



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS OPERATIVO DE LOS ACCESOS A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA CAMPUS SUR EN LA AVENIDA MORAN VALVERDE Y AVENIDA
RUMICHACA ÑAN; Y SU INCIDENCIA EN EL CONGESTIONAMIENTO
VEHICULAR DE LAS ZONAS ALEDAÑAS**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTOR: Santiago Josué Chiriboga Almendariz

TUTOR: Hugo Patricio Carrión Latorre

Quito - Ecuador

2022

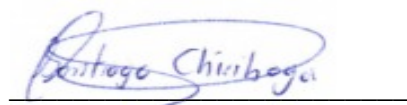
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Santiago Josué Chiriboga Almendariz con documento de identificación N° 1724039324 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 22 de septiembre del 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink that reads "Santiago Chiriboga". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

Santiago Josué Chiriboga Almendariz

1724039324

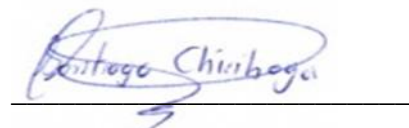
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Santiago Josué Chiriboga Almendariz con documento de identificación N° 1724039324, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Análisis operativo de los Accesos a la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur en la Avenida Morán Valverde y Avenida Rumichaca Ñan; y su incidencia en el Congestionamiento Vehicular de las Zonas Aledañas”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil , en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 22 de septiembre del 2022

Atentamente,



Santiago Josué Chiriboga Almendariz

1724039324

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Hugo Patricio Carrión Latorre con documento de identificación N° 0603015728, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS OPERATIVO DE LOS ACCESOS A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA CAMPUS SUR EN LA AVENIDA MORAN VALVERDE Y AVENIDA RUMICHACA ÑAN; Y SU INCIDENCIA EN EL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DE LAS ZONAS ALEDAÑAS, realizado por Santiago Josué Chiriboga Almendariz con documento de identificación N° 1724039324, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 22 septiembre del 2022

Atentamente,



Ing. Hugo Patricio Carrión Latorre, MSc.

0603015728

DEDICATORIA

A Jehová, que me ha mantenido y me mantendrá a flote frente a cualquier adversidad y a quien espero retribuir esa ayuda brindando todos mi esfuerzos y dedicación a su servicio.

A mis padres, Fabian y Anita, que son mi guía y camino, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad y por ayudarme para ser hoy lo que he logrado ser.

A mi hermano, Gabriel, por apoyarme siempre.

Al amor de mi vida, Belén, por tu ayuda hasta el final de este camino, tu comprensión y lo más importante, por siempre estar para mí.

A todos, quienes me ayudaron a lo largo de este camino como estudiante, para poder subir a un nuevo escalón de mi vida como profesional.

Santiago Josue Chiriboga Almendariz

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por guiarme y mantenerme en el camino correcto, por la vida de mis padres y de toda mi familia.

Agradezco a mi familia, a mi padre, madre y hermanos por todo el apoyo y la paciencia que me han brindado, para lograr con este objetivo de vida.

A ti amor, por ser mi reto, mi meta y mi objetivo de vida.

Agradecer de igual manera al Ing. Hugo Carrión por la estupenda orientación y ayuda que me brindó en la elaboración del presente proyecto, por su guía y generosidad en compartir conmigo todos sus conocimientos y brindarme todo su apoyo, así mismo agradezco a todos los docentes que a lo largo de la carrera me enseñaron tanto de la profesión como de la vida, impulsándome siempre a seguir adelante.

Agradezco a todas las personas quienes estuvieron a mi lado y me ayudaron a salir adelante, amigos e ingenieros docentes.

A todos ustedes, de todo corazón,

Muchas Gracias.

Att: Santiago Josue Chiriboga Almendariz

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	1
1.1.Introducción	1
1.2. Antecedentes	1
1.3. Justificación	2
1.4. Alcance	3
1.5. Objetivos del proyecto	4
1.5.1.Objetivo General	4
1.5.2.Objetivos específicos.	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Capacidad vial.....	5
2.2 Volumen de tráfico	6
2.2.1 Vías urbanas.....	7
2.2.2 Características de flujo.....	7
2.3 Intersecciones.....	9
2.3.1 Puntos de conflicto.....	10
2.3.2. Tipos de control en intersecciones	12
2.3.2.1 Semáforos	12
2.3.2.2 Tipos de semáforos	16

2.3.2.3 Ubicación y dimensiones de los semáforos.	18
2.3.2.4 Ventajas y desventajas de la semaforización	21
2.3.3 Señalización de intersecciones.....	22
2.3.3.1 Señales horizontales.....	22
2.3.3.2 Señales verticales	26
2.4 Análisis de intersecciones semaforizadas: Metodología.....	28
2.4.1 Parámetros de entrada.....	29
2.4.2 Vehículos equivalentes.	29
2.4.3 Determinación de la tasa de flujos	32
2.4.4 Determinación del flujo de saturación.	32
2.4.5 Determinación de la capacidad y la relación volumen/capacidad.	33
2.4.6 Determinación de demoras.	34
2.4.7. Determinación del nivel de servicio	36
2.5 Diseño geométrico de intersecciones.....	36
2.5.1 Procedimiento general	37
2.5.2 Principios generales.	37
2.5.3 Diseño definitivo de la intersección.....	39
CAPÍTULO III.....	40
METODOLOGÍA	40
3.1 RECOLECCIÓN DE DATOS	40

3.1.1. Aforo vehicular	40
3.1.2 Levantamiento topográfico	43
3.1.3 Ciclo semafórico	45
3.2. Evaluación del estado actual de la intersección.....	46
3.2.1. Análisis de vehículos equivalentes	46
3.2.2. Flujo de saturación.....	48
3.2.3. Análisis de capacidad.....	51
3.2.4. Análisis de los niveles de servicio.	51
CAPÍTULO IV.....	54
PLANTEAMIENTO Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	54
4.1. Objetivos de las alternativas	54
4.2. Alternativa cero.....	54
4.2.1. Propuesta.....	54
4.2.2. Análisis de la propuesta	54
4.2.3. Resultados	60
4.3. Alternativa uno.....	61
4.3.1 Propuesta.....	61
4.3.2 Análisis de la propuesta	61
4.3.3 Resultado.....	66
4.4. Alternativa dos	66

4.4.1. Propuesta.....	66
4.4.2 Análisis de la alternativa.....	67
4.4.2.1 Intervalo de cambio de fase	68
4.4.2.2. Tiempo perdido total (L).....	69
4.4.2.3. Longitud del ciclo	70
4.4.2.4. Tiempo en verde efectivo.....	71
4.4.3. Resultados	78
4.5. Alternativa tres.....	79
4.5.1. Propuesta.....	79
4.5.2. Análisis de la propuesta	79
4.5.2.1 Intercalo de cambio de fase.....	81
4.5.2.2 Longitud de ciclo efectivo y tiempo en verde efectivo.....	81
4.5.3. Resultados.....	88
4.6. Alternativa elegida.....	89
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES.....	91
REFERENCIAS.....	92
ANEXOS	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de servicio	6
Tabla 2 Volumen de tránsito excedentes.....	13
Tabla 3 Volumen vehicular mínimo	14
Tabla 4 Factor de giro a la derecha	31
Tabla 5 Factor de giro a la izquierda.....	31
Tabla 6 Niveles de servicio y descripción.....	36
Tabla 7 Fases del ciclo semafórico	46
Tabla 8 Porcentaje de vehículos pesados	48
Tabla 9 Volumen equivalente actual en la intersección.....	48
Tabla 10 Flujo de saturación ajustado actual	51
Tabla 11 Nivel de servicio actual de la intersección.....	52
Tabla 12 Volumen de vehículos proyectados. Alternativa cero.....	55
Tabla 13 Año 2025. Alternativa cero	56
Tabla 14 Año 2030. Alternativa cero.....	57
Tabla 15 Año 2035. Alternativa cero	58
Tabla 16 Año 2040. Alternativa cero.....	59
Tabla 17 Año 2045. Alternativa cero	60
Tabla 18 Volumen de vehículos proyectados. Alternativa uno	61
Tabla 19 Año 2025. Alternativa uno.....	62
Tabla 20 Año 2030. Alternativa uno.....	63
Tabla 21 Año 2035. Alternativa uno.....	64
Tabla 22 Año 2040. Alternativa uno.....	65

Tabla 23 Año 2045. Alternativa uno.....	66
Tabla 24 Intervalo de cambio de fase. Alternativa dos.....	69
Tabla 25 Tiempo de ciclo efectivo. Alternativa dos.....	71
Tabla 26 Verde efectivo distribuido. Alternativa dos.....	72
Tabla 27 Flujo de saturación ajustado. Alternativa dos.....	73
Tabla 28 Nivel de servicio. Alternativa dos.....	73
Tabla 29 Año 2025. Alternativa dos.....	74
Tabla 30 Año 2030. Alternativa dos.....	75
Tabla 31 Año 2035. Alternativa dos.....	76
Tabla 32 Año 2040. Alternativa dos.....	77
Tabla 33 Año 2045. Alternativa dos.....	78
Tabla 34 Flujo de saturación. Alternativa tres.....	80
Tabla 35 Intervalo de cambio de fase. Alternativo tres.....	81
Tabla 36 Tiempo de ciclo optimo. Alternativa tres.....	82
Tabla 37 Tiempo en verde efectivo. Alternativa tres.....	82
Tabla 38 Nivel de servicio actual. Alternativa tres.....	83
Tabla 39 Año 2025. Alternativa tres.....	84
Tabla 40 Año 2030. Alternativa tres.....	85
Tabla 41 Año 2035. Alternativa tres.....	86
Tabla 42 Año 2040. Alternativa tres.....	87
Tabla 43 Año 2045. Alternativa tres.....	88
Tabla 44 Resultados de la alternativa tres.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de una intersección.....	9
Figura 2 Puntos de conflicto 1	10
Figura 3 Puntos de conflicto 2	11
Figura 4 Semáforo simple	16
Figura 5 Semáforo compuesto	17
Figura 6 Semáforo peatonal	17
Figura 7 Semáforo cruce de trenes.....	18
Figura 8 Ubicación de semáforos (intersección simple).....	19
Figura 9 Ubicación de semáforos (intersección compuesta)	19
Figura 10 Dimensiones de un semáforo 1.....	20
Figura 11 Dimensiones de un semáforo 2.....	21
Figura 12 Marcas centrales discontinuas	23
Figura 13 Marcas centrales continuas	23
Figura 14 Marcas limitadoras de calzadas	24
Figura 15 Marcas canalizadoras.....	25
Figura 16 Marcas de paradas y pasos peatonales.....	26
Figura 17 Señales restrictivas	27
Figura 18 Señales preventivas.....	27
Figura 19 Señales informativas.....	28
Figura 20 Ubicación de las estaciones de conteo.....	41
Figura 21 Movimientos de vehículos y peatones en la intersección.....	42
Figura 22 Geometría actual de la intersección.....	44

Figura 23 Ortofotografía de la intersección	45
Figura 24 Diagrama de fases en la intersección.....	67
Figura 25 Diagrama del cambio de fase.....	68

RESUMEN

Quito, siendo la capital del país, experimenta un desarrollo constante en prácticamente todos los ámbitos; esto claramente influye en la creciente necesidad de transporte de personas y bienes, principalmente en el área urbana. Con el paso del tiempo, esta necesidad ha provocado un incremento en el parque automotor, creando una gran demanda vial, esto a su vez genera la inminente necesidad de sistemas de control en el tránsito de circulación diaria, estos factores combinados desembocan en problemas de congestión vehicular. Para ello, la ingeniería de Tránsito brinda las pautas para solucionar estos problemas y satisfacer las demandas de los usuarios.

La intersección semaforizada de la avenida Morán Valverde y avenida Rumichaca Ñan con el paso del tiempo se ha vuelto un punto crítico al sur de la ciudad, ya que esta conecta puntos importantes como: centros educativos, casas comerciales y zonas residenciales.

El propósito del presente proyecto técnico es la evaluación del comportamiento operativo de la intersección semaforizada de la avenida Morán Valverde y avenida Rumichaca Ñan, este análisis fue realizado empleando como herramientas la metodología de análisis de HCM 2000.

Esta metodología se fundamenta en los principios de la ingeniería de tráfico los mismos que requieren de información real obtenida en campo. Posteriormente nos permitirá presentar posibles soluciones a mediano y largo plazo, optimizado y elevando al máximo la capacidad de esta intersección y así mejorar la calidad de servicio presentado a los usuarios.

Palabras clave: Intersección, tránsito, capacidad, semaforización, congestión.

ABSTRACT

Quito, being the capital city of the country, experiences a constant development in practically all areas, this clearly influences the growing need to transport people and goods, mainly in the urban area. Over the time, this need has produced an increase in the vehicle fleet, creating a big road demand, this in turn entails a growing demand for control systems in daily circulation traffic, these combined factors generate congestion problems. Transit engineering provides us the guidelines to solve these problems and satisfy the demands of the users.

Over the time, the signalized intersection of Morán Valverde Avenue and Rumichaca Ñan Avenue has become a critical point in the south of the city since they connect important points such as commercial, educational centers, and residential areas.

The purpose of this technical project is the evaluation of the operational behavior of the signalized intersection of Morán Valverde Avenue and Rumichaca Ñan Avenue, this analysis was carried out using the HCM 2000 analysis methodology as tool, this methodology is based on the principles of the traffic engineering the same ones that require real information obtained in the field, which later will allow us to present possible solutions in the medium and long term, optimized and taking the capacity of this intersection to the maximum possible and thus improve the quality of service presented to users.

