		1	4		0					0	0					67							
13:15 - 13:30		27	2		24	7		0	1		0		3	4		1					1					70								
13:30 - 13:45		24	4		27	5		1	1		1		1	2		2										68								
13:45 - 14:00		20	3		22	1		0	1		1		0	3		2										53								
PARCIAL	0	188	32	0	201	24	0	9	5	0	3	2	0	9	22	0	0	11	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	514
SUMATORIA	220			225			14			5			31			11			0			8			0									

Figura 42

Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno noche

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI			SUBTOTAL
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2						
TURNO																							
NOCHE	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲		
18:00 - 18:15	23	4	28	5	1	3			2	4		2										72	
18:15 - 18:30	25	2	26	3	1	0			2	2		2		3	1							67	
18:30 - 18:45	28	2	33	4	1	1			0	4		2		0	1							76	
18:45 - 19:00	34	7	24	3	1	1			3	3		1										77	
19:00 - 19:15	35	7	27	5	1	0			2	1		1										79	
19:15 - 19:30	29	2	26	2	1	0			0	1		0										61	
19:30 - 19:45	27	3	23	4	0				0	2		1										60	
19:45 - 20:00	25	1	25	4	1				1	2												59	
PARCIAL	0	226	28	0	212	30	0	7	5	0	0	0	0	10	19	0	0	0	9	0	0	0	551
SUMATORIA	254		242		12		0		29		9		0		5		0		0				

Figura 43

Aforo del miércoles 21 de junio del 2021 turno mañana

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI			SUBTOTAL
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2						
TURNO																							
MAÑANA	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲	↩ ↑ ↲		
7:00 - 7:15 a.m	15	3	17	2	1					2		1			1							42	
7:15 - 7:30	16	6	18	4	2					1		2		1	2							52	
7:30 - 7:45	19	7	21	2	1				0	1		2		2	2							57	
7:45 - 8:00	20	5	18	3	1	1			1	2		1		2	0							54	
8:00 - 8:15	17	5	22	5	0	1			1	6		1		0	0							58	
8:15 - 8:30	18	4	17	4	1	0		2	0	2		2		0	0							50	
8:30 - 8:45	16	5	18	6	2	0			0	3		3		1	0							54	
8:45 - 9:00	17	4	23	3					0	1		2		3	0			1				54	
PARCIAL	0	138	39	0	154	29	0	7	3	0	2	0	0	2	18	0	0	14	0	0	0	0	784
SUMATORIA	177		183		10		2		20		14		0		14		1		0				

Figura 46

Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno mañana

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI			SUBTOTAL						
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2												
MAÑANA	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪		
7:00 - 7:15 a.m		15	5		17	2		1						1						1								44	
7:15 - 7:30 a.m		19	6		18	1		3	1			1	1															53	
7:30 - 7:45 a.m		18	5		19	4		2	1					2														52	
7:45 - 8:00 a.m		20	4		20	3		1	1					2				1										53	
8:00 - 8:15 a.m		23	5		17	5		2	1		1			1	1					1								58	
8:15 - 8:30 a.m		19	2		22	3		2			1			2	3					1								58	
8:30 - 8:45 a.m		22	3		21	2		3	1					2				1										57	
8:45 - 9:00 a.m		20	4		19	4		2	2			1		4						1								59	
PARCIAL	0	156	34	0	153	24	0	16	5	0	1	1	0	5	16	0	0	16	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	432
SUMATORIA		190			176			21			2			21			16			0			6			0			

Figura 47

Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno tarde

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI			SUBTOTAL						
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2												
TARDE	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪		
12:00 - 12:15		18	5		23	1		2				1	2							1								54	
12:15 - 12:30		19	6		20	3		1	2		1			1	2					1								57	
12:30 - 12:45		20	2		25	2		3	1			2	2							1								59	
12:45 - 13:00		29	4		27	4		1	1			1	3					1	1									72	
13:00 - 13:15		28	4		30	6		4	2			2	3															79	
13:15 - 13:30		26	3		26	5		3			1		2	4						3	1							75	
13:30 - 13:45		25	6		27	4		1			1		1	3														69	
13:45 - 14:00		22	5		25	3		1	1				2															61	
PARCIAL	0	187	35	0	203	28	0	16	7	0	2	1	0	8	20	0	0	11	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	525
SUMATORIA		222			231			23			3			28			11			0			7			0			

Figura 48

Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno noche

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI			SUBTO TAL										
							PICK UP		PANEL		RURAL			2 E			2 E			3 E				2S1/2S2									
TURNO																																	
NOCHE	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→			
18:00 - 18:15		26	4		28	3		2	1					3	3			3															73
18:15 - 18:30		23	5		26	6		1	1					1	4			2															69
18:30 - 18:45		28	3		31	2			1					2	2			1			1												71
18:45 - 19:00		30	5		26	7			1					1	2			2															74
19:00 - 19:15		26	2		29	2								2	1			2						1									65
19:15 - 19:30		27	6		25	3		2	2					1	3			3															72
19:30 - 19:45		28	7		28	3		1						2	2			1															72
19:45 - 20:00		25	2		24	2		1	1					1	2			2															60
PARCIAL	0	213	34	0	217	28	0	8	6	0	0	0	0	13	19	0	0	16	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0			555
SUMATORIA	247			245			14			0			32			16			0			2			0			0					

Figura 49

Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno mañana

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI			SUBTO TAL										
							PICK UP		PANEL		RURAL			2 E			2 E			3 E				2S1/2S2									
TURNO																																	
MAÑANA	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→			
7:00 - 7:15 a.m		19	8		11	5		4	0					0	3			0			2												52
7:15 - 7:30 a.m		21	5		14	3		2	2			1		2	1			0			1			1			0						53
7:30 - 7:45 a.m		24	3		23	4		1	1			1		0	4			0			3												64
7:45 - 8:00 a.m		18	5		28	3		3	2					0	3			0			1			2			1						66
8:00 - 8:15 a.m		17	4		22	3		4	0					1	3			0			2			1									57
8:15 - 8:30 a.m		22	6		24	2		2	3			1		0	2			0			3												65
8:30 - 8:45 a.m		22	3		19	4		1	1			1		0	1			0			2			1									55
8:45 - 9:00 a.m		19	6		21	2		2	1					2	2			0			2												57
PARCIAL	0	162	40	0	162	26	0	19	10	0	1	3	0	5	19	0	0	16	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0			469
SUMATORIA	202			188			29			4			24			16			0			6			0			0					

Figura 50

Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno tarde

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI		SUBTOTAL				
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	2 E	2 E	3 E		2S1/2S2												
TARDE	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔		
12:00 - 12:15		25	4		19	0		1	0				1	2											53	
12:15 - 12:30		23	4		23	5		2	0				4	1				1	0						65	
12:30 - 12:45		30	4		31	8		2	2				2	3				1	0						85	
12:45 - 13:00		35	2		19	3		1	2				1	2				0	1						69	
13:00 - 13:15		30	3		32	3		1	1				0	3				1	0						76	
13:15 - 13:30		23	2		13	4		2	0				0	2				2	0						49	
13:30 - 13:45		27	2		19	1		3	0				0	1				1	0			1			57	
13:45 - 14:00		26	3		30	3		5	0				0	3											72	
PARCIAL	0	219	24	0	186	27	0	17	5	0	0	0	0	8	17	0	0	0	0	6	1	0	1	0	0	526
SUMATORIA		243			213			22			0		25		15		0		7		1		0			

Figura 51

Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno noche

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI		SUBTOTAL			
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2								
NOCHE	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	
18:00 - 18:15		20	2		24	4		0	3				1	3											58
18:15 - 18:30		25	2		22	5		2	1				3	4											66
18:30 - 18:45		27	3		26	6		0	2				2	2											69
18:45 - 19:00		30	6		21	5		0	3				1	4											72
19:00 - 19:15		28	4		23	2		2	0				3	2											66
19:15 - 19:30		31	5		20	4		3	0				1	2											67
19:30 - 19:45		29	2		24	3		0	1				0	1											61
19:45 - 20:00		23	3		22	3		0	1				0	1											53
PARCIAL	0	213	27	0	182	32	0	7	11	0	0	0	0	11	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	512
SUMATORIA		240			214			18			0		30		10		0		0		0		0		

Figura 56

Aforo del miércoles 21 de junio del 2021 turno tarde

TARDE	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	SUBTO TAL							
12:00 - 12:15		10	8		3	1		25	14		3	1					3						1		1	79						
12:15 - 12:30		12	4		0	3		25	11		1	0		1			2						1		1	69						
12:30 - 12:45		13	5		3	0		20	13		2	1					3						2		1	70						
12:45 - 13:00		14	7		0	1		20	12		0	0					2						1		1	64						
13:00 - 13:15		12	3		3	0		15	10		4	0		1			3						2		1	58						
13:15 - 13:30		11	6		0	2		15	9		3	1					3								1	55						
13:30 - 13:45		11	2		3	0		10	10		5	1		1			3						1		1	51						
13:45 - 14:00		10	1		0	1		10	8		2	0					1						0			37						
PARCIAL	0	93	36	0	12	8	0	144	87	0	20	4	0	3	0	0	20	0	0	45	0	0	0	0	8	0	0	7	0	0	0	483
SUMATORIA		129			20			227			24			3			20			45			8		7		0					

Figura 57

Aforo del miércoles 21 de junio del 2021 turno noche

NOCHE	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	SUBTO TAL							
18:00 - 18:15		10	7		4	1		29	9		3	1		1			4						2	0		67						
18:15 - 18:30		11	5		2	2		29	7		2	1		1			3						2	0		63						
18:30 - 18:45		14	6		2	0		24	9		3	1		1			4						2	1		65						
18:45 - 19:00		15	7		0	1		23	8		2	0		0			4						1	0		59						
19:00 - 19:15		13	6		3	1		12	7		4	1		1			4						2	0		50						
19:15 - 19:30		12	6		2	1		18	5		4	1		1			3						1	0		52						
19:30 - 19:45		12	3		4	0		28	6		3	1		1			3						1	0		60						
19:45 - 20:00		11	3		2	1		28	5		2	0		0			2						0	0		52						
PARCIAL	0	97	41	0	16	5	0	144	54	0	20	3	0	5	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	11	1	0	0	0	0	0	466
SUMATORIA		138			21			244			23			5			25			0			12		0		0					

Figura 60

Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno noche

NOCHE	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	SUBTO TAL	
18:00 - 18:15		17	7	0	6	1		32	26		6	1																				101
18:15 - 18:30		20	7	0	6	2		34	26		7	1																				108
18:30 - 18:45		20	9	0	6	1		31	25		6	1																				106
18:45 - 19:00		20	9	0	6	2		32	25		7	1																				107
19:00 - 19:15		21	7	0	4	0		27	33		7	2																				106
19:15 - 19:30		15	7	0	3	1		23	33		5	1																				93
19:30 - 19:45		11	4	0	3	0		24	21		2	1																				69
19:45 - 20:00		9	4	0	1	1		22	21		2	0																				62
PARCIAL	0	134	53	0	34	7	0	223	210	0	41	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	751
SUMATORIA		186			41			433			49																					

Figura 61

Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno mañana

HORA	AUTO	VOLKSWAG E			STATION WAGON			CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER	SUBTO TAL													
		SUV	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	2 E	3 E	2S1/2S2																								
7:00 - 7:15 a.m		17	11		5	1		30	7			8	2		1	0		3		7	0		0	1	0		0					93	
7:15 - 7:30 a.m		25	13		8	2		33	10			10	1		1	0		5		10	0		0	1	0							119	
7:30 - 7:45 a.m		27	18		10	3		38	21			13	1		1	1		7		13	0		0	1	0							154	
7:45 - 8:00 a.m		29	15		12	2		37	25			16	1		1	1		9		11	0		0	2	0							161	
8:00 - 8:15 a.m		35	13		9	0		35	15			11	2		1	0		6		10	0		0	1	0							138	
8:15 - 8:30 a.m		19	12		7	2		31	8			7	1		0	0		5		8	0		0	1	0							101	
8:30 - 8:45 a.m		18	10		6	0		22	5			1	1		1	0		3		6	0		0	0	0							73	
8:45 - 9:00 a.m		15	8		3	1		15	7			4	1		0	0		2		5	0		0	1	0							62	
PARCIAL	0	185	100	0	60	11	0	241	98	0	0	0	0	0	70	10	0	6	2	0	40	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	901
SUMATORIA		285			71			339			0	80			8			40		70			8		0								

Acceso N°4:

Figura 64

Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno mañana

HORA	AUTO		VOLKSWAGE		STATION WAGON		CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI	SUBTO TAL										
	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	SUV		PICK UP	PANEL	RURAL	2 E	2 E	3 E		2S1/2S2									
TURNO																												
MAÑANA	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→				
7:00 - 7:15 a.m		10	10		1	2		35	25					4					2						93			
7:15 - 7:30 a.m		9	9		1	3		35	25		3	1		1	4					1	2					91		
7:30 - 7:45 a.m		10	7		2	4		28	34		2	1		3											91			
7:45 - 8:00 a.m		12	7		1	4		28	34		2	3		4											95			
8:00 - 8:15 a.m		10	9		2	4		24	26		1	2	2	5					1						86			
8:15 - 8:30 a.m		8	6		1	3		24	26		1	3		3											75			
8:30 - 8:45 a.m		7	3		0	3		23	15		1	3		3					2						60			
8:45 - 9:00 a.m		7	5		2	2		23	15		1	2		3											60			
PARCIAL	0	73	56	0	10	25	0	220	200	0	0	0	0	11	16	0	3	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	651
SUMATORIA		129			35			420			0			27			3			29			0			0		

Figura 65

Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno tarde

HORA	AUTO		VOLKSWAGE		STATION WAGON		CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI	SUBTO TAL										
	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	SUV		PICK UP	PANEL	RURAL	2 E	2 E	3 E		2S1/2S2									
TURNO																												
TARDE	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	
12:00 - 12:15		10	12		3	1		23	22		1			4	1		4										83	
12:15 - 12:30		10	12		3	2		23	22		0			3	0		4										78	
12:30 - 12:45		7	13		3	2		18	19		0			1			3										67	
12:45 - 13:00		7	13		3	2		18	19		1			1			3										69	
13:00 - 13:15		5	7		4	6		28	33		0			1			4										92	
13:15 - 13:30		5	7		4	6		28	33		0			2			4										91	
13:30 - 13:45		8	10		3	2		36	29		1			2			3										98	
13:45 - 14:00		8	10		2	2		36	29		0			2			3										95	
PARCIAL	0	60	84	0	25	23	0	210	206	0	0	3	0	4	10	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	673
SUMATORIA		144			48			416			3			14			0			28			0			20		

Figura 66

Aforo del lunes 19 de junio del 2021 turno noche

HORA	AUTO			VOLKSWAGE			STATION WAGON		CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI	SUBTOTAL							
	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	SUV	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	2 E	3 E	2S1/2S2									
NOCHE	↙	↑	↘	↙	↑	↘	↙	↑	↘	↙	↑	↘	↙	↑	↘	↙	↑	↘	↙	↑	↘	↙	↑	↘			
18:00 - 18:15		10	12		4	3		24	25																84		
18:15 - 18:30		10	12		3	2		26	25																82		
18:30 - 18:45		13	13		4	4		21	28																88		
18:45 - 19:00		13	13		3	2		19	28																83		
19:00 - 19:15		8	9		4	6		26	31																91		
19:15 - 19:30		8	9		5	5		24	31																87		
19:30 - 19:45		7	10		4	3		34	23																84		
19:45 - 20:00		7	10		3	2		29	23																79		
PARCIAL	0	76	88	0	30	27	0	203	214	0	0	0	0	3	11	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	678
SUMATORIA	164			57			417		0				14				0			26			0		678		