Keywords: Intersection, Transit, capacity, traffic lights, congestion.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1. Introducción

El incremento del parque automotor en función del tiempo en todo nuestro país y sobre todo en la capital, ha generado la necesidad de proveer un uso más eficiente de las vías.

Por esta razón, se ha desarrollado el estudio de la ingeniería de tránsito como una respuesta a la creciente problemática que representa la movilidad vehicular en el país.

El presente proyecto representa un ejemplo de cómo aplicar la Ingeniería de Tránsito en los proyectos viales, donde las medidas educativas y policiales ya no son suficientes.

La Ingeniería de Tránsito nos permite estructurar planes adecuados, prácticos y bien formulados para mejorar la seguridad y fluidez del tránsito. Una planificación vial bien estructurada requiere un empleo óptimo de dispositivos de control, como lo pueden ser, semáforos o señales de tránsito y, si estos dispositivos llegan a ser insuficientes, será necesario sugerir la reforma geométrica de la intersección analizada.

1.2. Antecedentes

La intersección de la Avenida Morán Valverde y Avenida Rumichaca Ñan, se ha convertido en un espacio de gran demanda vial, la presencia de entidades educativas (Universidad Politécnica Salesiana y la Unidad Educativa Municipal Quitumbe), junto con viviendas y espacios comerciales genera una elevada afluencia de tráfico de todo tipo.

La Avenida Morán Valverde y la Avenida Rumichaca Ñan, representan las principales vías de acceso al campus Sur de la Universidad Politécnica Salesiana. En los últimos años, han sufrido varias modificaciones, desde el 2017 se comenzó la construcción del metro de Quito en el tramo

desde Solanda hasta Quitumbe, lo cual ha implicado obras civiles tales como: excavaciones, asfaltados y sellados de fisuras. Estas obras afectaron a las avenidas produciendo cierres parciales o totales de las vías mencionadas. Los últimos cierres se realizaron en dos fases, la primera del 13 al 20 de enero de 2021 en la Avenida Rumichaca Ñan en sentido norte – sur y la segunda del 20 al 27 de enero de 2021. En el año 2019 se implementó una ciclo-vía a lo largo de la avenida Rumichaca Ñan, esta obra en particular se implementó sin realizar una modificación funcional, es decir, sin considerar el funcionamiento de la vía y la seguridad de los usuarios.

De lo antes mencionado, se evidencia que el problema de tráfico en la intersección se debe principalmente, al aumento del parque automotor en la ciudad, la mala infraestructura y una educación vial prácticamente inexistente. El presente proyecto está enfocado en la deficiente gestión del transporte para determinar el estado funcional y nivel de servicio de la intersección, e intervenir de ser el caso, logrando así la optimización de esta.

Para lograr este objetivo se presentó una propuesta que optimice el nivel de servicio de la intersección para brindar comodidad, seguridad y eficiencia de operación a los usuarios. Considerando el tiempo que se requiere para cruzar la intersección en horario de elevado tráfico vehicular, esta modificación puede implicar una gran intervención o cambios simples, basados en los análisis del flujo vehicular, las maniobras que generan conflicto en la intersección, los tiempos de los ciclos semafóricos y las dimensiones geométricas de la vía.

1.3. Justificación

En el presente proyecto de titulación, se aborda de manera planificada el problema de vialidad en la intersección de acceso de la Universidad, generada por el incremento del parque automotor. Así también, posterior al respectivo análisis se establecerá un compendio de propuestas

técnico-viables enfocadas en la ingeniería de tráfico. De esta forma se contribuirá con la ciudad reduciendo los altos índices de siniestralidad en una de las principales arterias viales.

Además, este proyecto es de gran interés para la Universidad, así como para los moradores del sector, puesto que actividades domésticas, comerciales, financieras y educativas se desarrollan en torno a la intersección de estudio. Con el análisis y planteamiento de alternativas viales se pretende encontrar una solución que permita optimizar la intersección logrando así un mejor flujo de tráfico.

1.4. Alcance

En el presente proyecto se analizó la información existente para determinar la capacidad vial y el volumen de tráfico actual correspondientes a periodos de máxima demanda, los cuales serán proyectados mediante tasas de crecimiento a periodos de 10 y 20 años. Adicionalmente, se realizará un estudio de la intersección, sus puntos de conflicto y su forma de control. Los análisis mencionados se deben efectuar preferiblemente con los criterios del Manual de Capacidad de Tránsito de los Estados Unidos de América (HCM).

Posteriormente, y sin que se pretenda cubrir la totalidad de los modelos de intersecciones, se procederá a fijar criterios específicos de diseño en varias alternativas, de entre las cuales se ejecutó el análisis de una única opción, aplicando los criterios ya mencionados del HCM.

1.5. Objetivos del proyecto

1.5.1. Objetivo General

Evaluar el nivel de servicio actual por análisis del tráfico en la intersección semaforizada de la Avenida Morán Valverde & Rumichaca Ñan y presentar una propuesta para mejorar el nivel de servicio de peatones, ciclistas y vehículos motorizados en tiempo actual y proyectado.

1.5.2. Objetivos específicos.

Determinar la influencia del nivel de saturación en la evaluación de niveles de servicio según el análisis de tráfico en la intersección semaforizada.

Determinar la influencia de la coordinación de semáforos en la evaluación del nivel de servicio según el análisis de tráfico en la intersección semaforizada.

Determinar la influencia de la distribución de áreas en la evaluación del nivel de servicio según el análisis de tráfico en la intersección semaforizada.

Determinar la influencia de la composición en la optimización del nivel de servicio según el análisis de tráfico en la intersección semaforizada.

Plantear alternativas que mejoren el funcionamiento de la intersección.

Analizar dichas alternativas según la tasa de crecimiento del parque automotor de la ciudad de Quito.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Capacidad vial

Se puede definir la capacidad vial de una sección de carretera como “el máximo número de vehículos (peatones) que pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado” (Cal R & Mayor R, 2007, p. 327). Se debe tener en cuenta que esta capacidad vial depende de varias características como lo son: la infraestructura vial (características geométricas), velocidades máximas, condiciones de adelantamiento (tránsito), y las condiciones de control. Adicionalmente otros factores que se debe considerar son: el clima y las condiciones ambientales; sin embargo, en el presente proyecto estos no serán considerados.

En cuanto al intervalo para realizar el análisis de capacidad, Cal R & Mayor R (2007) recomiendan usar un parámetro de 15 minutos, puesto que en este segmento se considera el tiempo más corto en el que se conserva un flujo estable de tráfico.

El concepto de “nivel de servicio” fue introducido por el HCM y se lo define como una forma de medir la calidad de circulación que una vía ofrece al usuario. Esta calidad puede ser definida dependiendo de factores como: velocidad de circulación, tiempo de recorrido, comodidad y seguridad. Según el HCM, el nivel de servicio se encuentra dividido en seis niveles de la A hasta la F ordenados de forma decreciente. La tabla 1 muestra las condiciones de circulación en cada uno de estos niveles.

Tabla 1*Niveles de servicio*

<i>Niveles</i>	<i>Características</i>
A	<ul style="list-style-type: none"> • Los usuarios pueden decidir libremente su velocidad de circulación. • El adelantamiento entre vehículos no presenta pequeñas demoras • Circulación libre y fluida • Control de demora por debajo de 10 s.
B	<ul style="list-style-type: none"> • Los usuarios circulan dependiendo de la velocidad de otros usuarios. • El adelantamiento presenta pequeñas demoras • Circulación con una alta velocidad estable. • Control de demora comprendido entre 10s y 20s.
C	<ul style="list-style-type: none"> • Los usuarios circulan formando grupos con opciones de maniobra reducidas. • Adelantamiento con demoras medias • Circulación estable • Control de demora comprendido entre 20s y 35s. • Los usuarios ven su velocidad reducida debido a la velocidad de los usuarios previos
D	<ul style="list-style-type: none"> • Adelantamiento dificultado debido a la formación de colas • Circulación inestable • Control de demora comprendido entre 35s y 55s. • Los usuarios tienen una velocidad uniforme de entre 40 – 50 km/h.
E	<ul style="list-style-type: none"> • Adelantamiento imposible debido a largas colas de vehículos. • Circulación muy inestable. • Control de demora comprendido entre 55s y 80s. • Velocidad de circulación aún más reducida, con patrones de arrancada y detenciones.
F	<ul style="list-style-type: none"> • Circulación forzada. • Control de demora por encima de los 80s.

Nota. Se presenta las características de cada Nivel de Servicio. Elaborado por: El autor.

2.2 Volumen de tráfico

El volumen de tráfico se puede entender como una medida cuantitativa del tráfico en una sección de carretera, según la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (1991):

Número total de vehículos que pasan por un punto dado o una sección de carril de un camino durante un intervalo de tiempo dado; el volumen se expresa en términos anuales, diarios, horarios o periodos menores a una hora. (p.3)

Para este proyecto en particular se tomará en cuenta el volumen de tráfico de horas pico, con el cual se obtendrá un promedio diario de tráfico para un año.

2.2.1 Vías urbanas

Las vías urbanas son aquellas cuyo diseño está pensado para conectar el tráfico desde las vías colectoras hasta las autopistas y entre los focos urbanos más concurridos. Como tal, muchas de las vías urbanas resultan tener acceso limitado o presentan ciertas restricciones como la velocidad máxima permitida, lo cual, comparado con las autopistas resultan en viajes con mayores demoras. En el distrito metropolitano de Quito la velocidad máxima de circulación permitida en estas vías es de 50 km/h.

2.2.2 Características de flujo

Las características de flujo nos ayudan a identificar el volumen de tráfico con el que circularan los vehículos en vías urbanas, es decir, la velocidad con la que esos vehículos cruzarán cierta sección de carretera. El HCM 2000 define 4 condicionantes que determinan las características de flujo, las cuales se detallan a continuación:

Condiciones Base

Son aquellas que afectan el volumen de tráfico de cualquier tipo de vía, entre ellas se consideran:

- Buen tiempo (Clima).

- Buenas condiciones del pavimento.
- Usuarios familiarizados con la vía.
- Circulación libre de control.

Sin embargo, en intersecciones se debe también considerar las siguientes condiciones base:

- Ancho de carriles
- Nivel de servicio
- Falta de estacionamientos en las vías de acceso
- Presencia de parada de buses en las vías.
- Localización de la intersección (Sectores de negocios, residenciales, estudiantiles, etc.)
- Presencia peatonal en las cercanías.

Condiciones de la calzada

Son aquellas que afectan de manera particular a cada vía, se consideran las siguientes condiciones:

- Geometría de la vía.
- Número de carriles.
- Ancho de las aceras
- Velocidad de diseño
- Alineamiento horizontal y vertical
- Disponibilidad de carriles exclusivos de giro.

Condiciones de tráfico

Son aquellas que influyen en el volumen de tráfico dependiendo del tipo de vehículos, distribución y dirección de los carriles.

Condiciones de control

Estas condiciones influyen en el volumen de tráfico mediante señales de tránsito que modifican el tiempo de recorrido en ciertos tramos de la vía. Para las intersecciones semaforizadas es especialmente crítico y depende de:

- La fase de la señal.
- La duración asignada al color verde.
- La duración del ciclo semafórico y la relación con los controles adyacentes.

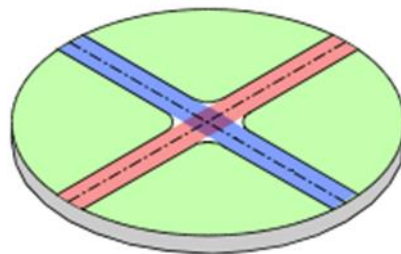
En la sección 2.3.2 se profundizará más en los semáforos con condición de control.

2.3 Intersecciones

Las intersecciones constituyen puntos de solución al problema de continuidad que se plantea en los cruces de dos o más carreteras. Asegurar su eficiencia resulta crítico, ya que, el comportamiento de los vehículos cambia al interactuar con ellos. El cruce de las intersecciones se realiza en un punto donde ambas vías estén en el mismo nivel, intersecando los ejes de estas.

Figura 1

Esquema de una intersección



Nota. Se presenta un esquema simple de una intersección. Fuente: (Bañón L. & Beviá J, 2000)

Las intersecciones en general presentan una mayor facilidad no solo para su proyecto el mismo criterio se aplica para su construcción, debido a que requieren una menor superficie y su costo se ve reducido en gran manera. Sin embargo, junto con estos beneficios se presentan

inconvenientes como una menor capacidad de manejo de tráfico, reducción de velocidad para su circulación y están sujetas a ser puntos de conflicto.

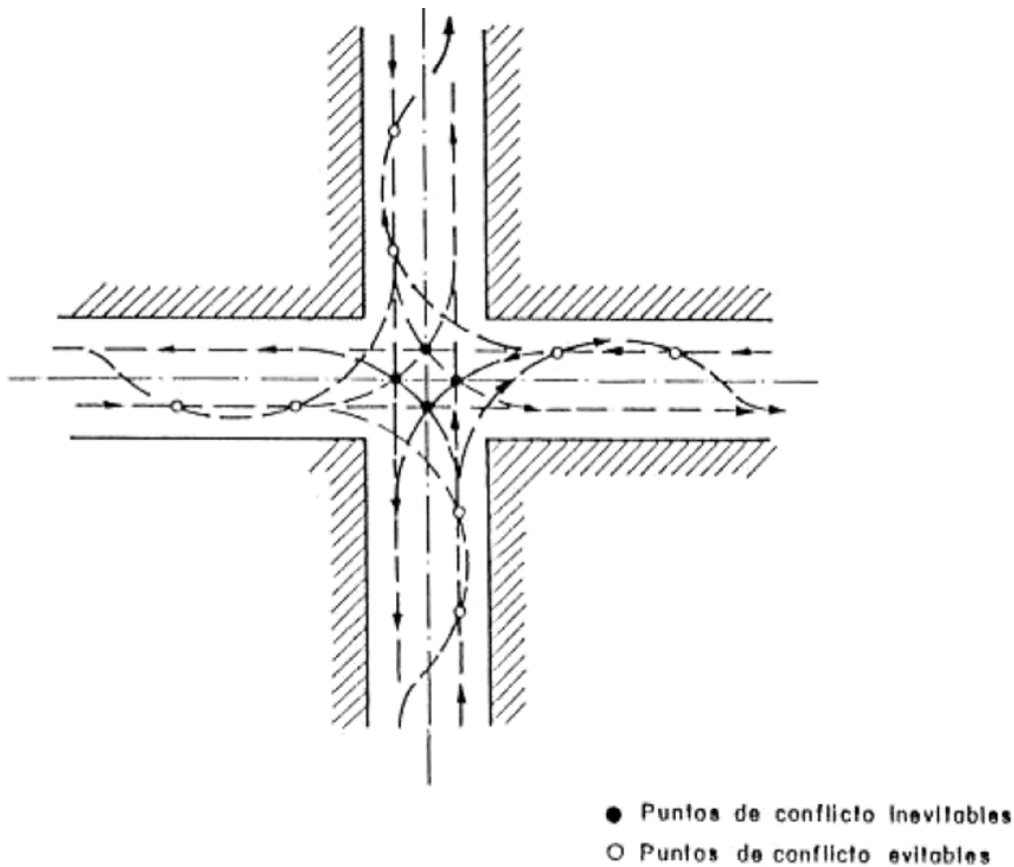
2.3.1 Puntos de conflicto

Son puntos críticos donde la confluencia de vehículos incrementa el riesgo de accidentes y se producen durante la incorporación, salida y cruce de vehículos.

Uno de los principales aspectos a considerar son los radios de giro en las intersecciones, cuando estos son insuficientes es común que los vehículos se vean obligados a invadir carriles como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 2

Puntos de conflicto 1

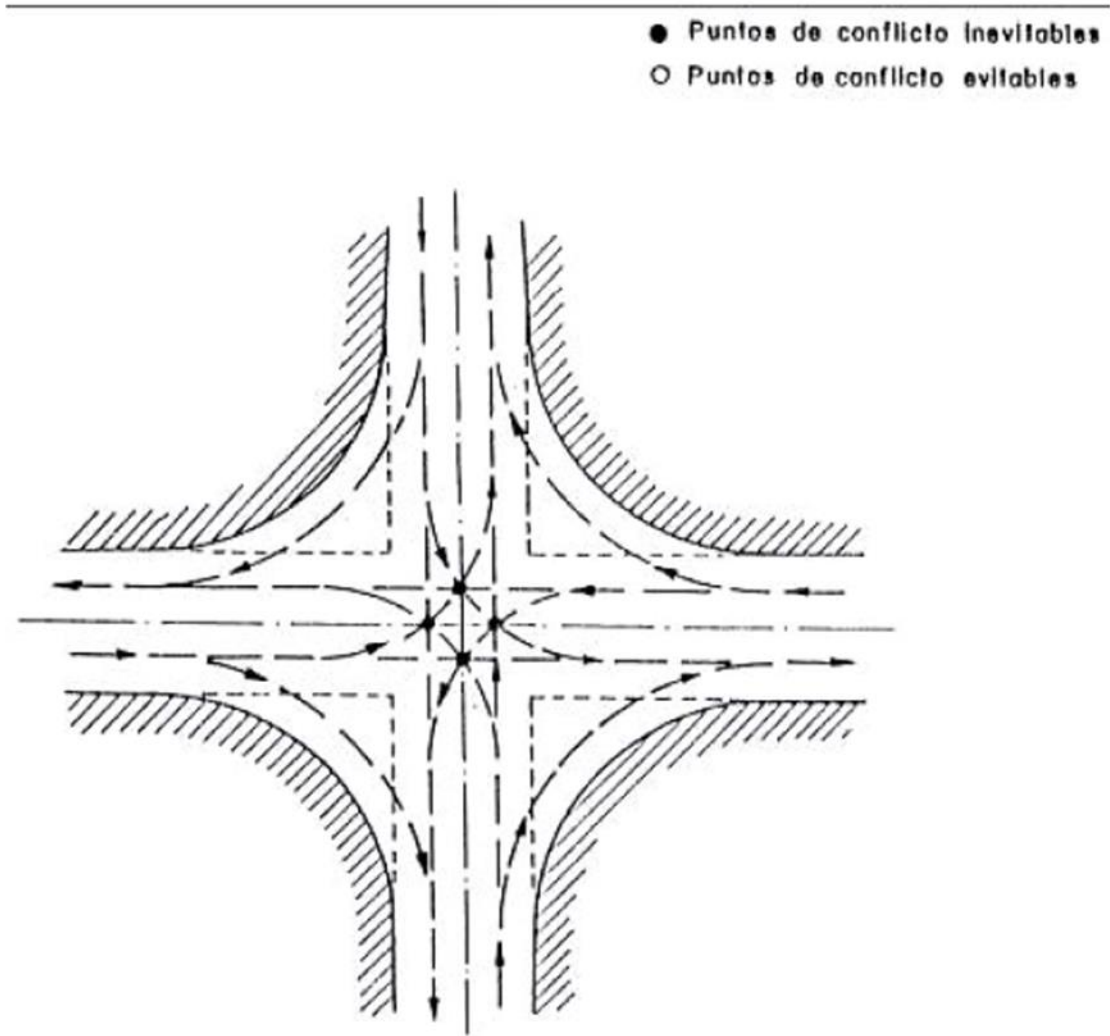


Nota. Esquema de una intersección con radios de giro insuficientes. Fuente: (Gómez R. 2004).

Para disminuir estos puntos de conflicto, una de las soluciones es contar con radios de giro adecuados, esto permite una cómoda maniobrabilidad de los vehículos, tal como se observa en la siguiente figura.

Figura 3

Puntos de conflicto 2



Nota. Esquema de una intersección con radios de giro adecuados. Fuente: (Gómez R. 2004).

Sin embargo, en el presente proyecto se analizará otro método para reducir los puntos de conflicto, utilizando sistemas de control como lo son los semáforos.

2.3.2. Tipos de control en intersecciones

Se define los dispositivos de control de tránsito en intersecciones como las señales, marcas, semáforos o cualquier otro dispositivo, que al ser colocados de manera adyacente o sobre la misma vía ayudan a prevenir, regular y guiar a los usuarios de ésta. El tipo de dispositivo va a depender especialmente de las condiciones específicas de la intersección.

2.3.2.1 Semáforos

Son señales luminosas que controlan el tráfico de los vehículos y el paso de peatones, sobre todo en intersecciones de zonas urbanas donde el tráfico continuo exige una adecuada coordinación para evitar accidentes.

“La finalidad de los semáforos es detener, dar vía libre a vehículos y peatones a diferentes tiempos en diferentes direcciones” (Gómez R, 2004, p. 388).

Sin embargo, hay que destacar que el incumplimiento de los requisitos para la instalación de un semáforo puede llegar a producir uno de los siguientes conflictos en el tráfico que se planea controlar:

- Causar demoras excesivas
- Inducir a la desobediencia de las luces
- Incentivan el uso de vías alternas para evitar las vías con semáforos
- Incrementar accidentes de cierto tipo, especialmente los choques por alcance.
- Costos innecesarios
- Bajas el nivel de servicio de la intersección.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización plantea un reglamento técnico para la decisión de instalar semáforos en intersecciones. El reglamento propone varios requisitos, para la instalación de semáforos se debe cumplir con uno o más de los mismos. Estos requisitos se

consiguen mediante estudios de ingeniería de tránsito. Sin embargo, si no se cumple con al menos uno de estos parámetros, no se debe instalar un semáforo en una intersección, ni se debe continuar con las operaciones si ya ha sido instalado.

En el reglamento técnico de INEN se utiliza los términos “mayor” y “menor” para indicar las vías que llevan el volumen de tránsito grande (vía principal) y pequeño (vía secundaria) respectivamente.

Los requisitos que influyen en una instalación de semáforo son los siguientes:

a) Volúmenes de tránsito.

Este requisito se satisface si durante 4 u 8 horas de estudio de control de volúmenes de tránsito superan los siguientes valores:

Tabla 2

Volumen de tránsito excedentes

No. De carriles en cada acceso		Vehículos por hora en la vía principal (total en ambas direcciones)	Vehículos por hora en la vía secundaria (total en una dirección)
Vía Principal	Vía Secundaria		
1	1	500	150
2 o más	1	600	150
2 o más	2 o más	600	200
1	2 o más	500	200

Nota. Se presentan los requisitos de volumen de tránsito para vías principales y secundarias.

Fuente: (INEN, 2011).

b) Acceso a vías principales

Este requisito se aplica cuando el volumen de tránsito de la vía principal es tal, que el volumen de tránsito de la vía menor sufre demoras innecesarias o riesgos al cruzar o integrarse a

la vía principal. La instalación del semáforo no debe interrumpir seriamente el tránsito; además, tampoco debe existir semáforos en la vía secundaria que alteren su volumen de tránsito.

Los volúmenes vehiculares mínimos son los siguientes:

Tabla 3

Volumen vehicular mínimo

No. De carriles en cada acceso		Vehículos por hora en la vía principal (total en ambas direcciones)	Vehículos por hora en la vía secundaria (total en una dirección)
Vía Principal	Vía Secundaria		
1	1	750	75
2 o más	1	900	75
2 o más	2 o más	750	100
1	2 o más	750	100

Nota. Se presentan los requisitos de volumen de tránsito para vías principales y secundarias.

Fuente: (INEN, 2011).

c) Volúmenes Peatonales

Este requisito se satisface cuando existen los siguientes volúmenes vehiculares y peatonales durante 4 horas de cualquier día laborable:

- En la vía principal ingresan 600 o más vehículos/h a la intersección (ambos accesos).
- Existe un parterre de 1.20m o más de ancho
- 1000 o más vehículos/h ingresan a la intersección (vía principal y secundaria en conjunto).
- 150 o más peatones/h cruzan a través de la vía principal.

d) Cruce peatonal de estudiantes

Este requisito se satisface si durante 2 horas de un día escolar se cumple los siguientes volúmenes:

- El volumen vehicular en la vía principal excede los 600 veh/h (total en ambas direcciones).
- El volumen peatonal excede 50 personas/h que crucen la vía principal.

e) Conservación de progresión

Este requisito se aplica cuando se requiere mantener los vehículos agrupados y con una velocidad regulada, incluso cuando el semáforo no es necesario.

f) Frecuencia de accidentes

Este requisito se satisface con los siguientes parámetros:

- Cuando otras señales de control con la debida vigilancia de agentes de tránsito no han reducido el número de accidentes.
- 5 o más accidentes notificados en un periodo de 12 meses, y son susceptibles a corregirse con el uso de semáforos.
- 3 o más accidentes en un periodo de 3 años y pueden ser reducidos con el uso de semáforos.
- Existe un volumen no menor al 80% en el especificado en los requisitos a, b y c.

g) Sistemas

Este requisito es aplicable para determinar la concentración y organización de las redes de flujo en las intersecciones de vías principales, en las cuales su volumen actual o proyectado sea de 800 vehículos durante la hora de mayor afluencia en un día laborable o en su defecto en un lapso de 5 horas en un fin de semana.

h) Combinación de requisitos

Se aplica en casos excepcionales, aunque no se satisfaga ninguno de los requisitos mencionados, siempre y cuando se cumpla con un mínimo de 80% de dos o más de los requisitos a, b y c.

El reglamento técnico del INEN señala que, todos estos requisitos comparten la siguiente condición general:

Cuando la velocidad segura en la vía principal exceda los 55 km/h, o cuando la intersección se ubica al límite urbano de una población aislada con menos de 10.000 habitantes, los valores de volumen de tránsito son solo del 75%. (p.9)

2.3.2.2 Tipos de semáforos

Semáforos para tránsito de vehículos: son aquellos que controlan la circulación de tránsito de vehículos, suelen constar con 3 módulos (rojo, amarillo y verde).

Ilustración 4 Semáforo simple

Figura 4

Semáforo simple



Nota. Imagen referencial de un semáforo convencional. Fuente: (Gómez R, 2004).

Semáforos fijos: Los semáforos fijos constan de una luz intermitente de color amarillo que significa que los vehículos deben circular con suma precaución, o roja que significa que los vehículos deberían detenerse antes de entrar en la intersección.

Semáforos Compuestos o direccionales: cumplen la función de controlar la circulación de tránsito de vehículos, y las flechas cumplen la función de permitir el paso del tráfico en ciertas direcciones.

Figura 5

Semáforo compuesto



Nota. Imagen referencial de un semáforo compuesto. Fuente: (Gómez R, 2004).

Semáforos peatonales: Son aquellos que regulan el volumen de peatones que cruzan una vía, constan únicamente de 2 módulos.

Ilustración 6 Semáforo peatonal

Figura 6

Semáforo peatonal



Nota. Imagen referencial de un semáforo peatonal. Fuente: (Gómez R, 2004).