Figura 67

Aforo del martes 21 de junio del 2021 turno mañana

HORA	AUTO			VOLKSWAGE			STATION WAGON		CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI	SUBTOTAL					
	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	PICK UP	PANEL	RURAL	2 E		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2								
MAÑANA	↙	↑	↘	↙	↑	↘	↙	↑	↘	↙	↑	↘	↙	↑	↘	↙	↑	↘	↙	↑	↘	↙	↑	↘	
7:00 - 7:15 a.m		9	8		2	1		23	19																91
7:15 - 7:30 a.m		10	7		1			23	19																101
7:30 - 7:45 a.m		11	11			4		18	18																107
7:45 - 8:00 a.m		12	13		1			18	18																85
8:00 - 8:15 a.m		10	10			2		28	31																103
8:15 - 8:30 a.m		10	8		2			28	31																104
8:30 - 8:45 a.m		9	6			3		36	23																89
8:45 - 9:00 a.m		8	6					36	23																104
PARCIAL	0	79	69	0	6	10	0	210	182	0	6	14	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	784
SUMATORIA	148			16			392		20				28				0			20			0		784

Figura 68

Aforo del martes 21 de junio del 2021 turno tarde

HORA	AUTO			VOLKSWAGE			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO			BUS			CAMION			SEMI TRAILER 2S1/2S2			SUBTOTAL							
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	2 E	2 E	3 E	2 E	2 E	3 E	2S1/2S2	2S1/2S2												
TARDE	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔		
12:00 - 12:15		8	10		1	2	28	25		3	1				3						2													83	
12:15 - 12:30		7	9		1	3	28	25		0	1		1		4						1	2													82
12:30 - 12:45		8	7		2	4	29	34		2	1				2																			89	
12:45 - 13:00		9	7		1	4	29	34		2	3				4																			93	
13:00 - 13:15		7	9		2	4	28	26		1	2		2		5						1													87	
13:15 - 13:30		5	6		1	3	28	26		1	3				3																			76	
13:30 - 13:45		4	3		0	3	23	15		1	3				2						2													56	
13:45 - 14:00		4	5		2	2	23	15		1	2				3																			57	
PARCIAL	0	52	56	0	10	25	0	216	200	0	11	16	0	3	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	623	
SUMATORIA	108			35			416			27			3			26			0			0			8			0			0				

Figura 69

Aforo del martes 21 de junio del 2021 turno noche

HORA	AUTO			VOLKSWAGE			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO			BUS			CAMION			SEMI TRAILER 2S1/2S2			SUBTOTAL							
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	2 E	2 E	3 E	2 E	2 E	3 E	2S1/2S2	2S1/2S2									
NOCHE	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔		
18:00 - 18:15		9	9		2	2	26	22		2	2		0		3						2	1													77
18:15 - 18:30		9	8		1	2	26	22		0	1		1		4						2	1													74
18:30 - 18:45		10	9		1	4	24	26		2	2		0		4						1	0													81
18:45 - 19:00		11	10		1	2	24	26		1	2		0		5						1	1													82
19:00 - 19:15		9	10		1	3	28	29		1	3		1		5						2	1													90
19:15 - 19:30		8	7		2	2	28	29		1	3		0		4						1	0													82
19:30 - 19:45		7	5		0	3	28	19		2	2		0		2						2	1													70
19:45 - 20:00		6	6		1	1	28	19		1	2		0		3						1	1													67
PARCIAL	0	66	63	0	8	18	0	210	191	0	9	15	0	2	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	10	5	0	0	0	0	0	0	622	
SUMATORIA	128			26			401			24			2			27			0			0			14			0			0				

Figura 70

Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno mañana

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAILER 2S1/2S2			SUBTOTAL					
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	3 E	2 E	2 E	3 E	2S1/2S2								
MAÑANA	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	
7:00 - 7:15 a.m		10	11		28	23		3	1						4						1	1						85
7:15 - 7:30 a.m		10	10		28	23		0	0						4						2	1						80
7:30 - 7:45 a.m		9	11		20	22		1	2						4						1	0						75
7:45 - 8:00 a.m		10	12		20	22		1	2						4						1	1						76
8:00 - 8:15 a.m		8	9		29	30		1	2						4						2	1						93
8:15 - 8:30 a.m		8	8		29	30		0	2						4						1	0						87
8:30 - 8:45 a.m		8	7		23	18		1	2						3						2	1						69
8:45 - 9:00 a.m		8	8		23	18		0	2						3						1	1						66
PARCIAL	0	71	75	0	200	186	0	7	13	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	11	5	0	0	0	0	0	0	631
SUMATORIA		146			386			20			0			28			0			16			0			0		

Figura 71

Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno tarde

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAILER 2S1/2S2			SUBTOTAL					
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	3 E	2 E	2 E	3 E	2S1/2S2								
TARDE	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	
12:00 - 12:15		10	13		25	25		2	1						4						1	1						88
12:15 - 12:30		10	13		25	25		0	0						4						2	1						86
12:30 - 12:45		8	11		23	18		1	1						3						1	0						72
12:45 - 13:00		8	11		23	18		1	2						4						1	1						76
13:00 - 13:15		8	9		28	23		0	2						4						2	1						86
13:15 - 13:30		7	8		28	23		1	2						3						1	0						81
13:30 - 13:45		7	7		29	22		0	2						2						2	1						79
13:45 - 14:00		7	8		29	22		1	2						3						1	1						79
PARCIAL	0	66	79	0	210	176	0	7	12	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	10	5	0	0	0	0	0	0	647
SUMATORIA		145			386			19			0			27			0			15			0			0		

Figura 72

Aforo del viernes 23 de junio del 2021 turno noche

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI			SUBTO TAL		
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	2 E	3 E	2S1/2S2								
TURNO																									
NOCHE	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔				
18:00 - 18:15	11	13		22	24		2	1				3						1	1				83		
18:15 - 18:30	11	12		22	24		0	0				4						1	0				80		
18:30 - 18:45	11	12		22	23		1	2				3						1	0				81		
18:45 - 19:00	11	13		21	23		1	1				4						1	1				80		
19:00 - 19:15	8	10		28	31		0	2				5						2	1				94		
19:15 - 19:30	8	9		28	31		0	2				3						1	0				90		
19:30 - 19:45	8	9		29	19		1	2				2						1	1				77		
19:45 - 20:00	8	9		30	19		0	2				3						1	1				77		
PARCIAL	0	75	86	0	202	194	0	5	12	0	0	0	0	27	0	0	0	0	7	4	0	0	0	661	
SUMATORIA	160			396			18			0			27			0			11			0			

Figura 73

Aforo del sábado 24 de junio del 2021 turno mañana

HORA	AUTO			VOLKSWAGE			STATION WAGON			CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			SUBTO TAL					
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	SUV	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	2 E		3 E	2S1/2S2													
TURNO																															
MAÑANA	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔								
7:00 - 7:15 a.m	10	14		3	1		23	22			1	4	1							1	1				85						
7:15 - 7:30 a.m	10	14		3	2		23	22			0		0							2	0				80						
7:30 - 7:45 a.m	7	15		3	2		18	19			0		1							1	0				69						
7:45 - 8:00 a.m	7	15		3	2		18	19			1		1							1	1				71						
8:00 - 8:15 a.m	5	9		4	6		28	33			0		1							3	1				94						
8:15 - 8:30 a.m	5	9		4	6		28	33			0		2							2	0				93						
8:30 - 8:45 a.m	8	12		3	2		36	29			1		2							2	2				100						
8:45 - 9:00 a.m	8	12		2	2		36	29			0		2							1	2				97						
PARCIAL	0	60	100	0	25	23	0	210	206	0	0	3	0	4	10	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	689					
SUMATORIA	160			48			416			3			14			0			28			0			20			0			

También se realizó en conteo del flujo peatonal en las determinadas horas pico de cada acceso, donde se midió la cantidad de peatones que cruzan en cada acceso durante cada hora, así como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5

Aforo peatonal

Acceso	Aforo peatonal	
	Hora	Numero de peatones
Acceso N°1	07:00 – 08:00	94
	08:00 – 09:00	105
	12:00 – 13:00	110
	13:00 – 14:00	115
	18:00 – 19:00	120
	19:00 – 20:00	109
	Acceso N°2	07:00 – 08:00
08:00 – 09:00		53
12:00 – 13:00		38
13:00 – 14:00		46
18:00 – 19:00		67
19:00 – 20:00		41
Acceso N°3		07:00 – 08:00
	08:00 – 09:00	60
	12:00 – 13:00	40
	13:00 – 14:00	53
	18:00 – 19:00	57
	19:00 – 20:00	45
	Acceso N°4	07:00 – 08:00
08:00 – 09:00		73
12:00 – 13:00		69
13:00 – 14:00		75
18:00 – 19:00		80
19:00 – 20:00		56

Nota. En la tabla se observa el aforo peatonal realizado en la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, donde en número máximo de peatones que transitan en el acceso 1 es de 120, para el acceso 2 es de 67, para el acceso 3 es de 60 y finalmente en el acceso 4 es de 80.

Se cuantificó la cantidad de transporte público que paran en cada acceso antes de realizar algún giro, así como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6

Transporte público que para en la intersección

Transporte público que para en la intersección		
Acceso	Hora	Número de vehículos
Acceso N°1	07:00 – 08:00	15
	08:00 – 09:00	21
	12:00 – 13:00	16
	13:00 – 14:00	23
	18:00 – 19:00	26
	19:00 – 20:00	19
Acceso N°2	07:00 – 08:00	10
	08:00 – 09:00	8
	12:00 – 13:00	16
	13:00 – 14:00	15
	18:00 – 19:00	20
	19:00 – 20:00	12
Acceso N°3	07:00 – 08:00	12
	08:00 – 09:00	20
	12:00 – 13:00	19
	13:00 – 14:00	21
	18:00 – 19:00	24
	19:00 – 20:00	17
Acceso N°4	07:00 – 08:00	6
	08:00 – 09:00	7
	12:00 – 13:00	6
	13:00 – 14:00	8
	18:00 – 19:00	7
	19:00 – 20:00	6

Nota. En la tabla se observa el conteo que se realizó para saber la cantidad de transporte público que pasa en la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, donde en número máximo de vehículos que para en cada acceso 26, 20, 24 y 8 para el acceso 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Se cuantifico el número de maniobras que realizaron los vehículos en cada acceso antes de realizar algún giros, así como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7

Actividad de estacionamiento

Actividad de estacionamiento		
Acceso	Hora	Numero de maniobras
Acceso N°1	07:00 – 08:00	7
	08:00 – 09:00	6
	12:00 – 13:00	9
	13:00 – 14:00	7
	18:00 – 19:00	11
	19:00 – 20:00	8
Acceso N°2	07:00 – 08:00	11
	08:00 – 09:00	15
	12:00 – 13:00	12
	13:00 – 14:00	16
	18:00 – 19:00	18
	19:00 – 20:00	12
Acceso N°3	07:00 – 08:00	9
	08:00 – 09:00	11
	12:00 – 13:00	8
	13:00 – 14:00	10
	18:00 – 19:00	12
	19:00 – 20:00	9
Acceso N°4	07:00 – 08:00	10
	08:00 – 09:00	13
	12:00 – 13:00	11
	13:00 – 14:00	14
	18:00 – 19:00	16
	19:00 – 20:00	11

Nota. En la tabla se observa el conteo de la actividad de estacionamiento en la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, donde

se determinó que la actividad de estacionamiento para en el acceso 1 es de 11, para el acceso 2 es de 18, para el acceso 3 es de 12 y finalmente en el acceso 4 es de 16.

Se realizó una breve encuesta a los conductores para determinar la velocidad promedio de los vehículos que llegan a la intersección, así como se muestra en la Figura 76 y Tabla 8.

Figura 76

Encuesta para determinar la Velocidad



Nota. En la imagen se observa la encuesta realizada a los conductores para determinar la velocidad con la cual circulan los vehículos en la Intersección.

Tabla 8

Velocidad de vehículos en la intersección

Velocidad de vehículos en la intersección	
Acceso	Velocidad
Acceso N°1	35km/h a 40 km/h
Acceso N°2	35km/h a 40 km/h
Acceso N°3	35km/h a 40 km/h
Acceso N°4	35km/h a 40 km/h

Nota. En la tabla se observa la velocidad con la que circulan los vehículos en la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero.

3.4.3. Medición de datos de semáforo

La intersección materia de estudio cuenta con 4 semáforos ubicados 1 en cada acceso respectivamente, dichos semáforos están programadas para que los vehículos realicen movimientos de acuerdo a 2 fases, tal como se muestra en la Figura 77, 78, 79, 80, 81 y 82 por de cada color rojo, verde y ámbar se anotó con el fin de recopilar esta información para poder realizar el análisis correspondiente.

Figura 77

Semáforos de la Intersección



Nota. En la figura se observa los semáforos existentes en la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, donde se aprecia que por cada acceso se tiene 1 para el control de tránsito vehicular.

Figura 78

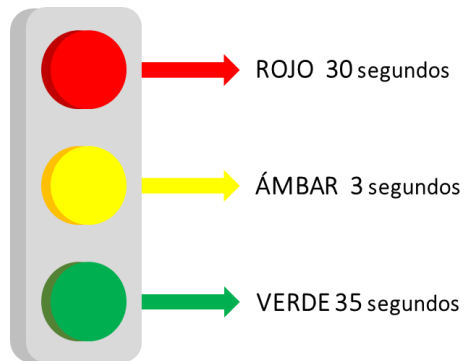
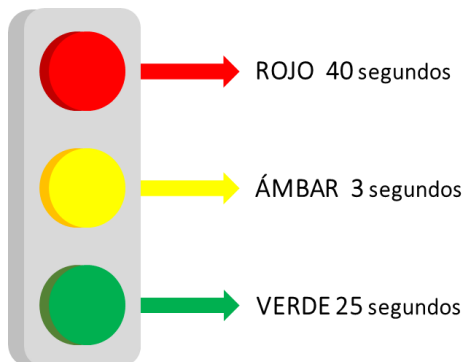
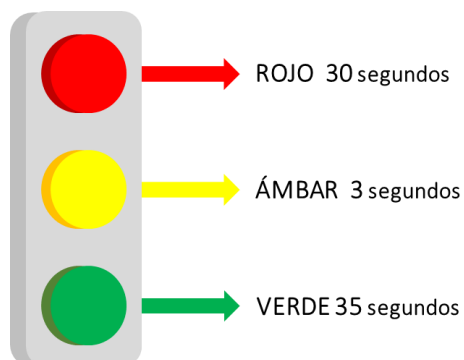
Obtención de tiempos de semáforos en la Intersección



Nota. En la figura se observa la toma de los tiempos de cada semáforo de la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, donde se aprecia que por cada acceso se tiene 1 para el control de tránsito vehicular.

Después de realizar la toma de datos de los semáforos se determinó en gabinete los siguientes datos que nos servirán para determinar el nivel de servicio de la intersección Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero:

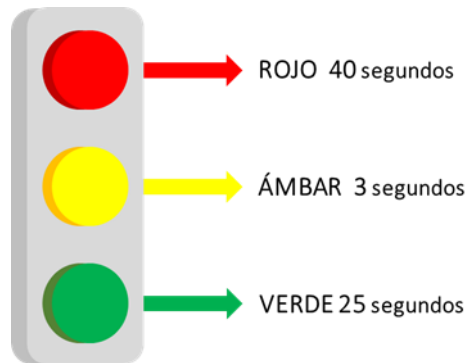
- Los tiempos de verde, ámbar y rojo de cada semáforo.
- El tiempo en ámbar + todo rojo.
- La longitud de ciclo semaforico que consiste en la sumatoria de todos los tiempos de verde + ámbar, respetando el plan de fases de la intersección.
- El plan de fases que nos indican los turnos de funcionamiento de los semáforos en la intersección.

Acceso N°1**Figura 79***Tiempos del semáforo en el Acceso N°1***Acceso N°2****Figura 80***Tiempos del semáforo en el Acceso N°2***Acceso N°3****Figura 81***Tiempos del semáforo en el Acceso N°3*

Acceso N°4

Figura 82

Tiempos del semáforo en el Acceso N°4



3.5. Procesamiento y análisis de datos

La metodología usada se basará en el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010). Denominada “Metodología de análisis operacional para intersecciones semaforizadas”.