Semáforo para cruce de trenes: Estos semáforos están presentes en cruces de vías y líneas férreas. Estos semáforos controlan el tránsito de vehículos al activarse automáticamente cuando se aproxima un tren.

Figura 7

Semáforo cruce de trenes



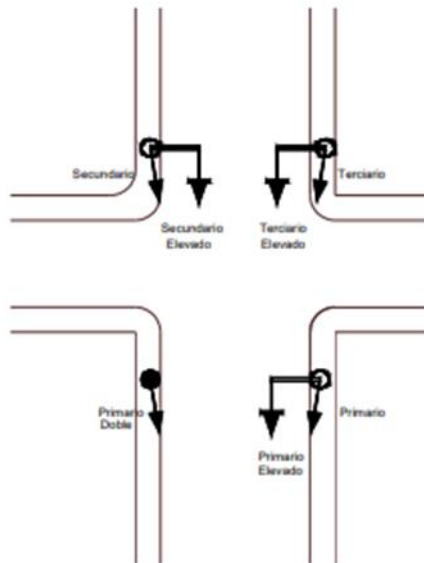
Nota. Imagen referencial de un semáforo de trenes. Fuente: (Gómez R, 2004).

2.3.2.3 Ubicación y dimensiones de los semáforos.

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización, las siguientes figuras ilustran las ubicaciones generales y sirven como ejemplos referenciales en una aproximación a un cruce de vías.

Figura 8

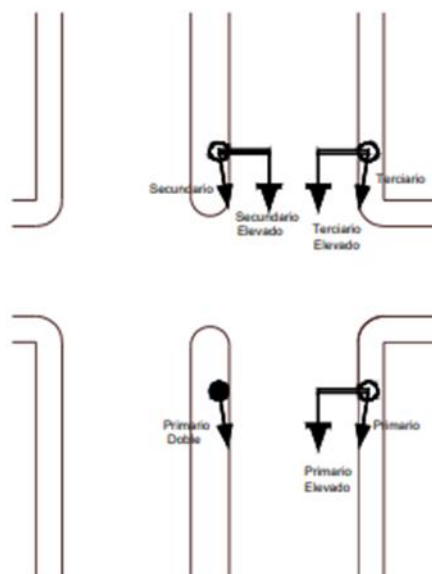
Ubicación de semáforos (intersección simple)



Nota. Esquema de la ubicación de semáforos en una intersección simple. Fuente: (INEN, 2011).

Figura 9

Ubicación de semáforos (intersección compuesta)

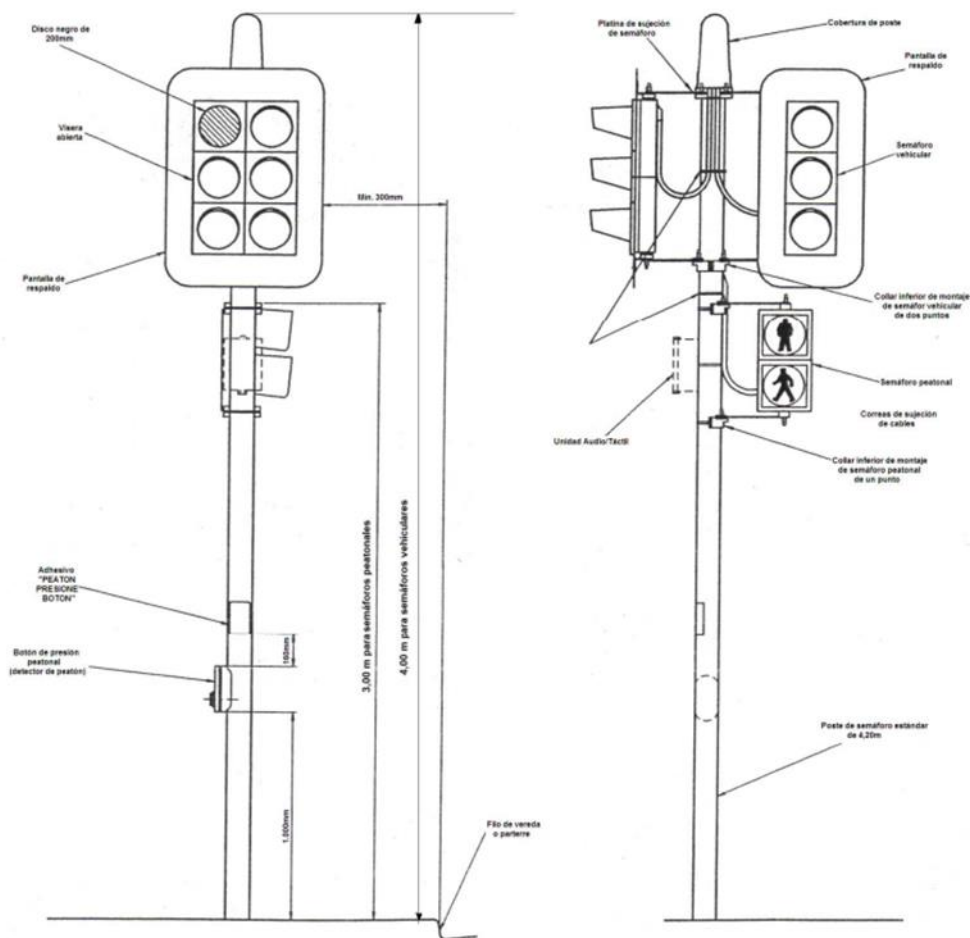


Nota. Esquema de la ubicación de semáforos en una intersección compuesta. Fuente: (INEN, 2011).

De la misma manera, en las siguientes figuras se presentan las dimensiones generales que sugiere el Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Figura 10

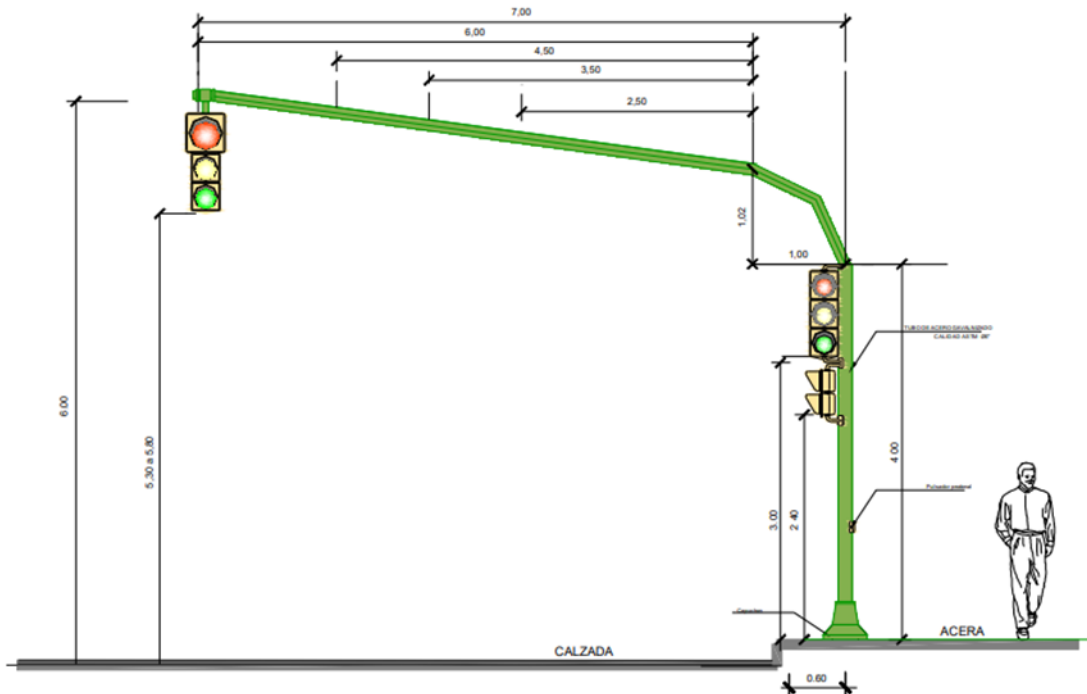
Dimensiones de un semáforo 1



Nota. Esquema de las dimensiones de un semáforo pequeño. Fuente: (INEN, 2011).

Figura 11

Dimensiones de un semáforo 2



Nota. Esquema de las dimensiones de un semáforo grande. Fuente: (INEN, 2011).

2.3.2.4 Ventajas y desventajas de la semaforización

Siendo dispositivos de control del tránsito, los semáforos presentan una serie de ventajas a las cuales se les puede sacar provecho para mejorar los niveles de servicio en una intersección, siempre y cuando estén sincronizados de la manera correcta, pero de la misma forma una mala implementación presentara serias desventajas con respecto al nivel de servicio.

Ventajas

- Ordenar, agrupar y optimizar las capacidades de las vías al proporcionar derecho de paso a los vehículos.
- Reducir los niveles de accidentes

- Permite un flujo constante a una velocidad adecuada.
- Son una buena inversión a largo plazo, si se implementan de forma apropiada.

Desventajas

- Mal implementados resultan en costos innecesarios.
- Incentivan el uso vías secundarias con tal de evitar la semaforización.
- Las demoras excesivas pueden incitar a la desobediencia de las señales del semáforo.

2.3.3 Señalización de intersecciones

Además del uso de semáforos para el control de los volúmenes de tránsito es común usar señalización. Este tipo de señalización se constituye en símbolos, figuras y palabras pintadas en tablero o en las vías y transmiten un lenguaje visual a los conductores y peatones.

2.3.3.1 Señales horizontales

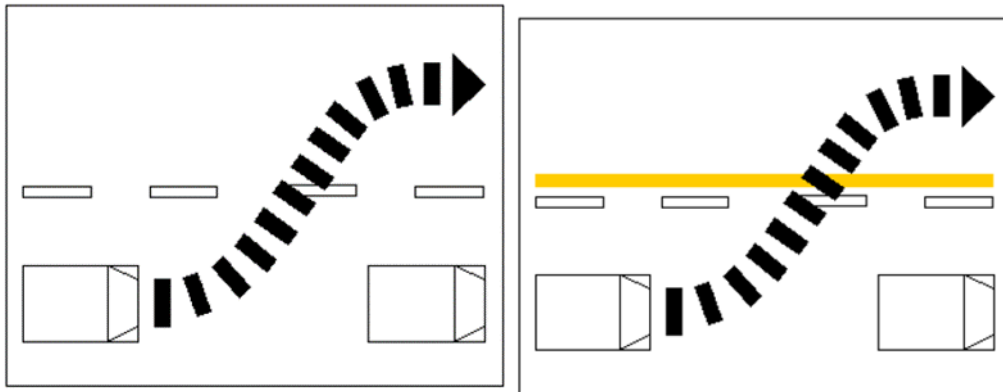
Son aquellas que se colocan o marcan sobre la superficie de las vías y en ocasiones sobre los bordillos. Estas marcas tienen por objetivo indicar riesgos, peligros, prohibiciones, canalizar el tránsito y complementar las indicaciones de otras señales. Entre las principales señales horizontales se puede mencionar las siguientes:

- **Marcas centrales, las cuales pueden ser discontinuas o continuas.**

Son líneas pintadas a lo largo del pavimento de calles o caminos y sirven para separar las dos direcciones de tránsito en la vía, también para coordinar el adelantamientos y cruces de vehículos.

Figura 12

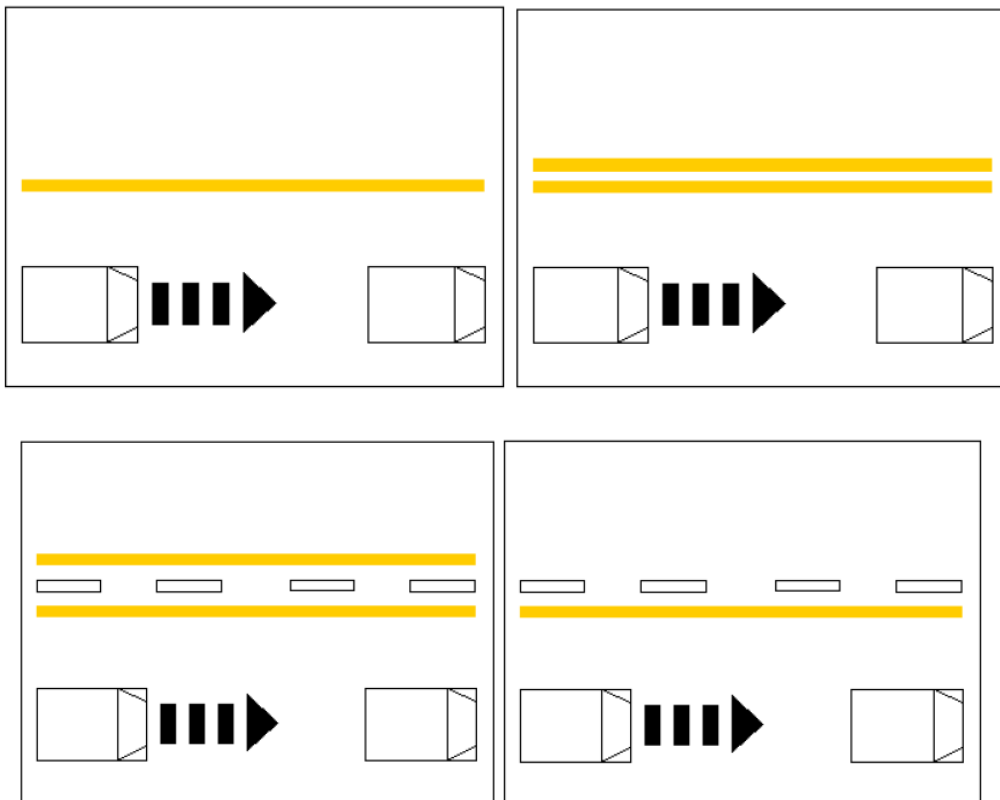
Marcas centrales discontinuas



Nota. Esquema de marcas centrales discontinuas en la vía. Fuente: (Gómez R, 2004).

Figura 13

Marcas centrales continuas



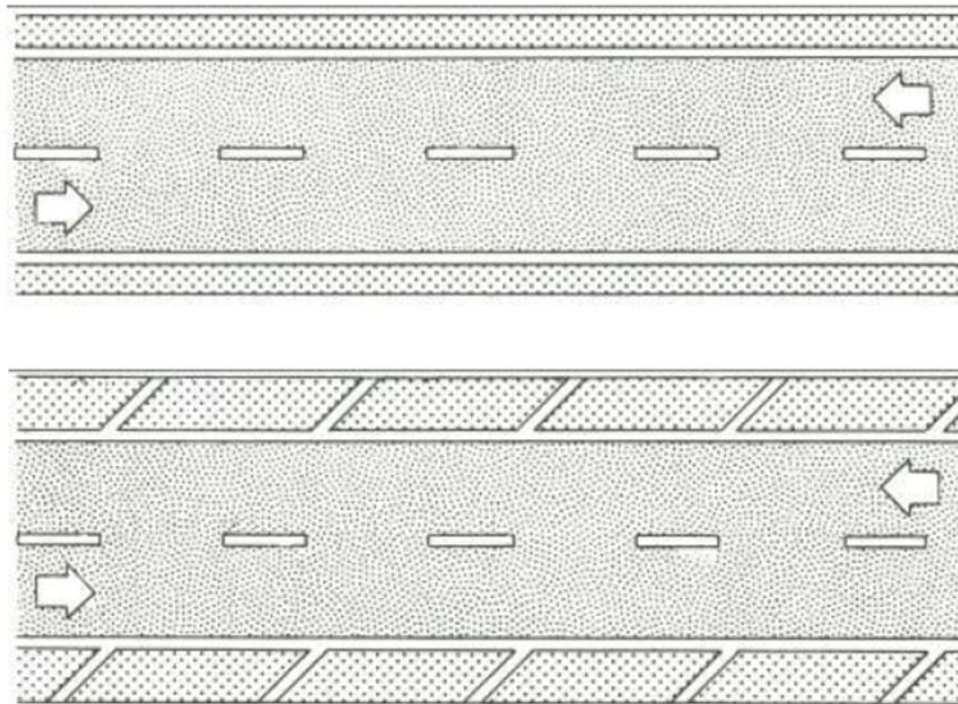
Nota. Esquema de marcas centrales continuas en la vía. Fuente: (Gómez R, 2004).

- **Marcas limitadoras de la calzada**

Se pintan en las orillas a lo largo del pavimento de forma continua y sirven para limitar de forma lateral el área donde puede transitar el vehículo.

Figura 14

Marcas limitadoras de calzadas



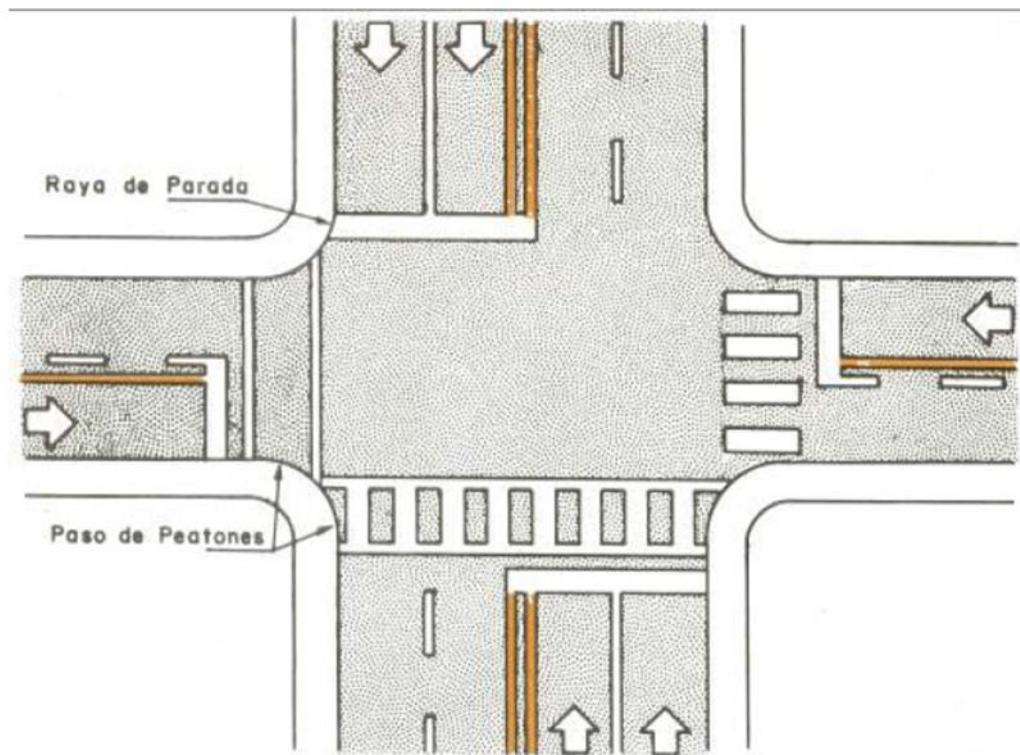
Nota. Esquema de marcas limitadoras de calzada. Fuente: (Gómez R, 2004).

- **Marcas canalizadoras.**

Están pintadas a lo largo del pavimento en forma continua de color blanco, y sirven para canalizar el tránsito y distribuirlo en las intersecciones.

Figura 16

Marcas de paradas y pasos peatonales



Nota. Esquema de marcas de paradas y pasos peatonales. Fuente: (Gómez R, 2004).

2.3.3.2 Señales verticales

Son aquellas que se colocan en **postes** verticales, en lugares adecuadamente ubicados, de manera general se las puede clasificar de la siguiente manera:

- **Restrictivas, las cuales pueden ser: Limitativas o Prohibitivas.**

Son aquellas que indican órdenes, limitaciones o prohibiciones impuestas por las leyes y ordenanzas. Este tipo de señales suelen estar formadas por el color blanco y rojo, las cuales cuando están atravesadas con una banda diagonal, prohíben y cuando no, obligan o restringen.

Figura 17

Señales restrictivas



Nota. Imágenes representativas de señales restrictivas. Fuente: (Gómez R, 2004).

- **Preventivas.**

Son aquellas que avisan con antelación sobre la proximidad de variaciones en las condiciones de la ruta que podrían causar accidentes al conductor, con el objetivo de evitarlos.

Figura 18

Señales preventivas



Nota. Imágenes representativas de señales preventivas. Fuente: (Gómez R, 2004).

- **Informativas, las cuales pueden ser: Identificación, Destino o Servicios.**

Estas señales no transmiten órdenes ni previene situaciones, su propósito es informar, identificar u orientar a los conductores sobre servicios, desvíos o cualquier otra información que sea útil para los mismos.

Figura 19

Señales informativas



Nota. Imágenes representativas de señales informativas. Fuente: (Gómez R, 2004).

2.4 Análisis de intersecciones semaforizadas: Metodología.

Este tipo de intersecciones tienen un control de tráfico mediante semáforos, que regula el flujo y la velocidad con la que circulan los vehículos. En el caso de las intersecciones semaforizadas ubicadas en el Distrito Metropolitano de Quito, todas éstas se encuentran monitorizadas desde el Centro de Gestión de la Movilidad de la EPMMOP.

En esta sección se presentará el análisis operacional de intersecciones con semáforo bajo condiciones de circulación discontinua, las cuales ya se desglosaron en la sección 2.2.2. Para llevar a cabo este análisis, se utilizará la metodología sugerida en el HCM (2000).

Es importante referenciar que existe un nivel de complejidad considerable para que todos los accesos de una intersección funcionen de forma coordinada y en condiciones similares.

En las intersecciones semaforizadas la capacidad vial y el nivel de servicio no están completamente correlacionados, ya que el primero implica la relación volumen/capacidad, mientras que el nivel de servicio se basa en las demoras medias de los vehículos detenidos por la acción del semáforo. Debido a esto, ambos conceptos serán analizados de forma particular.

2.4.1 Parámetros de entrada.

Las condiciones o parámetros de entrada se pueden dividir en 3 categorías:

- **Condiciones geométricas.**

Se refiere a la condición física de la intersección, el número de carriles, ancho de las vías, movimientos por carril, estacionamientos (dimensiones y ubicación) y pendientes de los accesos.

- **Condiciones de tránsito.**

Es necesario contar con los volúmenes de tránsito para cada movimiento en cada acceso y su composición en términos de tipos de vehículos, paradas de autobuses antes y después de la intersección. Se debe aforar los flujos peatonales, sobre todo los que entran en conflicto con los vehículos. Finalmente, se definen las llegadas a los accesos de la intersección al inicio de la fase roja y de la fase verde.

- **Condiciones de semáforos.**

Para esta condición se debe especificar diagramas de fases, longitudes de ciclos, para los movimientos y maniobras dadas.

2.4.2 Vehículos equivalentes.

Es evidente que en la intersección transitan vehículos de naturaleza mixta, livianos y pesados. Se considera también que, los giros de vehículos y el tránsito de peatones generan conflictos que se pueden subsanar al convertir todos los vehículos a una misma categoría.

Para lo cual se utiliza el factor de máxima demanda, el cual se calcula:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4*(q_{max15})} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

VHMD = Volumen horario de maxima demanda

q_{max15} = Flujo maximo de vehículos mixtos en un periodo de 15 minutos

$\frac{g_i}{C}$ = Relacion de tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles i

El factor de máxima demanda en vías multicarriles suele tener un valor que varía entre 0.8 a 0.95.

Se calcula el factor de ajuste por vehículos pesados mediante la siguiente ecuación:

$$fvp = \frac{100}{100+PC(EC-1)+PB(EB-1)+PR(ER-1)} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

PC = Porcentaje de camiones

EC = Equivalencia de camión

PB = Porcentaje de buses

EB = Equivalencia de buses

PR = Porcentaje de recreativos

ER = Equivalencia de recreativos

El factor de giro depende de la cantidad de peatones que transitan por la vía y del flujo de vehículos que transiten por la otra sección de vía.

Tabla 4*Factor de giro a la derecha*

Flujo Opuesto veh/h.	Numero de carriles opuestos		
	1	2	3
0	1,1	1,1	1,1
200	2,5	2	1,8
400	5	3	2,5
600	10	5	4
800	13	8	6
1000	15	13	10
1200 o más	15	13	15

Nota. Se representan los factores de giro a la derecha. Fuente: (HCM, 2000).

Tabla 5*Factor de giro a la izquierda*

Volumen peatonal en el cruce peatonal en conflicto (peatones/h)	Equivalentes
Ninguno (0)	1,18
Bajo (50)	1,21
Moderado (200)	1,32
Alto (400)	1,52
Extremo (800)	2,14

Nota. Se representan los factores de giro a la izquierda. Fuente: (HCM, 2000).

Finalmente obtenemos el valor de vehículos equivalentes aplicando los factores ya revisados.

$$veq = \frac{Vol.conteo * fator\ de\ giro}{FHMD * fvp} \quad Ec. 3$$

2.4.3 Determinación de la tasa de flujos

Los volúmenes de demanda se pueden indicar por más de un periodo de análisis, por lo cual es necesario transformar los volúmenes horarios a tasas de flujos de 15 minutos, usando el factor de hora de máxima demanda:

$$v_p = \frac{V}{FHMD} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

v_p = Tasa de flujo durante 15 minutos de máxima demanda

V = Volumen horario (veh/h)

$FHMD$ = Factor de la hora de máxima demanda

2.4.4 Determinación del flujo de saturación.

Es el flujo de vehículos por hora (veh/h) que se acoplan en un grupo carril. El flujo de saturación puede determinarse mediante estudios de campo o usando la siguiente ecuación:

$$s = s_0(N)(f_A)(f_{vp})(f_p)(f_E)(f_B)(f_L)(f_{VD})(f_{VI}) \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

S = Flujo de saturación del grupo de carriles

S_0 = Flujo de saturación en condiciones ideales, usualmente 1800 veh/h

N = Número de carriles

f_A = Factor de ajuste por efecto del ancho de carril

f_{vp} = Factor de ajuste por vehículos pesados

f_p = Factor de ajuste por pendientes de acceso

f_e = Factor de ajuste por la existencia de carriles de estacionamiento

adyacentes al grupo de carriles

f_b = Factor de ajuste por parada de autobuses

f_L = Factor de ajuste por localización

f_{VD} = Factor de ajuste por vueltas a la derecha

f_{VI} = Factor de ajuste por vueltas a la izquierda

2.4.5 Determinación de la capacidad y la relación volumen/capacidad.

En una intersección semaforizada la capacidad está basada en el concepto de flujo de saturación, y en la tasa de flujo de saturación. La relación de flujo para un determinado grupo de carriles está definida como la tasa de flujo de demanda real o demanda proyectada para el grupo de carriles (V_i) y la tasa de flujo de saturación (S_i). A la relación de flujo de saturación para un determinado grupo de carriles se le representa con (v/s) , para un determinado grupo de carriles i . Esa capacidad puede determinarse con la siguiente ecuación.

$$C_i = S_i * \left(\frac{g_i}{C}\right) \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

C_i = Capacidad del grupo de carriles i (veh/h)

S_i = Tasa de flujo de saturación del grupo de carriles i (veh/h. verde)

$\frac{g_i}{C}$ = Relación de tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles i

La relación volumen-capacidad (v/c) , en los análisis de intersecciones se lo conoce como grado de saturación y se identifica con el símbolo X . Para un determinado grupo de carriles se calcula usando la siguiente ecuación:

$$X_i = \left(\frac{V}{C}\right)_i = \frac{V_i}{S_i * \left(\frac{g_i}{C}\right)} = \frac{V_i * C}{S_i * g_i} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

$X_i = (v/c)_i =$ Relación volumen capacidad para un determinado carril i

$V_i =$ tasa de flujo de demanda actual o proyectado para un grupo de carriles i $(v/c)_i$

$S_i =$ Tasa de flujo de saturación del grupo de carriles i $(veh/h.verde)$

$g_i =$ Tiempo en verde efectivo para el grupo de carriles i (s)

$C =$ Duración del ciclo (s)

Los valores sostenibles de X van desde 1 cuando el flujo es igual a la capacidad, hasta cero cuando el flujo es cero. Los valores superiores a 1 indican un exceso de demanda sobre la capacidad, pocas veces todos los movimientos en una intersección se saturan a la misma hora del día.