3.5.1. Parámetros que determinan el nivel de servicio

Factor de ajuste por ancho de carriles “ f_w ”

Factor que toma en consideración el impacto negativo que pueden llegar a generar carriles muy angostos en la tasa del flujo de saturación base (1900 veh/h/carril) así como incrementar la tasa al existir carriles anchos. El HCM2010 propone un ancho de carril estándar de 3.6 m y se calcula mediante la ecuación 1.

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

Donde:

W = Ancho de carril

Factor de ajuste por vehículos pesados “ f_{HV} ”

Factor que toma en cuenta el espacio adicional y las diferencias operativas con las que cuentan los vehículos pesados comparado a los vehículos livianos. El equivalente de vehículos livianos por cada vehículo pesado recomendado por el HCM2010 es $E_T = 2,00$ y se calcula mediante la ecuación 2.

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(E_T - 1)} \quad (2)$$

Donde:

$\%HV$ = Porcentaje de Vehículos pesados

E_T = Factor de automoviles equivalentes a un camion

Factor de ajuste por pendiente de acceso “ f_g ”

Factor que toma en cuenta la inclinación que posee el acceso y se calcula mediante la ecuación 3.

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200} \quad (3)$$

Donde:

$\%G$ = Pendiente

Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles “ f_p ”

Factor que toma en cuenta el efecto de las maniobras y bloqueos que ocurren en el acceso por la existencia de un estacionamiento adyacente. El HCM2010 considera que cada maniobra tarda 18 segundos en promedio y se calcula mediante la ecuación 4.

$$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N} \quad (4)$$

Donde:

N = Número de carriles

Nm = Actividad de estacionamiento (Maniobras/h)

Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección “ f_{bb} ”

Factor que toma en cuenta el ajuste por las paradas que realiza el transporte público para recoger o dejar pasajeros en un rango de 70 metros por detrás de la línea de parada. Se considera un promedio de 14.4 segundos de bloqueo y se calcula mediante la ecuación 5.

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 * Nb}{3600}}{N} \quad (5)$$

Donde:

N = Número de carriles

Nb = Transporte público que para en la intersección (vehículos/h)

Factor de ajuste por tipo de área “ f_a ”

Este factor se aplica cuando el estudio se realiza en áreas centrales de negocios de la ciudad u otros sectores con características similares mediante la ecuación 6 y 7.

Para zonas comerciales:

$$f_a = 0,90 \quad (6)$$

Para zonas residenciales o externas al centro de la ciudad:

$$f_a = 1,00 \quad (7)$$

Donde:

f_a = Factor de ajuste por tipo de área

Factor de ajuste por utilización de carriles “ f_{LU} ”

Factor que considera la distribución desigual del volumen de tráfico. Es posible utilizar un $f_{LU} = 1.0$ cuando se puede asumir una distribución uniforme del tráfico en todos los carriles o cuando no se posee un carril exclusivo y se calcula mediante la ecuación 8.

$$f_{LU} = \frac{V_g}{V_{g1} * N} \quad (8)$$

Donde:

N = Número de carriles

V_g = Tasa de flujo de demanda no ajustada del grupo de carril

V_{g1} = Tasa de flujo de demanda no ajustada del grupo de carril con el volumen más alto del grupo

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda “ f_{LT} ”

Este factor depende si los giros a la izquierda son protegidos o permitidos y si estos se realizan desde un carril compartido o exclusivo. En accesos que no posean giros la izquierda el factor será igual a 1.0 y se calcula mediante la ecuación 9 y 10.

Carril exclusivo:

$$f_{LT} = 0,95 \quad (9)$$

Carril compartido:

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

Donde:

P_{LT} = Proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

Factor de ajuste por vueltas a la derecha “ f_{RT} ”

Este factor depende si los giros a la derecha son protegidos o permitidos y si estos se realizan desde un carril compartido o exclusivo. En accesos que no posean giros la derecha el factor será igual a 1.0 y se calcula mediante la ecuación 11 y 12.

Carril exclusivo:

$$f_{RT} = 0,85 \quad (11)$$

Carril compartido:

$$f_{RT} = 1 - 0,15 * P_{RT} \quad (12)$$

Donde:

P_{RT} = Proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda " f_{Lpb} "

Se calcula mediante la ecuación 13.

$$f_{Lpb} = 1,0 - P_{LT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{LTA}) \quad (13)$$

Donde:

P_{LT} = Proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

P_{LTA} = Proporción de vueltas a la izquierda que usan la fase protegida

P_{pbT} = Ajuste a la fase permitida

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha " f_{Rpb} "

Se calcula mediante la ecuación 14.

$$f_{Rpb} = 1,0 - P_{RT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{RTA}) \quad (14)$$

Donde:

P_{RT} = Proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

P_{RTA} = Proporción de vueltas a la derecha que usan la fase protegida

P_{pbT} = Ajuste a la fase permitida

Tasa de flujo de saturación ajustada “ S_i ”

La tasa de flujo de saturación ajustada es la tasa de flujo de saturación inicial(1900veh/h/carril) multiplicado por cada uno de los factores descritos anteriormente, se calcula mediante la ecuación 15.

$$S_i = S_o * N * f_W * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb} \quad (15)$$

Capacidad “ C_I ”

La capacidad del acceso está directamente afectada por la tasa de flujo de saturación ajustada y por el ciclo semafórico y se calcula mediante la ecuación 16.

$$C_I = S_i * \frac{g1}{C} \quad (16)$$

Donde:

S_i = Flujo de saturación

$g1$ = Tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles(segundos)

C = Ciclo del semáforo(segundos)

Capacidad “ X_i ”

También conocida como grado de saturación X_i y se calcula mediante la ecuación 17.

$$X_i = \frac{V_i}{C_i} \quad (17)$$

Donde:

V_i = Tasa de flujo de tráfico actual del grupo de carriles

C_i = Capacidad del grupo de carriles

Factor de ajuste por coordinación “ PF ”

Este factor se aplica debido a cómo afecta la secuencia semafórica en la demora de los vehículos. Una secuencia semafórica óptima garantiza que una gran

proporción de vehículos lleguen a la intersección en verde, se calcula mediante la ecuación 18.

$$PF = \frac{(1 - P)f_{PA}}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)} \quad (18)$$

Donde:

P = Proporción de vehículos que llegan en verde

g = Tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles(segundos)

C = Ciclo del semáforo(segundos)

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

Demora uniforme “d1”

Esta demora ocurre cuando se asume llegadas uniformes, flujo estable y ninguna cola inicial en la intersección y se calcula mediante la siguiente ecuación 19.

$$d1 = \frac{0,5C \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - \left[\min(1, x) \frac{g}{C}\right]} \quad (19)$$

Donde:

$\min(1, x)$ = Relación volumen / capacidad del acceso

g = Tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles(segundos)

C = Ciclo del semáforo(segundos)

Demora uniforme “d2”

Utilizada para calcular la demora incremental ocasionado por llegadas no uniformes y por fallas en los ciclos y se calcula mediante la siguiente ecuación 20.

$$d2 = 900T \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8klX}{cT}} \right] \quad (20)$$

Donde:

T = Duración de periodo de análisis (0.25h)

k = Factor de demora incremental que depende del ajuste de los controladores en intersecciones actuadas, $k = 0.50$ para intersecciones prefijadas.

l = Factor de ajuste por entradas en la intersección corriente arriba (HCM, cuadro 15.7) $l = 1.00$ para intersecciones aisladas

Demora uniforme “d3”

Demora la cual evalúa las colas residuales de ciclos anteriores y se calcula mediante la siguiente ecuación 21 y 22.

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT} \quad (21)$$

Donde:

T = Duración de periodo de análisis (0.25h)

t = Duración de la demanda insatisfecha (h)

Qb = Cola inicial al principio del periodo(veh)

u = Parámetro de demora

$$u = 1 - \left[\frac{cT}{Qb[1 - \min(1, X)]} \right], \text{ si } t < T \text{ entonces } t = 0 \quad (22)$$

Determinación de las demoras “d”

El cálculo de las demoras representa la demora media que los vehículos perciben, así como las velocidades bajas de circulación, efectos de desaceleración y detenciones en las intersecciones por los dispositivos de control y se calcula mediante la ecuación 23.

$$d = d1(PF) + d2 + d3 \quad (23)$$

Donde:

d = Demora media de control (s/veh)

$d1$ = Demora uniforme (s/veh)

$d2$ = Demora incremental (s/veh)

$d3$ = Demora de cola inicial(s/veh)

PF = Factor de ajuste de demora uniforme por coordinación

3.5.2. Cálculos para determinar el nivel de servicio

Ya habiendo recopilados los datos necesarios para poder determinar el nivel de servicio de la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero, se procede a realizar los siguientes cálculos para cada acceso.

Acceso N°1

Considerando los siguientes datos descritos en la tabla 9, 10 y 11.

Tabla 9

Resumen del aforo vehicular en el acceso N°1

Día / hora	Izquierda		Directo		Derecha	
	Aforo	vph	Aforo	vph	Aforo	vph
	15min		15min		15min	
lunes 7am hasta 9am	0	0	96	384	22	88
lunes 12pm hasta 2pm	0	0	95	380	25	100
lunes 6pm hasta 8pm	0	0	101	404	32	128
miércoles 7am hasta 9am	0	0	96	384	18	72
miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	97	388	17	68
miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	92	368	31	124
viernes 7am hasta 9am	0	0	94	376	21	84
viernes 12pm hasta 2pm	0	0	96	384	26	104
viernes 6pm hasta 8pm	0	0	97	388	33	132
sábado 7am hasta 9am	0	0	85	340	17	68
sábado 12pm hasta 2pm	0	0	93	372	23	92
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	88	352	31	124
mayor		-		404		132

Nota. En la tabla se puede apreciar el resumen del aforo vehicular realizado en el acceso N°1 en las horas pico.

Tabla 10*Porcentaje de vehículos pesados del acceso N°1*

Día / hora	Izquierda (%)	Directo (%)	Derecha (%)
lunes 7am hasta 9am	0	2	0
lunes 12pm hasta 2pm	0	2	2
lunes 6pm hasta 8pm	0	1	0
miércoles 7am hasta 9am	0	2	2
miércoles 12pm hasta 2pm	0	2	0
miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	1
Viernes 7am hasta 9am	0	0	0
Viernes 12pm hasta 2pm	0	1	1
Viernes 6pm hasta 8pm	0	0	1
sábado 7am hasta 9am	0	0	0
sábado 12pm hasta 2pm	0	2	2
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	1
mayor	-	2,068	2,013

Nota. En la tabla se puede apreciar el resumen del porcentaje de vehículos pesados que transitan por el acceso N°1 en las horas pico.

Tabla 11*Parámetros de entrada del Acceso N°1*

Tipo de condición	Parámetro	E1
Geométricas	Tipo de área	No CBD
	Número de carriles, N	1
	Ancho promedio de carriles, W (m)	3,6
	Pendiente, G (%)	-1,325
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Extensión de bahías, LT o RT, Ls (m)	No
	Estacionamiento	Si
De Tránsito	Flujo de saturación base, So (veh/h)	1900
	Flujo peatonal en el acceso (peatones/h)	120
	Transporte Público que paran en la intersección, Nb (vehículos/h)	26
	Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)	11
	Velocidad de aproximación, (km/h)	40
	Longitud del ciclo, C (s)	66
	Tiempo en verde, G (s)	35
Semafóricas	Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, entre verde, Y(s)	3
	Operación accionada o prefija	No
	Botón peatonal	0
	Verde mínimo peatonal, (s)	3
	Plan de fases	PRIMERA
	Periodo de análisis, T (h)	0,25

Nota. En la tabla se presentan los parámetros de entrada geométricas, de tránsito y semafóricas, datos que nos ayudaran a calcular el nivel de servicio para el acceso N°1 de la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero.

DETERMINACIÓN DE LA TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN

Parámetros que determinan el nivel de servicio Factor de ajuste por ancho de carriles “ f_w ” de la ecuación 1 tenemos:

$$f_w = 1 + \frac{W - 3,6}{9}$$

$$f_w = 1 + \frac{3,6 - 3,6}{9}$$

$$f_w = 1,00$$

Factor de ajuste por vehículos pesados “ f_{HV} ” de la ecuación 2 tenemos:

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

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + 4,081 \times (2,4 - 1)}$$

$$f_{HV} = 0,946$$

Factor de ajuste por pendiente de acceso “ f_g ” de la ecuación 3 tenemos:

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$f_g = 1 - \frac{-1,325}{200}$$

$$f_g = 1,007$$

Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles “ f_p ” de la ecuación 4 tenemos:

$$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$$

$$f_p = \frac{1 - 0,1 - \frac{18 * 11}{3600}}{1}$$

$$f_p = 0,845$$

Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección “ f_{bb} ” de la ecuación 5 tenemos:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 * Nb}{3600}}{N}$$

$$f_{bb} = \frac{1 - \frac{14,4 * 26}{3600}}{1}$$

$$f_{bb} = 0,896$$

Factor de ajuste por tipo de área “ f_a ” de la ecuación 6 tenemos:

$$f_a = 1$$

Factor de ajuste por utilización de carriles “ f_{LU} ” de la ecuación 7 tenemos:

$$f_{LU} = \frac{V_g}{V_{g1} * N}$$

$$f_{LU} = \frac{536}{404 * 1}$$

$$f_{LU} = 1,327$$

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda “ f_{LT} ” de la ecuación 10 tenemos:

Carril compartido:

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0,05 * P_{LT}}$$

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0,05 * 0}$$

$$f_{LT} = 1$$

Factor de ajuste por vueltas a la derecha “ f_{RT} ” Factor de ajuste por vueltas a la izquierda “ f_{LT} ” de la ecuación 12 tenemos:

Carril compartido:

$$f_{RT} = 1 - 0,15 * P_{RT}$$

$$f_{RT} = 1 - 0,15 * 0,246$$

$$f_{RT} = 0,963$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda “ f_{Lpb} ” de la ecuación 13 tenemos:

$$f_{Lpb} = 1.0 - P_{LT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{LTA})$$

$$f_{Lpb} = 1,0 - 0 \times (1 - 0)(1 - 0)$$

$$f_{Lpb} = 1,0$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha “ f_{Rpb} ” de la ecuación 14 tenemos:

$$f_{Rpb} = 1.0 - P_{RT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{RTA})$$

$$f_{Rpb} = 1,0 - 0(1 - 0)(1 - 0)$$

$$f_{Rpb} = 1,0$$

Tasa de flujo de saturación ajustada “ S_i ” de la ecuación 15 tenemos:

$$S_i = S_o * N * f_W * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb}$$

$$S_i = 1900 \times 1 \times 1,0 \times 0,946 \times 1,007 \times 0,845 \times 0,896 \times 0,90 \times 1,327 \times 1 \times 0,963 \times 1$$

$$S_i = 1750,211$$

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y LA RELACIÓN VOLUMEN A CAPACIDAD

Capacidad “ C_I ” de la ecuación 16 tenemos:

$$C_I = S_i * \frac{g1}{C}$$

$$C_I = 1750,211 \times \frac{35}{66}$$

$$C_I = 928,142$$

Capacidad “ X_I ” de la ecuación 17 tenemos:

$$X_I = \frac{V_i}{C_i}$$

$$X_I = \frac{536}{928,142}$$

$$X_I = 0,578$$

DETERMINACIÓN DE LAS DEMORAS

Factor de ajuste por coordinación “ PF ” de la ecuación 18 tenemos:

$$PF = \frac{(1 - P)f_{RT}}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)}$$

$$PF = \frac{(1 - 0,321) \times 0,963}{1 - \frac{35}{66}}$$

$$PF = 1,392$$

Demora uniforme “ $d1$ ” de la ecuación 19 tenemos:

$$d1 = \frac{0.5C \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - \left[\min(1, x) \frac{g}{C}\right]}$$

$$d1 = \frac{0,5 \times 66 \times \left(1 - \frac{35}{66}\right)^2}{1 - \left[0,578 \times \frac{35}{66}\right]}$$

$$d1 = 10,494$$

Demora uniforme “d2” de la ecuación 20 tenemos:

$$d2 = 900T \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8klX}{cT}} \right]$$

$$d2 = 900 \times 0,25 \times \left[(0,578 - 1) + \sqrt{(0,578 - 1)^2 + \frac{8 \times 0,5 \times 1 \times 0,584}{928,142 \times 0,25}} \right]$$

$$d2 = 2,615$$

Demora uniforme “d3” de la ecuación 21 tenemos:

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800 \times 11 \times (1 + 0)^{0,003056}}{928,142 \times 0,25}$$

$$d3 = 85,332$$

Determinación de las demoras “d” de la ecuación 23 tenemos:

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

$$d = 10,494 \times (1,392) + 2,615 + 85,332$$

$$d = 102,559$$

Se concluye que el nivel de servicio del acceso N°01 es **F**

Acceso N° 02

Considerando los siguientes datos descritos en la tabla 12, 13 y 14

Tabla 12

Resumen del aforo vehicular en el acceso N°2

Día / hora	Izquierda		Directo		Derecha	
	Aforo 15min	vph	Aforo 15min	vph	Aforo 15min	vph
lunes 7am hasta 9am	0	0	52	208	18	72
lunes 12pm hasta 2pm	0	0	62	248	16	64
lunes 6pm hasta 8pm	0	0	65	260	18	72
miércoles 7am hasta 9am	0	0	43	172	18	72
miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	65	260	14	56
miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	61	244	20	80
Viernes 7am hasta 9am	0	0	47	186	17	66
Viernes 12pm hasta 2pm	0	0	64	254	16	62
Viernes 6pm hasta 8pm	0	0	62	248	18	72
sábado 7am hasta 9am	0	0	51	204	18	72
sábado 12pm hasta 2pm	0	0	66	264	19	76
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	56	224	20	80
mayor		-		264		80

Tabla 13

porcentaje de vehículos pesados del acceso N°2

Día / hora	Izquierda (%)	Directo (%)	Derecha (%)
lunes 7am hasta 9am	0	2	4
lunes 12pm hasta 2pm	0	0	6
lunes 6pm hasta 8pm	0	1	2
miércoles 7am hasta 9am	0	3	5
miércoles 12pm hasta 2pm	0	1	1
miércoles 6pm hasta 8pm	0	1	2
Viernes 7am hasta 9am	0	1	3
Viernes 12pm hasta 2pm	0	1	3
Viernes 6pm hasta 8pm	0	0	1
sábado 7am hasta 9am	0	1	2
sábado 12pm hasta 2pm	0	2	1
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	0
mayor	-	3,195	5,882

Tabla 14*Parámetros de entrada del Acceso N°2*

Tipo de condición	Parámetro	E2
Geométricas	Tipo de área	No CBD
	Número de carriles, N	1
	Ancho promedio de carriles, W (m)	3,6
	Pendiente, G (%)	-5,86
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Extensión de bahías, LT o RT, Ls (m)	No
	Estacionamiento	Si
De Tránsito	Flujo de saturación base, So (veh/h)	1900
	Flujo peatonal en el acceso (peatones/h)	67
	Transporte Público que paran en la intersección, Nb (vehículos/h)	20
	Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)	18
	Velocidad de aproximación, (km/h)	40
	Longitud del ciclo, C (s)	66
	Tiempo en verde, G (s)	25
Semafóricas	Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, entre verde, Y(s)	3
	Operación accionada o prefija	No
	Botón peatonal	0
	Verde mínimo peatonal, (s)	3
	Plan de fases	PRIMERA
	Periodo de análisis, T (h)	0,25

Nota. En la tabla se presentan los parámetros de entrada geométricas, de tránsito y semafóricas, datos que nos ayudaran a calcular el nivel de servicio para el acceso N°2 de la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero.

DETERMINACIÓN DE LA TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN

Parámetros que determinan el nivel de servicio Factor de ajuste por ancho de carriles “ f_w ” de la ecuación 1 tenemos:

$$f_w = 1 + \frac{W - 3,6}{9}$$

$$f_w = 1 + \frac{3,6 - 3,6}{9}$$

$$f_w = 1,0$$

Factor de ajuste por vehículos pesados “ f_{HV} ” de la ecuación 2 tenemos:

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

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + 9,077 \times (2,4 - 1)}$$

$$f_{HV} = 0,887$$

Factor de ajuste por pendiente de acceso “ f_g ” de la ecuación 3 tenemos:

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$f_g = 1 - \frac{-5,86}{200}$$

$$f_g = 1,029$$

Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles “ f_p ” de la ecuación 4 tenemos:

$$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$$

$$f_p = \frac{1 - 0,1 - \frac{18 * 18}{3600}}{1}$$

$$f_p = 0,81$$

Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección “ f_{bb} ” de la ecuación 5 tenemos:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 * Nb}{3600}}{N}$$

$$f_{bb} = \frac{1 - \frac{14,4 * 20}{3600}}{1}$$

$$f_{bb} = 0,92$$

Factor de ajuste por tipo de área “ f_a ” de la ecuación 6 tenemos:

$$f_a = 1$$

Factor de ajuste por utilización de carriles “ f_{LU} ” de la ecuación 7 tenemos:

$$f_{LU} = \frac{V_g}{V_{g1} * N}$$

$$f_{LU} = \frac{344}{264 * 1}$$

$$f_{LU} = 1,303$$

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda “ f_{LT} ” de la ecuación 10 tenemos:

Carril compartido:

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0,05 * P_{LT}}$$

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0,05 * 0}$$

$$f_{LT} = 1$$

Factor de ajuste por vueltas a la derecha “ f_{RT} ” Factor de ajuste por vueltas a la izquierda “ f_{LT} ” de la ecuación 12 tenemos:

Carril compartido:

$$f_{RT} = 1 - 0,15 * P_{RT}$$

$$f_{RT} = 1 - 0,15 * 0.233$$

$$f_{RT} = 0,965$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda “ f_{Lpb} ” de la ecuación 13 tenemos:

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

$$f_{Lpb} = 1,0 - 0 \times (1 - 0)(1 - 0)$$

$$f_{Lpb} = 1,0$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha “ f_{Rpb} ” de la ecuación 14 tenemos:

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

$$f_{Rpb} = 1,0 - 0(1 - 0)(1 - 0)$$

$$f_{Rpb} = 1,0$$

Tasa de flujo de saturación ajustada “ S_i ” de la ecuación 15 tenemos:

$$S_i = S_o * N * f_W * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb}$$

$$S_i = 1900 \times 1 \times 1,0 \times 0,887 \times 1,029 \times 0,81 \times 0,92 \times 0,90 \times 1,303 \times 1 \times 0,965 \times 1$$

$$S_i = 1626,100$$

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y LA RELACIÓN VOLUMEN A CAPACIDAD

Capacidad “ C_I ” de la ecuación 16 tenemos:

$$C_I = S_i * \frac{g1}{C}$$

$$C_I = 1626,100 \times \frac{25}{66}$$

$$C_I = 615,95$$

Capacidad “ X_I ” de la ecuación 17 tenemos:

$$X_I = \frac{V_i}{C_i}$$

$$X_I = \frac{344}{615,947}$$

$$X_I = 0,558$$

DETERMINACIÓN DE LAS DEMORAS

Factor de ajuste por coordinación “ PF ” de la ecuación 18 tenemos:

$$PF = \frac{(1 - P)f_{RT}}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)}$$

$$PF = \frac{(1 - 0,244) \times 0,965}{1 - \frac{25}{66}}$$

$$PF = 1,174$$

Demora uniforme “ $d1$ ” de la ecuación 19 tenemos:

$$d1 = \frac{0,5C \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - \left[\min(1, x) \frac{g}{C}\right]}$$

$$d1 = \frac{0,5 \times 66 \times \left(1 - \frac{25}{66}\right)^2}{1 - \left[0,558 \times \frac{25}{66}\right]}$$

$$d1 = 16,152$$

Demora uniforme “d2” de la ecuación 20 tenemos:

$$d2 = 900T \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8klX}{cT}} \right]$$

$$d2 = 900 \times 0,25 \times \left[(0,558 - 1) + \sqrt{(0,558 - 1)^2 + \frac{8 \times 0,5 \times 1 \times 0,519}{615,947 \times 0,25}} \right]$$

$$d2 = 3,630$$

Demora uniforme “d3” de la ecuación 21 tenemos:

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800 \times 7 \times (1 + 0)^{0,001944}}{615,947 \times 0,25}$$

$$d3 = 81,825$$

Determinación de las demoras “d” de la ecuación 23 tenemos:

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

$$d = 16,152 \times (1,174) + 3,630 + 81,825$$

$$d = 104,421$$

Se concluye que el nivel de servicio del acceso N°2 es **F**

Acceso N°3

Considerando los siguientes datos descritos en la tabla 15, 16 y 17

Tabla 15

Resumen del aforo vehicular en el acceso N°3

Día / hora	Izquierda		Directo		Derecha	
	Aforo 15min	vph	Aforo 15min	vph	Aforo 15min	vph
lunes 7am hasta 9am	0	0	81	324	19	76
lunes 12pm hasta 2pm	0	0	79	316	21	84
lunes 6pm hasta 8pm	0	0	102	408	19	76
miércoles 7am hasta 9am	0	0	67	268	13	52
miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	55	220	24	96
miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	51	204	16	64
Viernes 7am hasta 9am	0	0	90	361	26	105
Viernes 12pm hasta 2pm	0	0	79	317	26	105
Viernes 6pm hasta 8pm	0	0	73	290	42	167
sábado 7am hasta 9am	0	0	117	468	48	192
sábado 12pm hasta 2pm	0	0	113	452	30	120
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	113	452	40	158
mayor		-		468		192

Tabla 16

porcentaje de vehículos pesados del acceso N°3

Día / hora	Izquierda (%)	Directo (%)	Derecha (%)
lunes 7am hasta 9am	0	4	0
lunes 12pm hasta 2pm	0	4	0
lunes 6pm hasta 8pm	0	2	0
miércoles 7am hasta 9am	0	4	1
miércoles 12pm hasta 2pm	0	4	0
miércoles 6pm hasta 8pm	0	3	0
Viernes 7am hasta 9am	0	3	1
Viernes 12pm hasta 2pm	0	4	0
Viernes 6pm hasta 8pm	0	2	0
sábado 7am hasta 9am	0	1	0
sábado 12pm hasta 2pm	0	2	0
sábado 6pm hasta 8pm	0	2	0
mayor	-	4,334	1,389

Tabla 17*Parámetros de entrada del Acceso N°3*

Tipo de condición	Parámetro	E3
Geométricas	Tipo de área	No CBD
	Número de carriles, N	1
	Ancho promedio de carriles, W (m)	3,6
	Pendiente, G (%)	0.82
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Extensión de bahías, LT o RT, Ls (m)	No
	Estacionamiento	Si
De Tránsito	Flujo de saturación base, So (veh/h)	1900
	Flujo peatonal en el acceso (peatones/h)	60
	Transporte Público que paran en la intersección, Nb (vehículos/h)	24
	Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)	12
	Velocidad de aproximación, (km/h)	40
	Longitud del ciclo, C (s)	66
	Tiempo en verde, G (s)	25
Semafóricas	Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, entre verde, Y(s)	3
	Operación accionada o prefija	No
	Botón peatonal	0
	Verde mínimo peatonal, (s)	3
	Plan de fases	SEGUNDA
	Periodo de análisis, T (h)	0,25

Nota. En la tabla se presentan los parámetros de entrada geométricas, de tránsito y semafóricas, datos que nos ayudaran a calcular el nivel de servicio para el acceso N°3 de la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero.

DETERMINACIÓN DE LA TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN

Parámetros que determinan el nivel de servicio Factor de ajuste por ancho de carriles “ f_w ” de la ecuación 1 tenemos:

$$f_w = 1 + \frac{W - 3,6}{9}$$

$$f_w = 1 + \frac{3,5 - 3,6}{9}$$

$$f_w = 1$$

Factor de ajuste por vehículos pesados “ f_{HV} ” de la ecuación 2 tenemos:

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

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + 5,723 \times (2,4 - 1)}$$

$$f_{HV} = 0.926$$

Factor de ajuste por pendiente de acceso “ f_g ” de la ecuación 3 tenemos:

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$f_g = 1 - \frac{0,82}{200}$$

$$f_g = 0,996$$

Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles “ f_p ” de la ecuación 4 tenemos:

$$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$$

$$f_p = \frac{1 - 0,1 - \frac{18 * 12}{3600}}{1}$$

$$f_p = 0,84$$

Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección “ f_{bb} ” de la ecuación 5 tenemos:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 * Nb}{3600}}{N}$$

$$f_{bb} = \frac{1 - \frac{14,4 * 24}{3600}}{1}$$

$$f_{bb} = 0,904$$

Factor de ajuste por tipo de área “ f_a ” de la ecuación 6 tenemos:

$$f_a = 1,00$$

Factor de ajuste por utilización de carriles “ f_{LU} ” de la ecuación 7 tenemos:

$$f_{LU} = \frac{V_g}{V_{g1} * N}$$

$$f_{LU} = \frac{660}{468 * 1}$$

$$f_{LU} = 1,41$$

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda “ f_{LT} ” de la ecuación 10 tenemos:

Carril compartido:

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0,05 * P_{LT}}$$

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0,05 * 0}$$

$$f_{LT} = 1$$

Factor de ajuste por vueltas a la derecha “ f_{RT} ” Factor de ajuste por vueltas a la izquierda “ f_{LT} ” de la ecuación 12 tenemos:

Carril compartido:

$$f_{RT} = 1 - 0,15 * P_{RT}$$

$$f_{RT} = 1 - 0,15 * 0,291$$

$$f_{RT} = 0,956$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda “ f_{Lpb} ” de la ecuación 13 tenemos:

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

$$f_{Lpb} = 1,0 - 0 \times (1 - 0)(1 - 0)$$

$$f_{Lpb} = 1,0$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha “ f_{Rpb} ” de la ecuación 14 tenemos:

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

$$f_{Rpb} = 1,0 - 0(1 - 0)(1 - 0)$$

$$f_{Rpb} = 1,0$$

Tasa de flujo de saturación ajustada “ S_i ” de la ecuación 15 tenemos:

$$S_i = S_o * N * f_W * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb}$$

$$S_i = 1900 \times 1 \times 1 \times 0,926 \times 0,996 \times 0,84 \times 0,904 \times 1,00 \times 1,41 \times 1 \times 0,956 \times 1$$

$$S_i = 1793,695$$

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y LA RELACIÓN VOLUMEN A CAPACIDAD

Capacidad “ C_I ” de la ecuación 16 tenemos:

$$C_I = S_i * \frac{g1}{C}$$

$$C_I = 1793,695 \times \frac{25}{66}$$

$$C_I = 679,43$$

Capacidad “ X_I ” de la ecuación 17 tenemos:

$$X_I = \frac{V_i}{C_i}$$

$$X_I = \frac{660}{679,43}$$

$$X_I = 0,971$$

DETERMINACIÓN DE LAS DEMORAS

Factor de ajuste por coordinación “ PF ” de la ecuación 18 tenemos:

$$PF = \frac{(1 - P)f_{RT}}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)}$$

$$PF = \frac{(1 - 0,242) \times 0,956}{1 - 0,379}$$

$$PF = 1,166$$

Demora uniforme “ $d1$ ” de la ecuación 19 tenemos:

$$d1 = \frac{0,5C \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - \left[\min(1, x) \frac{g}{C}\right]}$$

$$d1 = \frac{0,5 \times 66 \times (1 - 0,379)^2}{1 - [0,971 \times 0,379]}$$

$$d1 = 20,137$$

Demora uniforme “d2” de la ecuación 20 tenemos:

$$d2 = 900T \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8klX}{cT}} \right]$$

$$d2 = 900 \times 0,25 \times \left[(0,971 - 1) + \sqrt{(0,971 - 1)^2 + \frac{8 \times 0,25 \times 1 \times 0,971}{679,43 \times 0,25}} \right]$$

$$d2 = 28,614$$

Demora uniforme “d3” de la ecuación 21 tenemos:

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800 \times 8 \times (1 + 0)^{0,00278}}{679,43 \times 0,25}$$

$$d3 = 84,777$$

Determinación de las demoras “d” de la ecuación 23 tenemos:

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

$$d = 28,614 \times (1,166) + 28,614 + 84,777$$

$$d = 136,871$$

Se concluye que el nivel de servicio del acceso N°03 es F

Acceso N°4

Considerando los siguientes datos descritos en la tabla 18, 19 y 20

Tabla 18

Resumen del aforo vehicular en el acceso N°4

Día / hora	Izquierda		Directo		Derecha	
	Aforo 15min	vph	Aforo 15min	vph	Aforo 15min	vph
lunes 7am hasta 9am	0	0	55	220	48	192
lunes 12pm hasta 2pm	0	0	50	200	48	192
lunes 6pm hasta 8pm	0	0	47	188	49	196
miércoles 7am hasta 9am	0	0	50	200	47	188
miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	46	184	48	192
miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	45	178	44	176
Viernes 7am hasta 9am	0	0	47	188	46	184
Viernes 12pm hasta 2pm	0	0	45	179	43	173
Viernes 6pm hasta 8pm	0	0	45	180	49	195
sábado 7am hasta 9am	0	0	51	204	50	200
sábado 12pm hasta 2pm	0	0	53	212	53	212
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	51	204	53	210
mayor		-		220		212

Tabla 19

Porcentaje de vehículos pesados del acceso N°4

Día / hora	Izquierda (%)	Directo (%)	Derecha (%)
lunes 7am hasta 9am	0	1	1
lunes 12pm hasta 2pm	0	1	1
lunes 6pm hasta 8pm	0	1	1
miércoles 7am hasta 9am	0	1	1
miércoles 12pm hasta 2pm	0	1	1
miércoles 6pm hasta 8pm	0	1	1
Viernes 7am hasta 9am	0	1	1
Viernes 12pm hasta 2pm	0	1	1
Viernes 6pm hasta 8pm	0	1	1
sábado 7am hasta 9am	0	1	1
sábado 12pm hasta 2pm	0	1	1
sábado 6pm hasta 8pm	0	1	1
mayor	-	1,497	1,340

Tabla 20*Parámetros de entrada del Acceso N°4*

Tipo de condición	Parámetro	E4
Geométricas	Tipo de área	No CBD
	Número de carriles, N	1
	Ancho promedio de carriles, W (m)	3,6
	Pendiente, G (%)	3,049
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Extensión de bahías, LT o RT, Ls (m)	No
	Estacionamiento	Si
De Tránsito	Flujo de saturación base, So (veh/h)	1900
	Flujo peatonal en el acceso (peatones/h)	80
	Transporte Público que paran en la intersección, Nb (vehículos/h)	8
	Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)	16
	Velocidad de aproximación, (km/h)	40
	Longitud del ciclo, C (s)	66
	Tiempo en verde, G (s)	35
Semafóricas	Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, entre verde, Y(s)	3
	Operación accionada o prefija	No
	Botón peatonal	0
	Verde mínimo peatonal, (s)	3
	Plan de fases	SEGUNDA
	Periodo de análisis, T (h)	0,25

Nota. En la tabla se presentan los parámetros de entrada geométricas, de tránsito y semafóricas, datos que nos ayudaran a calcular el nivel de servicio para el acceso N°4 de la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero.

DETERMINACIÓN DE LA TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN

Parámetros que determinan el nivel de servicio Factor de ajuste por ancho de carriles " f_w " de la ecuación 1 tenemos:

$$f_w = 1 + \frac{W - 3,6}{9}$$

$$f_w = 1 + \frac{3,6 - 3,6}{9}$$

$$f_w = 1,00$$

Factor de ajuste por vehículos pesados " f_{HV} " de la ecuación 2 tenemos:

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

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + 2,837 \times (2,4 - 1)}$$

$$f_{HV} = 0,962$$

Factor de ajuste por pendiente de acceso " f_g " de la ecuación 3 tenemos:

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$f_g = 1 - \frac{3,05}{200}$$

$$f_g = 0,985$$

Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles " f_p " de la ecuación 4 tenemos:

$$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$$

$$f_p = \frac{1 - 0,1 - \frac{18 * 16}{3600}}{1}$$

$$f_p = 0,82$$

Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección “ f_{bb} ” de la ecuación 5 tenemos:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 * Nb}{3600}}{N}$$

$$f_{bb} = \frac{1 - \frac{14,4 * 8}{3600}}{1}$$

$$f_{bb} = 0,968$$

Factor de ajuste por tipo de área “ f_a ” de la ecuación 6 tenemos:

$$f_a = 1,00$$

Factor de ajuste por utilización de carriles “ f_{LU} ” de la ecuación 7 tenemos:

$$f_{LU} = \frac{V_g}{V_{g1} * N}$$

$$f_{LU} = \frac{432}{220 * 1}$$

$$f_{LU} = 1,964$$

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda “ f_{LT} ” de la ecuación 10 tenemos:

Carril compartido:

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0,05 * P_{LT}}$$

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0,05 * 0}$$

$$f_{LT} = 1$$

Factor de ajuste por vueltas a la derecha “ f_{RT} ” Factor de ajuste por vueltas a la izquierda “ f_{LT} ” de la ecuación 12 tenemos:

Carril compartido:

$$f_{RT} = 1 - 0,15 * P_{RT}$$

$$f_{RT} = 1 - 0,15 * 0,491$$

$$f_{RT} = 0,926$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda “ f_{Lpb} ” de la ecuación 13 tenemos:

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

$$f_{Lpb} = 1,0 - 0 \times (1 - 0)(1 - 0)$$

$$f_{Lpb} = 1,0$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha “ f_{Rpb} ” de la ecuación 14 tenemos:

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

$$f_{Rpb} = 1,0 - 0(1 - 0)(1 - 0)$$

$$f_{Rpb} = 1,0$$

Tasa de flujo de saturación ajustada “ S_i ” de la ecuación 15 tenemos:

$$S_i = S_o * N * f_W * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb}$$

$$S_i = 1900 \times 1 \times 1 \times 0,962 \times 0,985 \times 0,82 \times 0,968 \times 1 \times 1,964 \times 1 \times 0,926 \times 1$$

$$S_i = 2599,002$$

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y LA RELACIÓN VOLUMEN A CAPACIDAD

Capacidad “ C_I ” de la ecuación 16 tenemos:

$$C_I = S_i * \frac{g1}{C}$$

$$C_I = 2599,002 \times \frac{35}{66}$$

$$C_I = 1378,259$$

Capacidad “ X_I ” de la ecuación 17 tenemos:

$$X_I = \frac{V_i}{C_i}$$

$$X_I = \frac{432}{1378,259}$$

$$X_I = 0,313$$

DETERMINACIÓN DE LAS DEMORAS

Factor de ajuste por coordinación “ PF ” de la ecuación 18 tenemos:

$$PF = \frac{(1 - P)f_{RT}}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)}$$

$$PF = \frac{(1 - 0,370) \times 0,926}{1 - 0,53}$$

$$PF = 1,241$$

Demora uniforme “ $d1$ ” de la ecuación 19 tenemos:

$$d1 = \frac{0,5C \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - \left[\min(1, x) \frac{g}{C}\right]}$$

$$d1 = \frac{0,5 \times 66 \times (1 - 0,53)^2}{1 - [0,313 \times 0,53]}$$

$$d1 = 8,739$$

Demora uniforme “d2” de la ecuación 20 tenemos:

$$d2 = 900T \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8klX}{cT}} \right]$$

$$d2 = 900 \times 0,25 \times \left[(0,313 - 1) + \sqrt{(0,313 - 1)^2 + \frac{8 \times 0,25 \times 1 \times 0,313}{1378,259 \times 0,25}} \right]$$

$$d2 = 1,889$$

Demora uniforme “d3” de la ecuación 21 tenemos:

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800 \times 12 \times (1 + 0)^{0,00333}}{1378,259 \times 0,25}$$

$$d3 = 62,688$$

Determinación de las demoras “d” de la ecuación 23 tenemos:

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

$$d = 8,739 \times (1,241) + 1,889 + 62,688$$

$$d = 75,422$$

Se concluye que el nivel de servicio del acceso N°04 es **E**

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultados de nivel del servicio de la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero

Después de haberse realizados los cálculos para determinar el nivel de servicio actual, se tienen los siguientes resultados para la intersección semaforizada descritos en la tabla 21, 22, 23 y 24.

Tabla 21

Resultados del acceso N°1

RESULTADOS DEL NIVEL DE SERVICIO ACTUAL EN EL ACCESO N°01	
Factor de ajuste por ancho de carriles "fw"	1,0
Factor de ajuste por vehículos pesados "fHV"	0,946
Factor de ajuste por pendiente de acceso "fg"	1,007
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles "fp"	0,845
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en la intersección "fbb"	0,896
Factor de ajuste por tipo de área "fa"	1,0
Factor de ajuste por utilización de carriles "fLU"	1,327
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda "fLT"	1
Factor de ajuste por vueltas a la derecha "fRT"	0,963
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda "fLpb"	1
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha "fRpb"	1
Cálculo del flujo de saturación "Si"	1750,211
Capacidad del acceso	928,142
Relación volumen a capacidad (Grado de Saturación)	0,578
Factor de ajuste por coordinación	1,392
Demora uniforme "d1"	10,494
Demora incremental "d2"	2,615
Demora de cola inicial "d3"	85,332
Demora total en el acceso "d"	102,559
Nivel de servicio	F

Nota. En la tabla se aprecia los resultados del nivel de servicio actual del acceso N°1 con un flujo de saturación de 1750,211 segundos y un nivel de servicio F (pésimo).

Tabla 22

Resultados del acceso N°2

RESULTADOS DEL NIVEL DE SERVICIO ACTUAL EN EL ACCESO N°02	
Factor de ajuste por ancho de carriles "fw"	1,0
Factor de ajuste por vehículos pesados "fHV"	0,887
Factor de ajuste por pendiente de acceso "fg"	1,029
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles "fp"	0,81
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en la intersección "fbb"	0,92
Factor de ajuste por tipo de área "fa"	1,0
Factor de ajuste por utilización de carriles "fLU"	1,303
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda "fLT"	1
Factor de ajuste por vueltas a la derecha "fRT"	0,965
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda "fLpb"	1
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha "fRpb"	1
Cálculo del flujo de saturación "Si"	1626,100
Capacidad del acceso	615,95
Relación volumen a capacidad (Grado de Saturación)	0,558
Factor de ajuste por coordinación	1,174
Demora uniforme "d1"	16.152
Demora incremental "d2"	3,630
Demora de cola inicial "d3"	81,825
Demora total en el acceso "d"	104,421
Nivel de servicio	F

Nota. En la tabla se aprecia los resultados del nivel de servicio actual del acceso N°2 con un flujo de saturación de 1626,100 segundos y un nivel de servicio F (pésimo).

Tabla 23*Resultados del acceso N°3*

RESULTADOS DEL NIVEL DE SERVICIO ACTUAL EN EL ACCESO N°03	
Factor de ajuste por ancho de carriles "fw"	1,00
Factor de ajuste por vehículos pesados "fHV"	0,926
Factor de ajuste por pendiente de acceso "fg"	0,996
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles "fp"	0,84
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en la intersección "fbb"	0,904
Factor de ajuste por tipo de área "fa"	1,00
Factor de ajuste por utilización de carriles "fLU"	1,41
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda "fLT"	1
Factor de ajuste por vueltas a la derecha "fRT"	0,956
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda "fLpb"	1
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha "fRpb"	1
Cálculo del flujo de saturación "Si"	1793,695
Capacidad del acceso	679,43
Relación volumen a capacidad (Grado de Saturación)	0,971
Factor de ajuste por coordinación	1,166
Demora uniforme "d1"	20,137
Demora incremental "d2"	28,614
Demora de cola inicial "d3"	84,777
Demora total en el acceso "d"	136,871
Nivel de servicio	F

Nota. En la tabla se aprecia los resultados del nivel de servicio actual del acceso N°3 con un flujo de saturación de 1793,695 segundos y un nivel de servicio F (pésimo).

Tabla 24*Resultados del acceso N° 4*

RESULTADOS DEL NIVEL DE SERVICIO ACTUAL EN EL ACCESO N°4	
Factor de ajuste por ancho de carriles "fw"	1,00
Factor de ajuste por vehículos pesados "fHV"	0,962
Factor de ajuste por pendiente de acceso "fg"	0,985
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles "fp"	0,82
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en la intersección "fbb"	0,968
Factor de ajuste por tipo de área "fa"	1,0
Factor de ajuste por utilización de carriles "fLU"	1,964
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda "fLT"	1
Factor de ajuste por vueltas a la derecha "fRT"	0,926
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda "fLpb"	1
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha "fRpb"	1
Cálculo del flujo de saturación "Si"	2599,002
Capacidad del acceso	1378,259
Relación volumen a capacidad (Grado de Saturación)	0,313
Factor de ajuste por coordinación	1,241
Demora uniforme "d1"	8,739
Demora incremental "d2"	1,889
Demora de cola inicial "d3"	62,688
Demora total en el acceso "d"	75,422
Nivel de servicio	E

Nota. En la tabla se aprecia los resultados del nivel de servicio actual del acceso N°4 con un flujo de saturación de 2599,002 segundos y un nivel de servicio E.

Donde el nivel de servicio de la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero vendría a ser mostrada mediante la tabla 25.

Tabla 25

Nivel de servicio actual de la Intersección

	Accesos			
	1	2	3	4
Demora uniforme "d1"	10,494	16,152	20,137	8,739
Demora incremental "d2"	2,615	3,630	28,614	1,889
Demora de cola inicial "d3"	85,332	81,825	84,777	62,688
Demora total en el acceso "d"	102,559	104,421	136,871	75,422
Nivel de servicio de los accesos	F	F	F	E
Demora total de la intersección		104,818		
Nivel de servicio actual		F		

Nota. En la tabla se aprecia los resultados del nivel de servicio actual de la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero donde la demora total es de 104,818 segundos y por lo tanto el nivel de servicio es de F.

Habiéndose utilizado la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), realizando la recolección de datos que consistió en realizar un aforo vehicular, toma de datos semafóricos, mediciones de las características geométricas existentes y analizando los resultados se determinó el estado situacional del comportamiento de los flujos vehiculares de la intersección y los resultados presentan:

- Que el acceso N°1 tiene un flujo de saturación de 1750,211 veh/h, con un tiempo de demora de 102,559 segundos y un nivel de servicio F.
- Lo mismo sucede en el acceso N°2 que presenta un flujo de saturación de 1626,100 veh/h, con un tiempo de demora de 104,421 segundos y un nivel de servicio F.
- El acceso N°3 tiene flujo de saturación de 1793,695 veh/h, con un tiempo de demora de 136,871 segundos y un nivel de servicio F.

- El acceso N°4 tiene flujo de saturación de 1378,259 veh/h, con un tiempo de demora de 75,422 segundos y un nivel de servicio E.
- También se determinó la demora total de la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero que resulto ser de 104,818 segundos, donde según el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010) indica que si se presentan demoras mayores a 80 segundos/vehículo el nivel de servicio es de F.

Viendo el estado situacional actual de la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero, es necesario plantear una propuesta que mejore el ciclo semafórico actual de la intersección, también se debe plantear estrategias para mejorar el nivel de servicio de la intersección, es por ello que en el ítem 4.2 se detalla la propuesta para optimizar el tránsito en la intersección.