2.4.6 Determinación de demoras.

Los valores obtenidos de los cálculos representan la demora de control promedio experimentada por todos los vehículos que llegan en el periodo de análisis. El control de demoras promedio por vehículo para un determinado grupo de carriles viene dado por la siguiente ecuación:

$$d = d_1 * (PF) + d_2 + d_3 \quad \text{Ec. 8}$$

Donde:

$d =$ Control de demoras por vehículo (s/veh) ;

$d_1 =$ Control uniforme de demoras, considera un flujo uniforme de vehículos (s/veh) ;

$PF =$ Factor de ajuste de progresión uniforme.

$d_2 =$ Demora incremental de llegada aleatoria y de sobresaturación, (s/veh) ;

$d_3 =$ Demora en cola residual o remanente antes del análisis (s/veh) ;

La demora uniforme asume una llegada uniforme d_1 , ya que, en el cambio de rojo a verde, los vehículos van a salir de una manera uniforme para cruzar la intersección.

$$d_1 = \frac{0.5C \cdot \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - \left[\min\left(1, X\right) \frac{g}{C}\right]} \quad \text{Ec. 9}$$

Donde:

$C =$ Duración del ciclo (s); en el semáforo de control temporizado.

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

$X =$ Relación volumen capacidad para un determinado carril v/c .

La siguiente ecuación sirve para determinar la demora debido a un incremento de llegadas no uniformes y errores de ciclos temporales.

$$d_2 = 900T \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8klX}{CT}} \right] \quad \text{Ec. 10}$$

Donde:

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

$k =$ Factor incremental de demoras, dependiente de la configuración de control

$l =$ Factor de ajuste de filtrado/medición

$C =$ Capacidad del grupo de control (veh/h)

$X =$ Relación volumen capacidad para un determinado carril v/c .

La demora d_3 se da cuando una cola residual existe antes de un proceso de análisis, sin embargo, para este caso de estudio se consideró que es 0.

2.4.7. Determinación del nivel de servicio

El nivel de servicio LOS (Level Operation Service) está directamente relacionado con el control de demoras por vehículo. La relación volumen capacidad v/c que sea mayor a 1.0 es una aproximación a un error potencial. Cuando se obtienen la demora de cada grupo de carriles y de la sección como un todo, se determina el nivel de servicio.

Tabla 6

Niveles de servicio y descripción

LOS	Demora (S/veh)	Descripción General
A	≤ 10	Flujo Libre
B	10 – 20	Flujo Estable (pequeños retrasos)
C	20 – 35	Flujo Estable (retrasos aceptables)
D	35 – 55	Cerca de flujo inestable (retraso tolerable)
E	55 – 80	Flujo inestable (retraso intolerable)
F	> 80	Flujo forzado (atascado)

Nota. Se representa una descripción general de los niveles de servicio. Fuente: (HCM, 2000).

La descripción completa de cada nivel de servicio se encuentra presente en la tabla 2.1 de este trabajo.

2.5 Diseño geométrico de intersecciones

En un proyecto de carretera la parte más importante es el diseño geométrico de la misma, el cual debe considerar los factores condicionantes existentes en el sitio. Un correcto diseño en la configuración geométrica asegura la satisfacción del máximo número de objetivos en el proyecto como lo pueden ser: la funcionalidad, la seguridad, comodidad, armonía, estética, economía, integración. Para ello es importante también aplicar de forma correcta principios y normas de ingeniería vial, tanto los que se manejan en el país como en la literatura internacional.

2.5.1 Procedimiento general

Para el diseño o rediseño geométrico de una intersección, se necesita primero realizar actividades previas, entre las cuales se destacan:

- Estudio de tránsito de la intersección.
- Análisis de la situación existente.
- Diseño en alineamiento horizontal y vertical
- Estudio hidrológico y de drenaje
- Levantamientos topográficos
- Estudios geológicos, de suelos y pavimentos.
- Estudio ambiental.
- Formulación de alternativas funcionales
- Selección de alternativas convenientes.
- Diseño definitivo de la solución adoptada.

Para el presente trabajo de titulación se abordado un estudio de tráfico de la intersección, con el cual se pretende solucionar los inconvenientes de ésta mediante la aplicación de la ingeniería de tránsito. Si la alternativa presentada en este trabajo no fuera suficiente para solucionar el problema, el presente trabajo y los resultados obtenidos pueden ser utilizados como parte de la información necesaria para un rediseño completo de la intersección de estudio.

2.5.2 Principios generales.

Una intersección semaforizada es aquella cuyos movimientos de los vehículos se localizan por vías definidas mediante carriles, estas intersecciones se ubican en el cruce de calles y avenidas

principales en la cuales hay alto volumen de tránsito. En estas intersecciones no están bien definidos los giros a la izquierda, lo que provoca que la intersección no sea segura.

Para un funcionamiento eficaz de las intersecciones semaforizadas se debe tener presente los siguientes principios:

- Preferencia de los movimientos principales: Es necesario dar preferencia a las maniobras de mayor importancia sobre las secundarias; esto quiere decir, priorizar el flujo principal del tránsito. Por lo cual, es preferible limitar los movimientos secundarios con la señalización adecuada, esto tiene como resultado la disminución de la velocidad en las operaciones de giro y la separación del tránsito de paso, cuya velocidad es mayor.
- Perpendicularidad de las trayectorias: Para asegurar las mínimas áreas de conflicto, las intersecciones deben tener ángulos rectos o ángulos parecidos en los puntos de corte de las vías.
- Separación de los puntos de conflicto: Siempre que esto sea posible se debe separar los puntos de conflicto entre vehículos y peatones, y a su vez los que se generaran entre vehículos. Para ello el uso adecuado de señales de tránsito y control semafórico son indispensables.
- Separación de movimientos: Cuando la intensidad horaria de tránsito supera el orden de 25 o más vehículos por hora, es conveniente designar una vía exclusiva de sentido único. De ser necesario se podría diseñar canalizaciones en las mismas, para evitar que en lo posible se realicen movimientos indeseables o peligrosos.
- Control de velocidad: Es necesario inspeccionar con frecuencia la velocidad del tráfico, lo cual ayuda a disponer de curvas de radio adecuados o ensanchamiento

de las vías, asegurando así velocidades no solo seguras sino adecuadas para un tránsito fluido.

- Puntos de giro: Los giros en puntos no convenientes deben ser evitados en todo sentido, para lo cual se puede emplear de manera correcta las señales de tránsito.
- Visibilidad: Se debe asegurar que entre el punto en que un conductor puede ver a un peatón o a otro vehículo con preferencia de paso, exista un espacio de recorrido de por lo menos la distancia de parada.

2.5.3 Diseño definitivo de la intersección

En la ingeniería de tránsito, una vez planteadas varias alternativas según los criterios ya mencionados, se debe analizar la alternativa que ofrezca una mayor eficiencia en la vía, la cual asegure un correcto diseño en los elementos de la intersección, en caso de requerir una intervención mayor al análisis de tránsito.

Los criterios considerados en este análisis de tránsito son los siguientes:

- Los volúmenes de tránsito serán analizados no solo para la necesidad actual, sino también para una proyección de 10 y 20 años.
- Se utilizará preferiblemente los criterios del HCM (Manual de capacidad de Tránsito) de los Estados Unidos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

Para un correcto desarrollo de este proyecto se recopilaron todos los datos necesarios para el análisis de tránsito de la intersección, así como para dejar planteada una base para futuros proyectos relacionados. Para esto se recopiló de tres tipos de datos:

- Capacidad vehicular
- Levantamiento topográfico.
- Ciclo semafórico.

3.1.1. Aforo vehicular

Con respecto al aforo vehicular, lo que se pretende es lograr caracterizar el flujo de tránsito y determinar el volumen de vehículos.

Para caracterizar el flujo de tránsito de una carretera se mide el número de vehículos que atraviesan una sección en específico de dicha vía en un determinado periodo de tiempo. Esta información debe reflejar la composición del tráfico actual, para esto debemos tomar en cuenta el TPDA (tráfico promedio diario anual) del proyecto. El TPDA se obtuvo del conteo manual llevado a cabo para el presente proyecto en un intervalo de 15 min con clasificación vehicular (camiones, buses, vehículos livianos, motocicletas y bicicletas). De esta manera también se pudo determinar la hora pico de máxima demanda.

El conteo se realizó en las entradas de la intersección, con la ayuda de 4 personas distribuidas en estaciones de la siguiente forma: **E1** en la Av. Rumichaca Ñan (sur-norte), **E2** en la Av. Morán Valverde (este-oeste), **E3** en la Av. Rumichaca Ñan (norte-sur) y finalmente la estación **E4** en la Av. Morán Valverde (oeste-este).

Figura 20

Ubicación de las estaciones de conteo

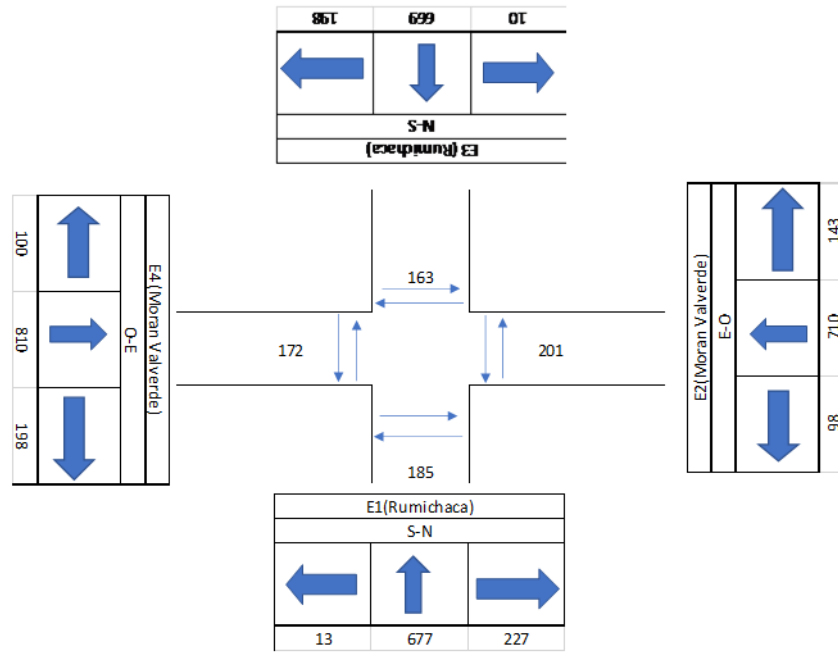


Nota. Se representa un mapa de la intersección de estudio. Elaborado por: El autor a través de Google Maps.

En el Anexo 2. Del documento se presenta el conteo clasificado según el tipo de vehículos, con este conteo se puede efectuar un diagrama del movimiento de los vehículos en la intersección.

Figura 21

Movimientos de vehículos y peatones en la intersección



Nota. Se representan los movimientos de vehículos y peatones en la intersección de estudio.

Elaborado por: El autor.

La figura presenta la cantidad de peatones y vehículos que transitan en la intersección durante la hora pico, la cual durante la recopilación de datos se determinó como el periodo comprendido entre las 07:00 am hasta las 8:00 am. Los conteos se efectuaron cada 15 minutos, separando según el tipo de vehículos, es decir, camiones, buses, vehículos ligeros, etc. Los resultados obtenidos se pueden visualizar en el anexo 2.

Cabe aclarar que los giros hacia la izquierda en la avenida Rumichaca Ñan, no son maniobras permitidas, a pesar de que un grupo de conductores siempre las realizan, produciendo una notable afectación a la eficiencia de esta vía, como se presentará más adelante en este análisis.

3.1.2 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con una estación total Sanding Arc 10, el dispositivo tiene una precisión angular de 2" y una precisión lineal de $+(2\text{mm}+2\text{pm} \times D)$ con la utilización de prismas. El levantamiento fue georreferenciado por un GPS navegador en coordenadas WGS 84. Se ha proporcionado también las ortofotografías del área de estudio, tomadas mediante Drones.