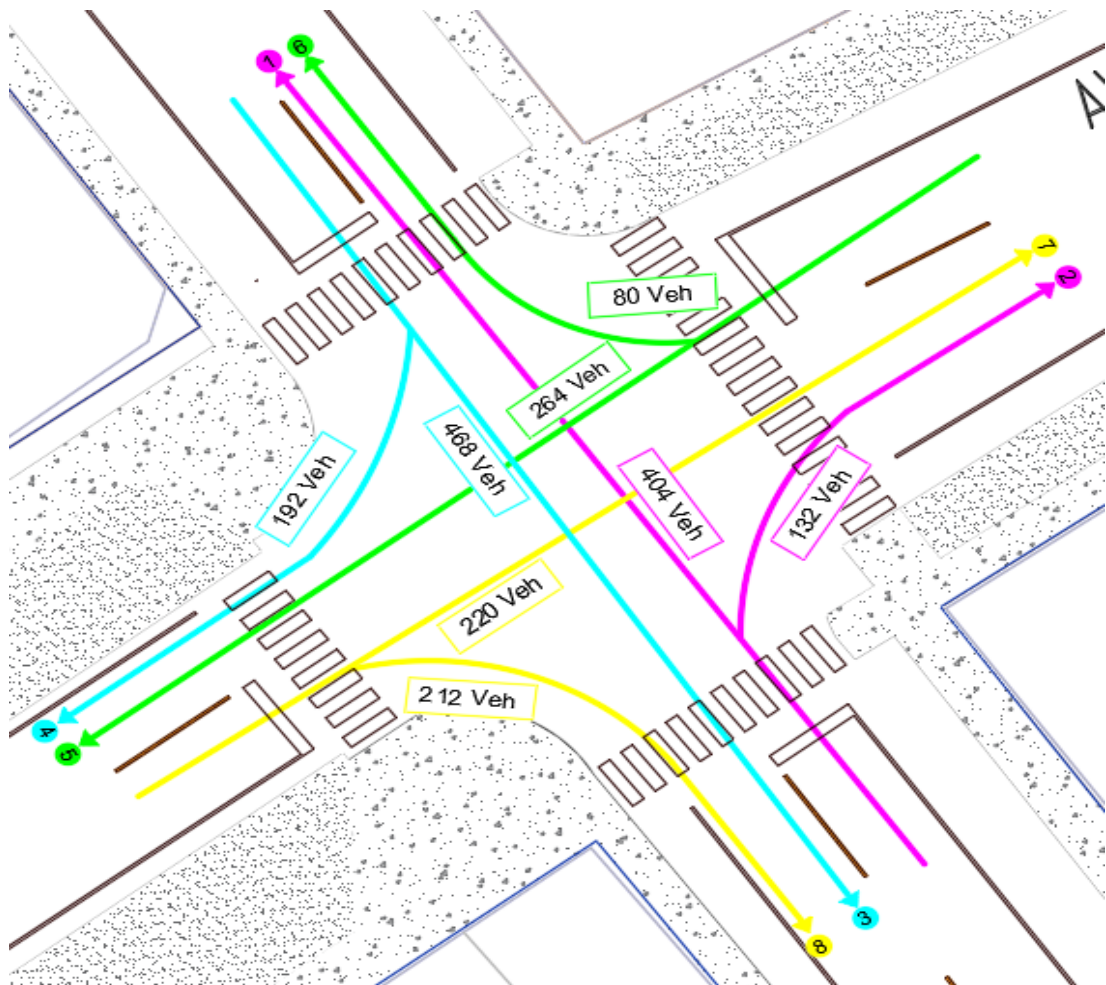
4.2. Propuesta de optimización del tránsito en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero

- Propuesta de cambio de tiempo semafórico de la intersección.

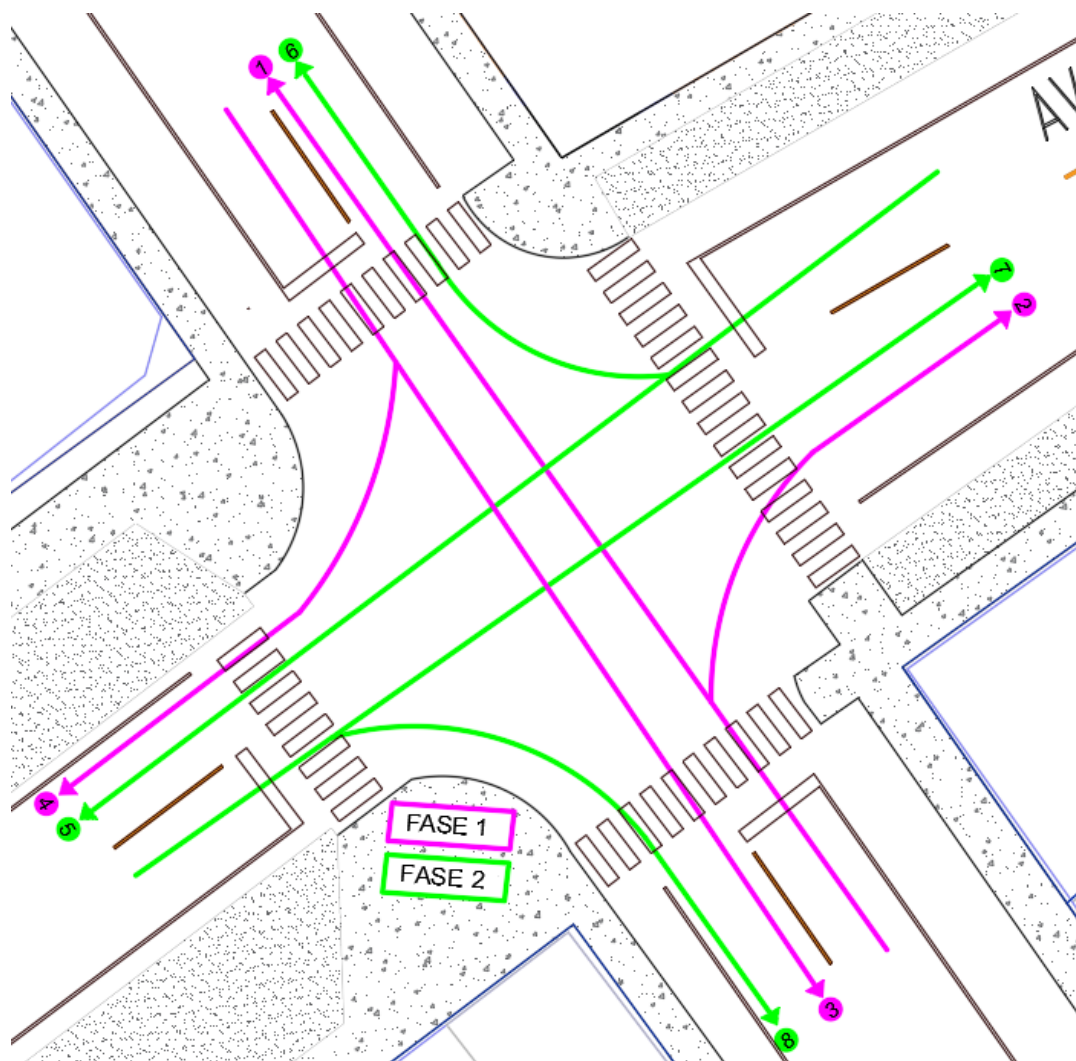
Para poder cambiar el tiempo de verde, rojo y ámbar de los semáforos de la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero tal como se muestra en la figura 83 y 84, es necesario hacer los cálculos para poder determinar los tiempos límite que se tiene que considerar para poder realizar la propuesta, para reducir el ciclo semafórico y de esa forma poder optimizar el nivel de servicio, en este caso se realizar los calculo con el método de WEBSTER.

Figura 83

Esquema de giros permitidos y cantidad de vehículos por acceso



Nota. En la presente imagen se observa los giros permitidos y la cantidad de vehículos que circulan en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero.

Figura 84*Plan de fases de la intersección*

Nota. En la presente imagen se observa la distribución del plan de fases de la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero.

Teniendo en cuenta los datos que se presentan las figuras 82 y 83 es que se procede a realizar los siguientes cálculos mostrados en la tabla 26:

Primeramente, para el factor de equivalencia se tiene en cuenta lo siguiente:

- Movimientos rectos: 1
- Movimientos derecha o izquierda: 1, 2

Tabla 26*Calculo del flujo de saturación de fases*

Fase	Movimiento	I (Intensidad)	n (Carriles)	feq (factor de equivalencia)	q=(I x feq)/n	Yi (flujo saturación)	
1	1	404	1	1	404,00	0,213	
	2	132	1	1.2	158,40	0,083	0,296
	3	468	1	1	468,00	0,246	
	4	192	1	1.2	230,40	0,121	0,368
						Y1	0,368
2	5	264	1	1	264,00	0,139	
	6	80	1	1.2	96,00	0,051	0,189
	7	220	1	1	220,00	0,116	
	8	212	1	1.2	254,40	0,134	0,250
						Y2	0,250
						Y	0,617

Nota. En la presente tabla mediante la metodología WEBSTER se obtiene el flujo de saturación por cada fase Y1: 0,368 y Y2:0,250 y en teniendo el flujo de saturación de las dos fases es Y: 0,617

Segundo se calculó el tiempo para el ciclo optimo mediante las ecuaciones 24 y 25:

Donde:

- Tco = tiempo de ciclo optimo
- P = tiempo total perdido por ciclo (Sumatoria de tiempos de ámba - se considera ambas como 3 segundos)
- Y= Flujo de saturación de la intersección

$$P = N^{\circ} \text{fases} \times T_{\text{ambar}} \quad (24)$$

$$P = 2 \times 3 = 6$$

$$P = 6$$

$$Tco = \frac{1,5 \times P + 5}{1 - Y} \quad (25)$$

$$Tco = \frac{1,5 \times 6 + 5}{1 - 0,617}$$

$$\mathbf{Tco = 37}$$

Tercero se calculó el tiempo efectivo de verde mediante la ecuación 26:

$$Gt = \frac{Y_{1,2}}{Y} \times (T_{CP} - P) \quad (26)$$

$$G_{T1} = \frac{Y1}{Y} \times (T_{CP} - P)$$

$$G_{T1} = \frac{0,368}{0,617} \times (37 - 6)$$

$$G_{t_1} = 18s$$

$$G_{t_2} = \frac{Y2}{Y} \times (T_{CP} - P)$$

$$G_{t_2} = \frac{0,25}{0,617} \times (37 - 6)$$

$$G_{t_2} = 13$$

Después de haber realizado los calculo correspondientes el nuevo tiempo del ciclo semafórico de cada fase vendría a ser mostrada mediante la tabla 27, 28:

Tabla 27

Nuevo ciclo semafórico de la intersección

	Fase 1	Fase 2
Rojo	16	21
Ámbar	3	3
Verde	18	13
Tc	37	37

Nota. En la presente tabla se visualizan los datos obtenidos al utilizar el método de WEBSTER, donde se observa, que tanto la fase 1 y fase 2 obtienen un ciclo semafórico de 37 segundos.

Tabla 28

Reformulación del ciclo semafórico de la intersección

	Fase 1	Fase 2
Rojo	19	21
Ámbar	3	3
Verde	18	16
Tc	40	40

Nota. Teniendo en cuenta que el tiempo verde de la fase 2 fue de 13 se vio en la necesidad de cambiar este tiempo ya que es muy corto la propuesta que se presenta es subir el tiempo verde a 16 para que de esta forma los vehículos que circulan en la intersección tengas más tiempo de movilizarse de un punto a otro, realizando este cambio nuestro nuevo ciclo semafórico vendría ser de 40 segundos.

Habiéndose obtenido los resultados del nivel de servicio actual de la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero, y para poder optimizar el transito se tiene la siguiente propuesta mediante la tabla 29:

Tabla 29*Comparación tiempos de semáforo, situación actual – propuesta*

Accesos	Propuesta de cambio de tiempo semafórico					
	Rojo		Verde		Ámbar	
	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto
Acceso N°1	30 s	19 s	35 s	18 s	3 s	3 s
Acceso N°2	40 s	21 s	25 s	16 s	3 s	3 s
Acceso N°3	30 s	19 s	35 s	18 s	3 s	3 s
Acceso N°4	40 s	21 s.	25 s	16 s	3 s	3 s

Nota. En la tabla se puede observar la situación actual de los tiempos semafóricos de la Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero, también se presenta la propuesta para la optimización del tránsito para mejora del nivel de servicio en la intersección en mención.

Teniendo en cuenta que el ciclo semafórico actual de los accesos N°1, N°2, N°3 y N°4 es de 66 segundos, y teniendo en cuenta que la metodología HCM 2010 indica que mientras los ciclos son más cortos el nivel de servicio de una vía es mejor, es por ello que se propone un nuevo ciclo semafórico de 40 segundos, para poder optimizar el tránsito en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero mediante la tabla 30.

- Propuesta de cambio de sección vial.

Tabla 30*Parámetros de entrada del acceso 1, 2, 3 y 4*

Tipo de condición	Parámetro	E1	E2	E3	E4
Geométricas	Tipo de área	No CBD	No CBD	No CBD	No CBD
	Número de carriles, N	2	2	2	2
	Ancho promedio de carriles, W (m)	3,3	3,3	3,3	3,3
	Pendiente, G (%)	-1,325	-5,86	0,82	3,049
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No	No	No	No
	Extensión de bahías, LT o RT, Ls (m)	No	No	No	No
	Estacionamiento	Si	Si	Si	Si
	Flujo de saturación base, So (veh/h)	1900	1900	1900	1900
De Tránsito	Flujo peatonal en el acceso (peatones/h)	120	67	60	80
	Transporte Público que paran en la intersección, Nb (vehículos/h)	26	20	24	8
	Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)	11	18	12	16
	Velocidad de aproximación, (km/h)	40	40	40	40
	Longitud del ciclo, C (s)	40	40	40	40
	Tiempo en verde, G (s)	18	16	18	16
Semafóricas	Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, entre verde, Y(s)	3	3	3	3
	Operación accionada o prefija	No	No	No	No
	Botón peatonal	0	0	0	0
	Verde mínimo peatonal, (s)	3	3	3	3
	Plan de fases	PRIMERA	SEGUNDA	PRIMERA	SEGUNDA
	Periodo de análisis, T (h)	0,25	0,25	0,25	0,25

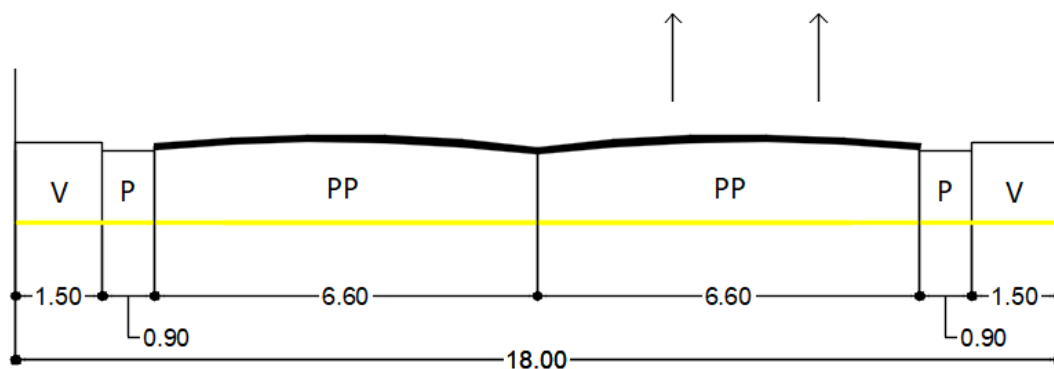
Nota. En la tabla se puede observar los parámetros de entrada geométrico, de tránsito y semafóricas que se recolecto en la inspección en campo y al momento de realizar el conteo vehicular en la Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero, también se presenta la propuesta para la optimización del tránsito para mejora del nivel de servicio en la intersección en mención.

Para poder optimizar el tránsito en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero se propone cambiar el diseño geométrico cambiando las secciones viales, las cuales se muestran en la Figura 85, 86, 87 y 88.

Acceso N°01

Figura 85

Propuesta de sección vial acceso N°1

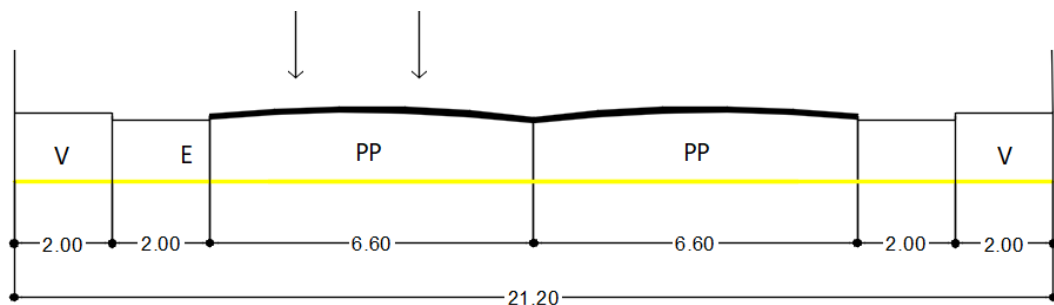


Nota. En la imagen se observa la nueva sección vial del acceso N°1 donde la longitud de acera es 1,50 m, se eliminan los estacionamientos, pero se tiene un espacio de 0,90 m para poder utilizarlo como paradero, cuenta con una calzada de 6,60 m con un ancho de carril de 3,30 m.