Procedimiento

Con la guía del tutor del proyecto se procedió a realizar el levantamiento topográfico tomando en cuenta varios puntos de interés para ambas vías que conforman la intersección.

En la Avenida Rumichaca Ñan, se hizo el levantamiento desde el estadio del Aucas en el norte hasta el redondel conformado con la Avenida Amaru Ñan en el sur.

En la Avenida Morán Valverde, se realizó el levantamiento desde el redondel conformado por las Avenidas teniente Hugo Ortiz, Avenida Morán Valverde y Avenida Quitumbe Ñan, en el Este, y hasta el puente en la Avenida Mariscal Sucre en el Oeste.

Para realizar este levantamiento topográfico primero se inspeccionó el área, lo cual permitió ubicar las estaciones en un lugar ideal. Con la ayuda de los prismas se tomó puntos detallados de las aceras, la vía, la ubicación precisa de los semáforos y señales de tránsito.

El levantamiento topográfico completo fue ejecutado con alrededor de 600 puntos. En el **Anexo 1** se puede visualizar los puntos correspondientes al levantamiento. Todos los datos de este levantamiento fueron procesados para que puedan ser visualizados en el software AutoCAD Civil 3D. Este plano será un recurso valioso tanto para este estudio como para otros proyectos como lo podrían ser un nuevo diseño geométrico de esta vía.

Figura 22

Geometría actual de la intersección

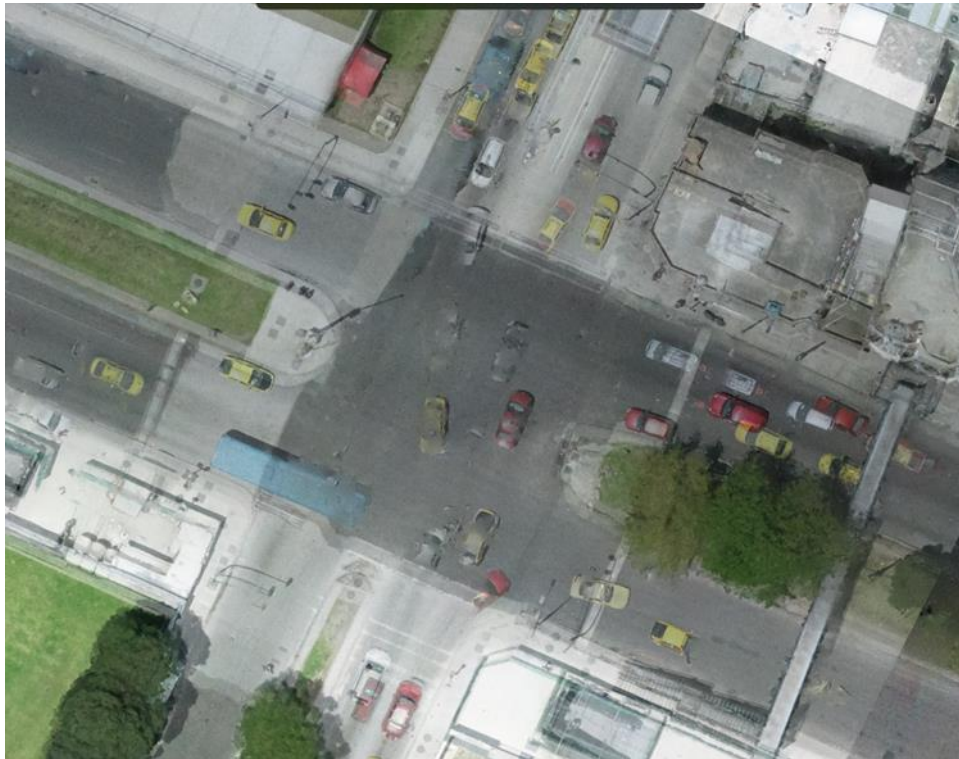


Nota. Se representa la geometría de la intersección mediante un plano. Elaborado por: El autor.

La figura muestra el estado actual de la geometría de la intersección, esto puede ser comprobado con las ortofotos tomadas en el sitio, como se presenta a continuación.

Figura 23

Ortofotografía de la intersección



Nota. Se presenta una fotografía aérea de la intersección para comprobar su geometría actual.




Elaborado por: El autor.

3.1.3 Ciclo semafórico

El municipio del Distrito Metropolitano de Quito dispone de un centro de control de semáforos, el cual recoge en tiempo real datos de tráfico de la ciudad y ajusta las fases e intervalos, lo cual permite ajustar los semáforos a una necesidad concreta. Sin embargo, la intersección de estudio no cuenta con este tipo de control y ajuste en tiempo real, es decir, su ciclo es fijo. Por ello, durante el levantamiento topográfico se procedió a recolectar los datos del ciclo semafórico de la intersección mediante el uso de un cronómetro.

Tabla 7

Fases del ciclo semafórico

Fase 1	E2-E4		62	3	44
			22	3	84
Fase 2	E1-E3		77	3	30

Nota. Se presentan los tiempos en rojo, amarillo y verde del ciclo semafórico. Elaborado por: El autor.

En la **Tabla 7** se puede observar el ciclo semafórico de la intersección de estudio, el cual fue obtenido en campo. Los semáforos poseen una fase para el avance frontal de cada avenida, y también una fase de giro exclusivo para las estaciones E2 y E4 correspondientes a la avenida Morán Valverde.

3.2. Evaluación del estado actual de la intersección.

El estado actual de la intersección se evaluó mediante un análisis operacional de la misma, tomando como base los datos obtenidos en la recopilación de datos, se utilizó la metodología descrita en el HCM. Para ello se procedió a realizar una hoja de cálculo que permita tabular de mejor manera los resultados obtenidos.

3.2.1. Análisis de vehículos equivalentes

El aforo vehicular que se obtuvo mediante el conteo presentado en el Anexo 2 se convirtió en un valor de vehículos equivalentes. Esto con la finalidad de comprender de mejor manera la presencia de vehículos pesados, así como también de los movimientos o giros a la derecha y a la izquierda en la intersección durante la hora pico de esta.

Debido a que el giro a la izquierda en la Av. Rumichaca Ñan es considerado ilegal, no se lo puede tomar en cuenta para el análisis en este proyecto; sin embargo, los efectos de esta maniobra si se deben considerar, por lo que se procedió a hacer un estimado de cuantos vehículos se quedan estancados esperando a que usuarios imprudentes completen esta maniobra. Durante la hora pico en cada sentido de la Avenida se debe sumar 75 vehículos para simular los efectos de esta congestión en particular.

Para poder determinar estos valores de equivalencia se procedió a utilizar la siguiente fórmula.

$$V_p = \frac{V}{PHF} \quad \text{Ec. 11}$$

Donde:

V_p = Volumen equivalente durante la hora pico en periodos de 15 min.

V = Volumen de vehículos del conteo en campo.

PHF = Factor de hora pico.

El factor de hora pico PHF se consigue al multiplicar el FHMD (factor de máxima demanda) el cual ya se expuso en el capítulo 2 que es 0.85 por el factor de vehículos livianos f_{HV} .

El f_{HV} se obtiene mediante la siguiente ecuación.

$$f_{HV} = \frac{1}{1+(\%p*2)} \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

f_{HV} = factor de vehículos livianos.

$\%p$ = Porcentaje de vehículos pesados.

Los datos obtenidos durante el conteo fueron ingresados en la hoja de cálculo y se obtuvieron los siguientes resultados para esta intersección.











Tabla 8*Porcentaje de vehículos pesados*

Estación	E1	E2	E3	E4
Livianos	904	921	867	1068
Pesados	43	153	49	109
Total	947	1074	916	1177
%PESADOS	4,54	14,25	5,35	9,26

Nota. Se presentan los porcentajes de vehículos pesados con relación a los vehículos livianos.

Elaborado por: El autor.

Tabla 9*Volumen equivalente actual en la intersección*

Accesos	E1(Rumichaca)		E2(Morán Valverde)		E3 (Rumichaca)		E4 (Morán Valverde)			
Sentido	S-N		E-O		N-S		O-E			
Movimientos										
Volumenes	677	227	98	680	143	669	198	100	770	198
FHMD	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
flv	0,917	0,917	0,778	0,778	0,778	0,903	0,903	0,844	0,844	0,844
factor de giro	1	4,04	1,3	1	8,25	1	4,67	1,2	1	6,65
Volumen Equivalente	869	291	148	1028	216	871	258	139	1074	276

Nota. Se presenta el volumen equivalente de vehículos en la intersección. Elaborado por: El autor.

3.2.2. Flujo de saturación

Según lo mencionado en la sección 2.4.4 la ecuación para determinar el flujo de saturación saturado es:

$$s = s_0(N)(fA)(fvp)(fp)(fE)(fB)(fL)(fVD)(fVI) \quad \text{Ec.13}$$

Para usar esta ecuación es necesario un flujo de saturación S_0 . Según el HCM, este valor puede variar entre los 1700 y 2100 vehículos por hora. En el caso de la intersección en estudio, se ha tomado un valor de 1900 veh/h. este valor se multiplicará por los distintos factores que castigan la eficiencia de la intersección.

- Los anchos de carriles son: 3m en la Avenida Rumichaca Ñan, y de 4m en la avenida Morán Valverde, estos valores nos permiten el cálculo del factor de ajuste por ancho de carril (f_w).

$$f_w = 1 + \frac{(W-3.6)}{9} \quad \text{Ec. 14}$$

Donde:

$W =$ ancho de carril en metros.

- El factor de ajuste por vehículos pesados (f_{HV}) es el porcentaje de vehículos pesados para cada carril.

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(E_T - 1)} \quad \text{Ec.15}$$

Donde:

$f_{HV} =$ factor de vehículos livianos.

- Con los datos recopilados en el levantamiento topográfico y su procesamiento en el Civil 3D se logró determinar la pendiente en la intersección para determinar el factor de ajuste por pendiente (f_g).

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200} \quad \text{Ec.16}$$

Donde:

$\%G =$ pendiente de acceso del grupo de carriles.

- Para la intersección el factor de estacionamiento (f_p) es de 1 ya que la zona no permite el estacionamiento de vehículos.
- En los accesos E3 en la avenida Rumichaca Ñan y E4 en la avenida Morán Valverde existe paradas de buses, las cuales generan un valor para el factor de ajuste por bloqueo de buses (f_{bb}) mientras que en las otras dos el valor será igual a 1.

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_B}{3600}}{N} \quad \text{Ec.17}$$

Donde:

N = Número de carriles de acceso.

N_B = Número de paradas de buses por hora.

- El factor de ajuste por utilización de carril está determinado por el volumen de conteo, volumen equivalente y el número de carriles.

$$f_{LU} = \frac{V_g}{V_{g1}N} \quad \text{Ec.18}$$

Donde:

V_g = Flujo sin ajustar en los carriles.

V_{g1} = Flujo ajustado en los carriles.

N = Número de carriles.

- Los factores de giros a la izquierda y a la derecha están determinados por el porcentaje de vehículos que realizan estas maniobras.

$$f_{LT} = \frac{1}{1.0 + 0.05P_{LT}} \quad \text{Ec.19}$$

$$f_{RT} = 1.0 - (0.15)P_{RT} \quad \text{Ec.20}$$

Donde:

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

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

- El factor de bloqueo de peatones y bicicletas se ha considerado 1.

Tabla 10

Flujo de saturación ajustado actual

Acceso	E1			E2			E3			E4		
	VI	R	VD	VI	R	VD	VI	R	VD	VI	R	VD
Número de Carriles	-	2	1	1	2	1	-	2	1	1	2	1
Fujo de Saturación	-	1900	1900	1900	1900	1900	-	1900	1900	1900	1900	1900
Ajuste de ancho de carriles	-	0,933	0,933	1,044	1,044	1,044	-	0,933	0,933	1,044	1,044	1,044
Factor de Ajuste de Vehículos pesados	-	0,982	0,994	0,999	0,999	0,999	-	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000
Factor de ajuste por pendiente	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Factor de ajuste por estacionamiento	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Factor de ajuste por bloqueo de bus	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-	0,968	0,968	0,996	0,856	0,984
Factor de ajuste por tipo de area	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Factor de ajuste por utilización de carriles	-	0,952	1,000	1,000	0,952	1,000	-	0,952	1,000	1,000	0,952	1,000
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda	-	1,000	1,000	0,995	0,995	0,995	-	1,000	1,000	0,996	0,996	0,996
Factor de ajuste por vueltas a la derecha	-	0,964	0,964	0,980	0,980	0,980	-	0,968	0,968	0,975	0,975	0,975
Factor de ajuste izquierdo peatones y ciclistas	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Factor de ajuste derecho peatones y ciclistas	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Flujo de saturación ajustado	-	3196,52	1699,21	1932,45	3679,39	1932,45	-	3159,42	1659,36	1916,90	3136,75	1893,80

Nota. Se presenta el flujo de saturación para los carriles de la intersección. Elaborado por: El autor.

3.2.3. Análisis de capacidad

Con la tabulación del ciclo semafórico de la intersección, los resultados de vehículos equivalentes y en análisis del flujo de saturación ajustado se analizó la capacidad y la relación entre el volumen y capacidad de la intersección. El ciclo semafórico tabulado es de **C = 130 s.** para tener una visión realista del análisis se restó un segundo al tiempo en verde de la fase, considerando que ese es el tiempo que un conductor tarda en reaccionar al cambio de la fase roja a la verde.