Acceso N°02

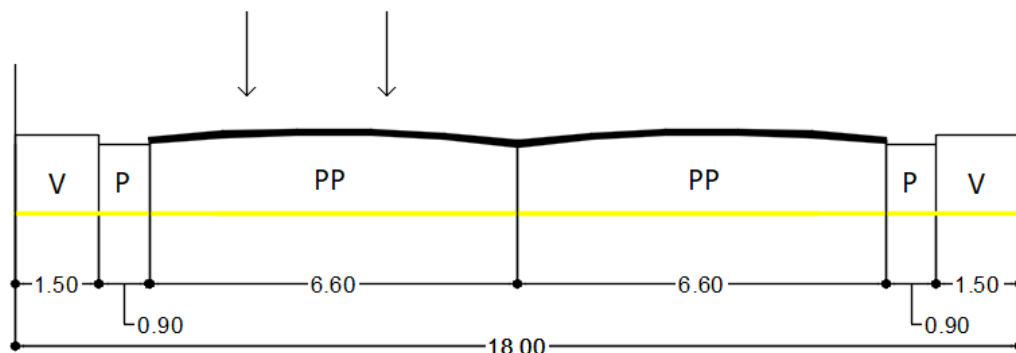
Figura 86

Propuesta de sección vial acceso N°2



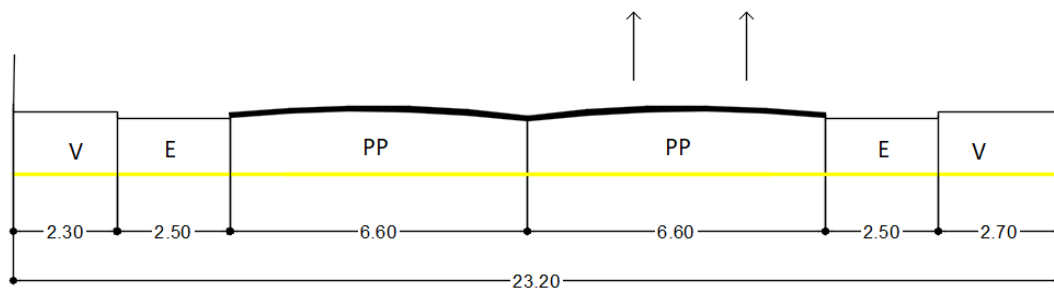
Nota. En la imagen se observa la nueva sección vial del acceso N°2 donde la longitud de acera es 2,0 m, se cuenta con un estacionamiento de 2,00 m y una calzada de 6,60 m con un ancho de 3,30 m por cada carril.

Acceso N°03

Figura 87*Propuesta de sección vial acceso N°3*

Nota. En la imagen se observa la nueva sección vial del acceso N°3 donde la longitud de acera es 1,50 m, se eliminan los estacionamientos, pero se tiene un espacio de 0,90 m para poder utilizarlo como paradero, cuenta con una calzada de 6,60 m con un ancho de carril de 3,30 m.

Acceso N°04

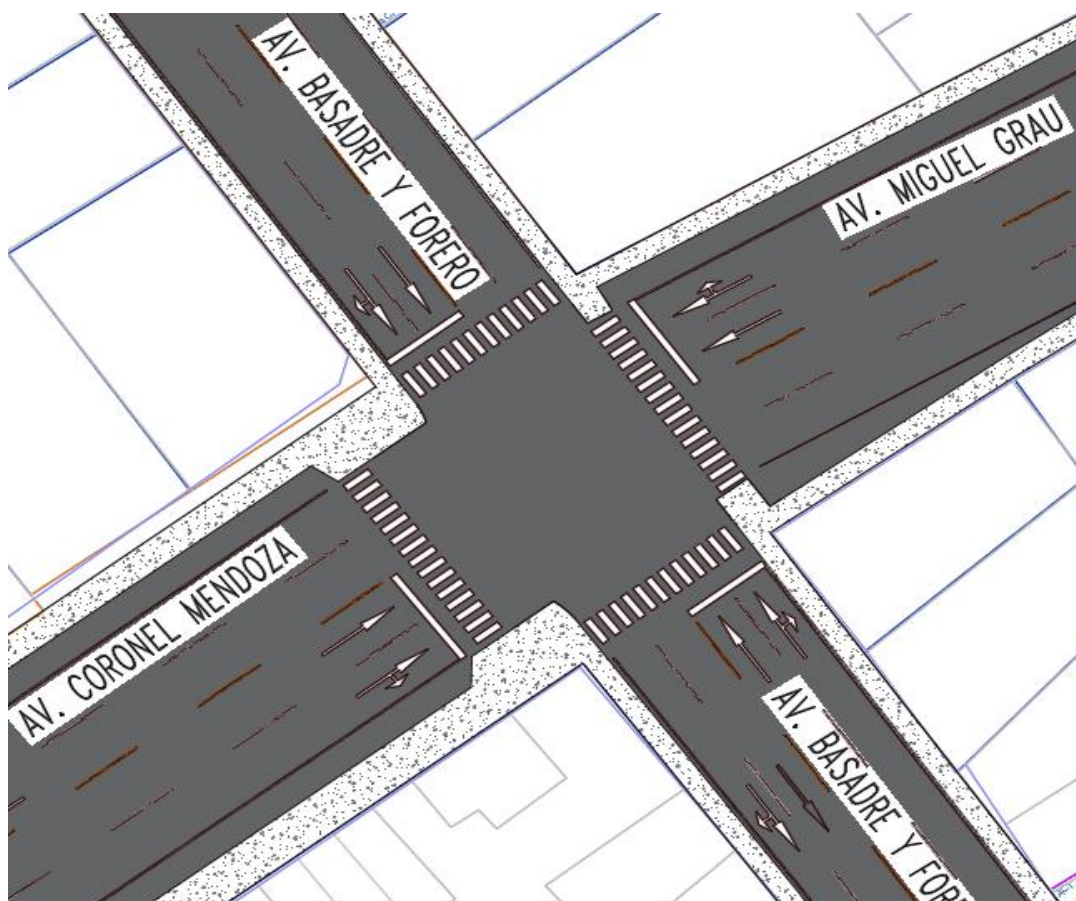
Figura 88*Propuesta de sección vial acceso N°4*

Nota. En la imagen se observa la nueva sección vial del acceso N°4 donde la longitud de acera es 2,70m, se cuenta con un estacionamiento de 2,50 m, una calzada de 6,60 m que tiene 2 carriles de 3,30 m cada uno.

Habiéndose ya determinado el estado situacional del comportamiento de los flujos vehiculares en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero, se plantean estrategias para lograr un nivel de servicio óptimo, es por ello que se propone el cambio de las secciones viales por cada acceso conjunto con el ciclo semafórico mostrado en la imagen 89.

Figura 89

Vista en planta del reordenamiento vial en la intersección



Nota: En la imagen se observa los cambios realizados para la propuesta de optimización del flujo vehicular, en donde se muestra que cada acceso tiene le agrego un carril.

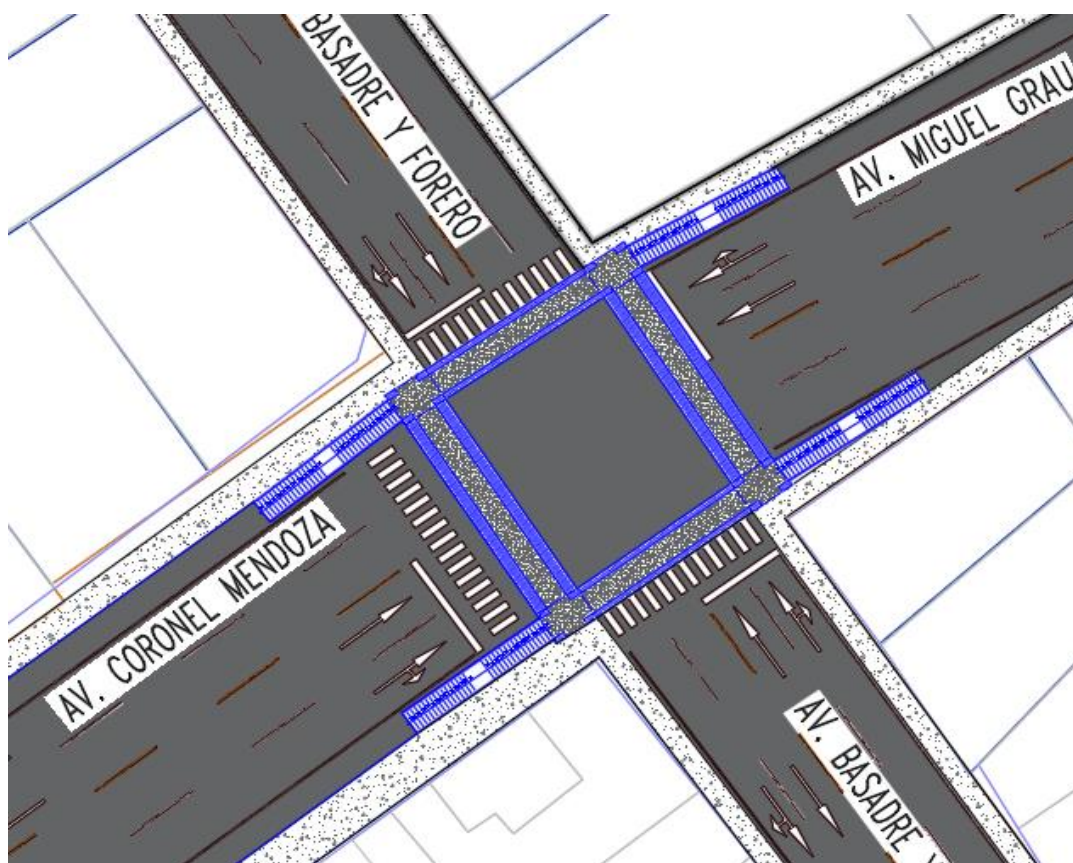
Habiendo modificado las secciones viales existentes en cada acceso se presenta en vista en planta de la propuesta del reordenamiento de las secciones viales de la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero, donde se muestra que en la Av. Basadre y Forero se eliminó el

estacionamiento y cuenta con 2 carriles por acceso, mientras tanto en la Av. Coronel Mendoza y Av. Miguel Grau los estacionamientos se mantienen y cuenta con 2 carriles por acceso.

- Propuesta de implementación de puente peatonal mostrada en la figura 90

Figura 90

Propuesta de implementación de un puente peatonal.



Nota. En la imagen se observa la implementación de un puente peatonal para la seguridad de los peatones de la Intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero.

Es necesario priorizar la seguridad de los peatones que circulan por la Intersección es por ello que se propone la implementación de un puente peatonal para los 4 accesos.

Considerando los nuevos cambios propuestos el nuevo nivel de servicio vendría a ser lo siguiente mostrado en las tablas 31, 32, 33, 34 y 35:

Para el acceso N°1:

Tabla 31

Resultados del nivel de servicio con propuesta - acceso N°1

RESULTADOS DEL NIVEL DE SERVICIO CON PROPUESTA - ACCESO N°01	
Factor de ajuste por ancho de carriles "fw"	0,967
Factor de ajuste por vehículos pesados "fHV"	0,946
Factor de ajuste por pendiente de acceso "fg"	1,007
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles "fp"	1
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en la intersección "fbb"	0,948
Factor de ajuste por tipo de área "fa"	1
Factor de ajuste por utilización de carriles "fLU"	1
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda "fLT"	1
Factor de ajuste por vueltas a la derecha "fRT"	0,963
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda "fLpb"	1
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha "fRpb"	1
Cálculo del flujo de saturación "Si"	3193,43
Capacidad del acceso	1437,04
Relación volumen a capacidad (Grado de Saturación)	0,373
Factor de ajuste por coordinación	1,189
Demora uniforme "d1"	7,27
Demora incremental "d2"	0,743
Demora de cola inicial "d3"	20,041
Demora total en el acceso "d"	29,430
Nivel de servicio	C

Nota: En la tabla en mención se aprecia los resultados del acceso N°1 aplicando la propuesta del cambio del ciclo semafórico y el reordenamiento de carriles obteniendo el flujo de saturación de 3193,43 veh/h con una demora de 29,430 segundos obteniendo un nivel de servicio C.

Para el acceso N°2:

Tabla 32

Resultados del nivel de servicio con propuesta - acceso N°2

RESULTADOS DEL NIVEL DE SERVICIO CON PROPUESTA - ACCESO N°02	
Factor de ajuste por ancho de carriles "fw"	0,967
Factor de ajuste por vehículos pesados "fHV"	0,887
Factor de ajuste por pendiente de acceso "fg"	1,029
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles "fp"	0,905
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en la intersección "fbb"	0,960
Factor de ajuste por tipo de área "fa"	1
Factor de ajuste por utilización de carriles "fLU"	1
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda "fLT"	1
Factor de ajuste por vueltas a la derecha "fRT"	0,965
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda "fLpb"	1
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha "fRpb"	1
Cálculo del flujo de saturación "Si"	2812,849
Capacidad del acceso	1125,14
Relación volumen a capacidad (Grado de Saturación)	0,306
Factor de ajuste por coordinación	1,216
Demora uniforme "d1"	8,203
Demora incremental "d2"	0,703
Demora de cola inicial "d3"	19,198
Demora total en el acceso "d"	29,874
Nivel de servicio	C

Nota. En la tabla en mención se aprecia los resultados del acceso N°2 aplicando la propuesta del cambio del ciclo semafórico y el reordenamiento de carriles obteniendo el flujo de saturación de 2812,849 veh/h con una demora de 29,874 segundos obteniendo un nivel de servicio C.

Para el acceso N°3:

Tabla 33

Resultados del nivel de servicio con propuesta - acceso N°3

RESULTADOS DEL NIVEL DE SERVICIO CON PROPUESTA - ACCESO N°03	
Factor de ajuste por ancho de carriles "fw"	0,967
Factor de ajuste por vehículos pesados "fHV"	0,926
Factor de ajuste por pendiente de acceso "fg"	0,996
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles "fp"	1,00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en la intersección "fbb"	0,952
Factor de ajuste por tipo de área "fa"	1,0
Factor de ajuste por utilización de carriles "fLU"	1,0
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda "fLT"	1
Factor de ajuste por vueltas a la derecha "fRT"	0,956
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda "fLpb"	1
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha "fRpb"	1
Cálculo del flujo de saturación "Si"	3084,432
Capacidad del acceso	1387,994
Relación volumen a capacidad (Grado de Saturación)	0,476
Factor de ajuste por coordinación	1,317
Demora uniforme "d1"	7,699
Demora incremental "d2"	2,449
Demora de cola inicial "d3"	20,749
Demora total en el acceso "d"	33,338
Nivel de servicio	C

Nota. En la tabla en mención se aprecia los resultados del acceso N°3 aplicando la propuesta del cambio del ciclo semafórico y el reordenamiento de carriles obteniendo el flujo de saturación de 3084,432 veh/h con una demora de 33,338 segundos obteniendo un nivel de servicio C.

Para el acceso N°4:

Tabla 34

Resultados del nivel de servicio con propuesta - acceso N°4

RESULTADOS DEL NIVEL DE SERVICIO CON PROPUESTA - ACCESO N°04	
Factor de ajuste por ancho de carriles "fw"	0,967
Factor de ajuste por vehículos pesados "fHV"	0,962
Factor de ajuste por pendiente de acceso "fg"	0,985
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles "fp"	0,91
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en la intersección "fbb"	0,984
Factor de ajuste por tipo de área "fa"	1,00
Factor de ajuste por utilización de carriles "fLU"	1,00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda "fLT"	1,00
Factor de ajuste por vueltas a la derecha "fRT"	0,926
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda "fLpb"	1
Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha "fRpb"	1
Cálculo del flujo de saturación "Si"	2887,147
Capacidad del acceso	1154,859
Relación volumen a capacidad (Grado de Saturación)	0,374
Factor de ajuste por coordinación	0,972
Demora uniforme "d1"	8,467
Demora incremental "d2"	2,468
Demora de cola inicial "d3"	37,407
Demora total en el acceso "d"	48,105
Nivel de servicio	D

Nota. En la tabla en mención se aprecia los resultados del acceso N°4 aplicando la propuesta del cambio del ciclo semafórico y el reordenamiento de carriles obteniendo el flujo de saturación de 2887,147 veh/h con una demora de 48,105 segundos obteniendo un nivel de servicio D.

Tabla 35*Nivel de servicio con propuesta de optimización en la Intersección*

	ACCESOS			
	1	2	3	4
Demora uniforme "d1"	7,27	8,203	7,699	8,467
Demora incremental "d2"	0,743	0,703	2,449	2,468
Demora de cola inicial "d3"	20,041	19,198	20,749	37,407
Demora total en el acceso "d"	29,430	29,874	33,338	48,105
Nivel de servicio de los accesos	C	C	C	D
Demora total de la intersección		34,989		
Nivel de servicio propuesto		C		

Nota. En la tabla se aprecia los resultados del nivel de servicio con propuesta la propuesta de optimización para mejorar el nivel de servicio de la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero donde la demora total es de 34,989 seg. y por lo tanto el nuevo nivel de servicio vendría a ser C.

Habiendo utilizado la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010) denominada "Metodología de análisis operacional para intersecciones semaforizadas", se determinó que el estado situacional actual del comportamiento de los flujos vehiculares en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero es deficiente, es por ello que se plantea una propuesta de optimización que mejore el nivel de servicio.

Para la Av. Basadre Forero, se determinó que presentaba un ciclo semafórico de 66 segundo y realizando los cálculos por el método de WEBSTER se determinó que el nuevo ciclo semafórico será de 40 segundos y también considerando que la metodología HCM 2010 indica que mientras los ciclos son más cortos el nivel de servicio de una vía es mejor, otro de las propuestas para mejorar el nivel de servicio es cambiar las secciones viales en este caso para poder optimizar, es que se ve en la necesidad de eliminar el área de estacionamiento para poder añadir un carril a cada acceso, habiendo realizado estos cambios en el acceso N°01 y N°03, se logra optimizar el nivel servicio a C.

Para la Av. Coronel Mendoza, se determinó que presentaba un ciclo semafórico de 66 segundos y realizando los cálculos por el método de WEBSTER se determinó que el nuevo ciclo semafórico será de 40 segundos, otra de las propuestas para mejorar el nivel de servicio es cambiar las secciones viales en este caso se reducirá el área de estacionamiento y se añadirá un carril a cada acceso, habiendo realizado estos cambios en el acceso N°02 y N°04, se logra optimizar el nivel de servicio de C y D respectivamente.

CAPITULO V: DISCUSIÓN

El nivel de servicio mejora significativamente con la propuesta de optimización del tránsito en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, puesto que una vez planteada la propuesta los resultado para el acceso 1 es de F a C, acceso 2 de F a C, acceso 3 de F a C y acceso 4 es de E a D, estos resultados guardan relación con lo que sostiene Condori y Lipa (2018), quienes señalan que pasaron de un nivel de servicio F a B.

Efectivamente el estado situacional del comportamiento de los flujos vehiculares en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero es deficiente, ya que al realizar el aforo vehicular y utilizando el método HCM 2010 se pudo verificar que el nivel de servicio para el acceso 1-2-3 es de F y el acceso 4 es de E, estos resultado concuerdan con lo que menciona Araujo Mejía (2020) que indica que habiendo realizado un aforo vehicular minucioso y también habiendo utilizando el método HCM 2010 en el estudio de 2 intersecciones, llego a la conclusión que se tiene un nivel de servicio F en ambas intersecciones.

Se valida la propuesta planteada que optimiza el flujo vehicular, lo que resulta adecuada para mejorar el ciclo semafórico actual en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, cuya propuesta es la siguiente para la fase 1 cambiar el tiempo rojo de 30 a 19 s, verde de 35 a 18 s y mantener el tiempo ámbar 3 s y para la fase 2 cambiar el tiempo rojo de 40 a 21 s, verde de 25 a 16 s y mantener el tiempo ámbar 3 s donde el nuevo ciclo semafórico es de 40 segundos, estos resultados guardan relación con la tesis de Gonzales y y Rey y(2016) donde optimizan el ciclo semafórico al cambiar el tiempo rojo de 33 a 15 s, verde de 45 a 29s y ámbar se mantiene con 3 s para la fase 1, y para la fase 2 se cambia el tiempo rojo de 48 a 34 s, verde de 30 a 10 s y ámbar se mantiene con 3 s, donde su ciclo semafórico es de 45 segundos, si bien los resultados son similares después de haber indagado normativas peruanas que regulen los tiempos semafóricos no se encontró la existencia de esta, pero utilizando el método de Webster para calcular los nuevos tiempos y basándonos en lo que menciona la “Metodología de análisis operacional para intersecciones semaforizadas” HCM 2010 que indica mientras los ciclos son más cortos el nivel de servicio de una vía es mejor, también es preciso mencionar que se encontraron comentarios donde se indica que para fases verde, ámbar y rojo

menores a 35 segundos o mayores a 150 segundos son difíciles de acomodar a la mentalidad del conductor, por lo que no es recomendable utilizar estos tiempos, por lo mencionado la propuesta planteada de mejorar el ciclo semafórico actual en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero es viable y aplicable.

En efecto al reagrupar carriles, optimizando el ciclo de semaforización y omitiendo giros innecesarios se logró un nivel de servicio óptimo en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, donde para la Av. Basadre y Forero que comprende es acceso N°01 y N°03, el cambio de la sección vial propuesta es acera 1,50 m, ancho de calzada de 6,60 m con carriles de 3,30 m y un espacio de 0,90 m que se utilizara como paradero y considerando un ciclo semafórico de 40 segundos y para la Av. Coronel Mendoza en caso del acceso N° 02, el ancho de la acera es de 2,00 m el ancho de la calzada es de 6,60 donde el ancho de carril es de 3,30 m y también considerándose un ciclo semafórico de 40 segundos, en el caso del acceso N°04 el ancho de las aceras serán de 2,30 y 2,70 con una calzada de 6,60 y 2 carriles de 3,30 m y considerando un ciclo semafórico de 40 segundos, determinado por el método de Webster, al aplicar esta serie de cambios se logró optimizar el nivel de servicio, para el acceso 1 es de F a C, acceso 2 de F a C, acceso 3 de F a C y acceso 4 es de E a D, estos resultados concuerdan con lo menciona Huanchi Vargas & Portugal Arroyo (2019) quienes señalan que con la alternativa de optimización de ciclos semafóricos y aumentos de carriles se logró optimizar el nivel de servicio en la intersección 1 de F a C, en la intersección 2 de F a C y la intersección 3 de F a B, es preciso mencionar que de acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Provincial de Tacna 2014-2025 la Av. Basadre y Forero se clasifica en una red vial primaria arterial y la Av. Coronel Mendoza se clasifica en una red vial secundaria colectora adoptando una velocidad de 40 km/h en ambas avenidas, de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 de acuerdo a su clasificación el ancho de carril mínimo es de 3,30 m, sin embargo se menciona que no siempre será posible que los diseños se efectúen según las condiciones ideales, según el Manual de Carreteras Diseños Geométrico menciona que los datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras, tienen un alto de 1,30 a 4,10 m y un ancho de 1,80 a 2,60 m, siendo estas dimensiones las mismas de los vehículos que circulan en la intersección en estudio, teniendo en cuenta el porcentaje de vehículos pesados que pasa por la intersección es mínima de acuerdo la aforo vehicular y que esta

intersección vial crítica se ve en la necesidad de eliminar los estacionamiento en la Av. Basadre y Forero con la finalidad de optimizar el nivel de servicio.

CONCLUSIONES

Se evaluó que el nivel de servicio mejora con la propuesta de optimización del tránsito en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, debido a los cálculos correspondientes realizados el nivel de servicio existente para los accesos 1, 2 y 3 es de F y para el acceso 4 es de E, y con la propuesta de optimización el nivel de servicio mejoró para el acceso 1, 2 y 3 a C y para el acceso 4 a D.

Se determinó el estado situacional del comportamiento de los flujos vehiculares en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, cuyo estado situacional es deficiente el cual se determinó realizando un aforo vehicular y utilizando el método HCM 2010, los resultados demuestran que en los accesos 1, 2, 3 en nivel de servicio es F y para el acceso 4 se tienen un nivel de servicio E.

Se planteó una propuesta que resultó adecuada para mejorar el ciclo semafórico actual en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, esta propuesta consistió en reducir los tiempos de cada fase los cuales serían fase 1 tiempo verde 18 s, rojo 19 s. y ámbar de 3 s, y para la fase 2 tiempo verde 16 s, rojo 21 s y ámbar de 3 s.

Se planteó estrategias para lograr un nivel de servicio óptimo en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, esto se logró reagrupando carriles añadiendo 1 carril para cada acceso, cambiando las secciones viales existentes de cada acceso, modificando el ciclo semafórico de las 2 fases y proponiendo un puente peatonal de estructura metálica.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Tacna tomar en cuenta los resultados de esta tesis para su pronta aplicación y poder optimizar el nivel de servicio en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero.

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Tacna revisar y actualizar el plan vial de la ciudad para de esa forma estar pendiente de futuros estudios que se pueden realizar para la mejora del tráfico vehicular.

Se recomienda a los futuros tesisistas, realizar investigaciones semejantes en las principales avenidas del departamento de Tacna proyectando de acuerdo con el crecimiento del parque automotor para evitar conflictos en situación futuras.

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Tacna y los futuros tesisistas, que en futuras investigaciones en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con calle Basadre y Forero se proponga un paso desnivel para poder optimizar el flujo vehicular.

Se recomienda a la municipalidad provincial de Tacna realizar charlas promoviendo la educación vial a los conductores y peatones en vista que se detectó que se realizan maniobras no permitidas e imprudencias que cometen los transeúntes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Instituto de la Contrucción y Gerencia (ICG). (2005). *Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas*.
- Araujo Mejía, R. A. (2020). *Nivel de servicio de la semaforización en las intersecciones de la Av. Atahualpa – Av. San Martín de Porres y Av. vía de Evitamiento Norte – Av. Angamos en la ciudad de Cajamarca [Tesis de Titulación, Universidad Nacional de Cajamarca]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3742>
- Bull, A. (2003). *Congestión de Tránsito, el problema y como frenarlo*.
- Cal, R., y Reyes Spindola, M. (2007). *Ingeniería de tránsito y fundamentos y aplicaciones 8va Edición*.
- Cal, R., Reyes Spindola, M., y Cardenas Grisales, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones 7ma. Edición*.
- Cal, R., Reyes Spindola, M., y Cardenas Grisales, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones 8va. Edición*.
- Cárdenas Grisales, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras*.
- Condori Mamani, A. J., y Lipa Flores, J. C. (2018). *Optimización del flujo vehicular en la Intersección Vial de la Avenida Bolognesi con la Avenida Basadre y Forero, ciudad de Tacna [Tesis de Titulación, Universidad Privada de Tacna]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/550>
- Gonzales Rubianes, D. P., y Rey Fuentes, V. A. (2016). *Propuesta de mejora de los niveles de servicio para mitigar la congestión vehicular en las intersecciones de la Av. Rafael Escardo emprendida entre las avenidas Costera, La Paz y La Libertad [Tesis de Titulación, Universidad Peruana Ciencia Aplicadas]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621702>
- Gordillo Pinos, D. J. (2018). *Determinación de los factores de mayoración del tráfico promedio diario anual (TPDA) partiendo de datos históricos de zonas representativas de la Ciudad de Cuenca [Tesis de Titulación, Universidad de Cuenca]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30317>
- HCM. (2010). *Highway Capacity Manual 2010*.
- Huanchi Vargas, J. L., y Portugal Arroyo, E. B. (2019). *Determinación del nivel de servicio y propuesta de mejora vial en la Avenida Leguía en el tramo calle Gral. Vizquerra – Av. Arias y Araguez del distrito de Tacna 2018 [Tesis de Titulación, Universidad Privada de Tacna]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/1266>
- INEI, I. N. (2018). *Flujo Vehicular por Unidades de Peaje*.
- Jerez Hernández, Á. G., y Morales Santos, O. E. (2015). *Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de las intersecciones con mayor demanda en la ciudad*

de Azogues [Tesis de Titulación, Universidad Salesiana Sede Cuenca]. Repositorio Institucional. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/simple-search?query= analisis+del+nivel+de+servicio+y+capacidad+vehicular&sort_by=score&order=desc&rpp=10&etal=0&filtername=subject&filterquery=MEC%C3%81NICA+AUTOMOTRIZ&filtertype>equals

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2014). *Manual de Carreteras Diseño Geométrico*.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2016). *Manual de Dispositivos de control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*.

MPT, M. (2015). *Plan desarrollo urbano de la ciudad de Tacna 2015 – 2025*.

MTC, M. (2014). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico*.

Romana, M. (2010). *Highway Capacity Manual 2010*.

Sabando Santibañez, I. F. (2017). *Determinación del nivel de servicio [Tesis de Titulación, Universidad Técnica Federico Santa María departamento de obras civiles Valparaíso – Chile]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/15560>

Soto Sanca, D. E. (2017). *Análisis y planificación vial del tránsito vehicular en el cercado de la ciudad de Juliaca [Tesis de Titulación, Universidad Nacional del Altiplano]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5238>

Urbina Cantuta, C. M., & Torres Flores, A. J. (2018). *Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Bolognesi y la Av. Gustavo Pinto en la ciudad de Tacna [Tesis de Titulación, Universidad Privada de Tacna]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/543>

ANEXO

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL TRÁNSITO PARA MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO EN LA INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA AV. CORONEL MENDOZA CON CALLE BASADRE Y FORERO, TACNA 2021”					
INTERROGANTE DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODOS
Interrogante principal	Objetivo principal	Hipótesis principal	Variable Independiente: Propuesta de optimización del tránsito	- Reagrupación de carriles - Ciclo semafórico - Sección Vial	Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010)
¿Cómo mejoraría el nivel de servicio con una propuesta de optimización del tránsito en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021?	Evaluar si el nivel de servicio mejora con la propuesta de optimización del tránsito en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021	El nivel de servicio mejora significativamente con una propuesta de optimización del tránsito en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021			
Interrogantes específicas	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable Dependiente:	- Aforo vehicular y peatonal. - Disposición de giros y carriles. - Velocidad	
¿Cuál es el estado situacional del comportamiento de los flujos vehiculares en la intersección semaforizada Av.	Determinar el estado situacional del comportamiento de los flujos vehiculares en la	El estado situacional del comportamiento de los flujos vehiculares en la intersección semaforizada Av. Coronel			

<p>Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021?</p> <p>¿Qué tipo de propuesta resulta adecuada para mejorar el ciclo semafórico actual en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021?</p> <p>¿Qué estrategias se pueden plantear para lograr un nivel de servicio óptimo en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021?</p>	<p>intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021</p> <p>Plantear una propuesta que resulte adecuada para mejorar el ciclo semafórico actual en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021</p> <p>Plantear estrategias para lograr un nivel de servicio óptimo en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021</p>	<p>Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021 es deficiente</p> <p>Una propuesta que optimice todo el flujo resulta muy adecuada para mejorar el ciclo semafórico actual en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021</p> <p>Reagrupando carriles, optimizando el ciclo de semaforización y omitiendo giros innecesarios se logra un nivel de servicio óptimo en la intersección semaforizada Av. Coronel Mendoza con Calle Basadre y Forero, Tacna 2021</p>	<p>Nivel de servicio</p>	<p>- Relación volumen capacidad</p>	
--	--	--	--------------------------	-------------------------------------	--