3.2.4. Análisis de los niveles de servicio.

Los niveles de servicio de la intersección están relacionados con las demoras presentes en la intersección, las cuales se calculan según lo analizado en la sección 2.4.6. Además de estas fórmulas es necesario considerar las siguientes.

$$d_A = \frac{\sum(d)(v)}{\sum v} \quad \text{Ec.21}$$

Donde:

$$\sum (d)(v) = \text{Sumatoria de las demoras por la tasa del flujo ajustado}$$

$$\sum v = \text{Sumatoria del flujo ajustado.}$$

$$d_I = \frac{\sum(d_A)(v)}{\sum v} \quad \text{Ec.22}$$

Donde:

$\sum(d_A)(v)$ = Sumatoria de las demoras en carriles por la tasa del flujo ajustado

$\sum v$ = Sumatoria del flujo ajustado.

Tabla 11

Nivel de servicio actual de la intersección

Acceso	E1			E2			E4				
	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD	
Número de Fase	1			2			1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130			130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	869	291	148	1028	216	871	258	139	1074	276	
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3196,52	1699,21	1932,45	3679,39	1932,45	3159,42	1659,36	1916,90	3136,75	1893,80	
Tiempo de Verde efectivo	29		21		43		29		21	43	
Relación de verde (gi/C)	0,223		0,162		0,331		0,223		0,162	0,331	
Capacidad del grupo de carriles (ci)	713,071	379,054	312,165	1217,028	639,195	704,794	370,165	309,653	1037,542	626,412	
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	1,218	0,769	0,475	0,845	0,338	1,236	0,697	0,450	1,035	0,441	
Relación de flujo (vi/si)	0,272	0,171	0,077	0,279	0,112	0,276	0,155	0,073	0,342	0,146	
Demora Uniforme (d1)	53,879	47,353	49,490	52,916	48,337	54,174	46,453	49,281	54,868	49,199	
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Demora Incremental (d2)	110,771	13,909	5,098	7,282	1,432	118,298	10,377	4,674	37,317	2,245	
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Demora media por control del grupo	164,650	61,262	54,588	60,198	49,769	172,472	56,830	53,954	92,185	51,444	
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO											
DE CARRILES	F	E	D	E	D	F	E	D	F	D	
Demora de cada acceso dA	56,73			22,88			52,37			31,68	
NIVEL DE SERVICIO DE CADA ACCESO											
	E			C			D			C	
Demora de toda la intersección dI						39,45					
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN											
	D										

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa en su estado actual. Elaborado por: El autor.

Al comparar el resultado del nivel de servicio de la intersección con la tabla de niveles de servicio en la sección 2.4.7, se determina que la intersección tiene un **Nivel de Servicio D**, este nivel de servicio se considera aceptable, ya que corresponde a un retraso tolerable; sin embargo, también está muy cerca de un flujo inestable.

En cuanto a los niveles de servicio de cada carril, se observa que el nivel de servicio de los accesos E1 y E3 correspondientes a la avenida Rumichaca es de **F**, esto se debe a las demoras que producen los giros ilegales a la izquierda en este cruce en particular.

CAPÍTULO IV

PLANTEAMIENTO Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

4.1. Objetivos de las alternativas

El propósito de las alternativas que se plantean continuación tiene como fin mejorar la capacidad, facilidad de operación, nivel de servicio y seguridad de la intersección estudiada, para ello se planteara un mejor uso de los dispositivos de control, o la implementación de nuevas señales de tránsito que faciliten este fin.

Para cumplir con este propósito, las alternativas planteadas a continuación vienen determinadas en función de mejorar el nivel de servicio en la intersección, es decir, ahorros en tiempo de viaje y disminución de demoras.

Las alternativas preseleccionadas deberán ser sometidas a un nuevo análisis operativo, para asegurar que con el paso del tiempo seguirán siendo viables para satisfacer a los usuarios.

4.2. Alternativa cero

4.2.1. Propuesta

Como primera alternativa se ha planteado dejar la intersección tal y como está, sin realizar ninguna intervención en su sistema de control o señales de tránsito.

4.2.2. Análisis de la propuesta

Según lo analizado en la sección 3.2.4 del presente proyecto, la intersección actualmente tiene un nivel de **servicio D**, para una demora de **39.45 s.**, lo cual es aceptable en nuestro medio. Sin embargo, como se mencionó en la recopilación de datos, los giros ilegales a la izquierda son aquellos que provocan esta demora, y de no solucionarse, el colapso en la capacidad de la vía es solo cuestión de tiempo.

En vista de que el proyecto se ha pensado también como un análisis a futuro del estado de la intersección, se ha usado los valores de TPDA para calcular una proyección de vehículos que permita analizar la situación de la vía a futuro.

Para ello se utilizó la siguiente formula:

$$T_f = T_a * (1 + i)^n \quad \text{Ec.23}$$

Donde:

T_f = Tráfico futuro.

T_a = Tráfico actual.

i = Tasa de crecimiento del tráfico.

n = Período de proyección expresado en años.

Lo cual nos permitió generar la siguiente tabla de valores.

Tabla 12

Volumen de vehículos proyectados. Alternativa cero

Accesos	E1(Rumichaca)		E2(Morán Valverde)		E3 (Rumichaca)		E4 (Morán Valverde)					
	S-N		E-O		N-S		O-E					
Movimientos												
Volumen Equivalente Actual	17	868	291	148	1028	216	13	870	258	139	1074	276
Año												
2023	-	898	301	153	1064	224	-	901	267	144	1111	286
2024	-	930	312	159	1101	232	-	932	276	149	1150	296
2025	-	962	323	164	1140	240	-	965	286	155	1190	306
2030	-	1143	383	195	1354	285	-	1146	339	184	1414	364
2035	-	1357	455	232	1608	338	-	1361	403	218	1679	432
2040	-	1612	540	275	1909	402	-	1617	478	259	1994	513
2045	-	1915	642	327	2268	477	-	1920	568	308	2369	609

Nota. Se presenta el volumen de vehículos para los años proyectados en el presente trabajo.

Elaborado por: El autor.

De la misma forma que con los valores de tráfico actual, se procedió a realizar el análisis para los periodos de interés, siendo estos 2025, 2030, 2035, 2040 y 2045.

Tabla 13

Año 2025. Alternativa cero

Año de Análisis	2025										
	E1			E2			E3			E4	
Acceso	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD	
Número de Fase	1			2			1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130			130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	962	323	164	1140	240	965	286	155	1190	306	
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911	
Tiempo de Verde efectivo	29		21	43		29		21	43		
Relación de verde (gi/C)	0,223		0,162	0,331		0,223		0,162	0,331		
Capacidad del grupo de carriles (ci)	722,77	378,84	309,63	1209,57	634,00	725,26	380,15	308,70	1205,94	632,10	
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	1,331	0,852	0,530	0,942	0,378	1,331	0,751	0,501	0,987	0,484	
Relación de flujo (vi/si)	0,297	0,190	0,086	0,312	0,125	0,297	0,168	0,081	0,327	0,160	
Demora Uniforme (d1)	55,808	48,436	49,979	42,292	33,272	55,795	47,134	49,718	43,225	34,664	
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Demora Incremental (d2)	158,469	20,791	6,375	15,284	1,715	158,133	12,831	5,705	23,011	2,644	
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Demora media por control del grupo	214,277	69,227	56,354	57,577	34,987	213,928	59,965	55,423	66,236	37,308	
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	E	E	E	C	F	E	E	E	D	
Demora de cada acceso dA	71,189			20,368			62,550			24,386	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	E			C			E			C	
Demora de toda la intersección dI						42,13					
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	D										

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2025 en la alternativa cero. Elaborado por: El autor.

Tabla 14

Año 2030. Alternativa cero

Año de Análisis	2030									
Acceso	E1		E2		E3		E4			
Sentido	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD
Número de Fase	1		2		1		2			
Duración del Ciclo (C)	130		130		130		130			
Tasa del flujo ajustado (vi)	1143	383	195	1354	285	1146	339	184	1414	364
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911
Tiempo de Verde efectivo	29		43		29		21		43	
Relación de verde (gi/C)	0,223		0,331		0,223		0,162		0,331	
Capacidad del grupo de carriles (ci)	722,77	378,84	309,63	1209,57	634,00	725,26	380,15	308,70	1205,94	632,10
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	1,581	1,011	0,630	1,119	0,449	1,580	0,892	0,595	1,172	0,575
Relación de flujo (vi/si)	0,353	0,226	0,102	0,370	0,149	0,353	0,199	0,096	0,388	0,190
Demora Uniforme (d1)	60,613	50,666	50,874	46,220	34,189	60,596	48,985	50,553	47,551	35,951
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Demora Incremental (d2)	268,098	49,143	9,372	65,094	2,292	267,704	25,650	8,191	86,656	3,780
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Demora media por control del grupo	328,711	99,809	60,246	111,314	36,481	328,299	74,634	58,744	134,207	39,731
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	F	E	F	D	F	E	E	F	D
Demora de cada acceso dA	107,604		29,358		92,019		37,747			
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	F	C		F		D				
Demora de toda la intersección dI	63,00									
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	E									

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2030 en la alternativa cero. Elaborado por: El autor.

Tabla 15

Año 2035. Alternativa cero

Año de Análisis	2035									
Acceso	E1			E2		E3			E4	
Sentido	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD
Número de Fase	1			2		1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130		130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	1357	455	232	1608	338	1361	403	218	1679	432
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911
Tiempo de Verde efectivo	29		21	43		29		21	43	
Relación de verde (gi/C)	0,223		0,162	0,331		0,223		0,162	0,331	
Capacidad del grupo de carriles (ci)	722,77	378,84	309,63	1209,57	634,00	725,26	380,15	308,70	1205,94	632,10
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	1,878	1,201	0,748	1,329	0,533	1,877	1,060	0,706	1,392	0,683
Relación de flujo (vi/si)	0,419	0,268	0,121	0,440	0,176	0,419	0,236	0,114	0,461	0,226
Demora Uniforme (d1)	67,518	53,597	51,979	51,950	35,346	67,492	51,382	51,582	53,967	37,609
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Demora Incremental (d2)	400,283	113,242	15,233	153,880	3,195	399,819	62,828	12,792	181,732	5,894
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Demora media por control del grupo	467,801	166,839	67,212	205,831	38,541	467,312	114,210	64,374	235,699	43,504
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	F	E	F	D	F	F	E	F	D
Demora de cada acceso dA	159,362			45,094		132,804			57,790	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	F			D		F			E	
Demora de toda la intersección dI						93,52				
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F									

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2035 en la alternativa cero. Elaborado por: El autor.

Tabla 16

Año 2040. Alternativa cero

Año de Análisis	2040									
	E1		VI	E2		E3		E4		VD
Acceso	R	VD		R	VD	R	VD	VI	R	VD
Número de Fase	1			2		1		2		
Duración del Ciclo (C)	130			130		130		130		
Tasa del flujo ajustado (vi)	1612	540	275	1909	402	1617	478	259	1994	513
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911
Tiempo de Verde efectivo	29		21	43		29		21	43	
Relación de verde (gi/C)	0,223		0,162	0,331		0,223		0,162	0,331	
Capacidad del grupo de carriles (ci)	722,77	378,84	309,63	1209,57	634,00	725,26	380,15	308,70	1205,94	632,10
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	2,230	1,427	0,889	1,579	0,633	2,229	1,259	0,839	1,654	0,811
Relación de flujo (vi/si)	0,498	0,318	0,144	0,522	0,209	0,497	0,281	0,136	0,547	0,268
Demora Uniforme (d1)	78,083	57,551	53,356	60,920	36,826	78,041	54,551	52,860	64,265	39,789
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Demora Incremental (d2)	558,104	206,770	29,293	264,350	4,766	557,557	136,098	23,052	297,916	10,856
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Demora media por control del grupo	636,186	264,321	82,649	325,270	41,592	635,599	190,650	75,913	362,181	50,645
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	F	F	F	D	F	F	E	F	D
Demora de cada acceso dA	226,123			65,756		188,693		83,643		
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	F			E		F		F		
Demora de toda la intersección dI						133,70				
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F									

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2040 en la alternativa cero. Elaborado por: El autor.

Tabla 17

Año 2045. Alternativa cero

Año de Análisis	2045										
Acceso	E1			E2			E3			E4	
Sentido	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD	
Número de Fase	1			2			1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130			130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	1915	642	327	2268	477	1920	568	308	2369	609	
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911	
Tiempo de Verde efectivo	29		21	43		29		21	43		
Relación de verde (gi/C)	0,223		0,162	0,331		0,223		0,162	0,331		
Capacidad del grupo de carriles (ci)	722,77	378,84	309,63	1209,57	634,00	725,26	380,15	308,70	1205,94	632,10	
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	2,649	1,694	1,056	1,875	0,752	2,647	1,495	0,996	1,964	0,964	
Relación de flujo (vi/si)	0,591	0,378	0,171	0,620	0,249	0,591	0,333	0,161	0,650	0,319	
Demora Uniforme (d1)	95,905	63,078	55,089	76,637	38,753	95,832	58,864	54,463	83,099	42,731	
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Demora Incremental (d2)	745,971	323,707	66,504	396,838	8,038	745,326	236,184	50,348	436,881	27,886	
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Demora media por control del grupo	841,876	386,786	121,593	473,474	46,792	841,158	295,048	104,811	519,980	70,617	
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	F	F	F	D	F	F	F	F	E	
Demora de cada acceso dA	308,525			93,718			259,479			119,306	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	F			F			F			F	
Demora de toda la intersección dI						185,43					
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F										

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2045 en la alternativa cero. Elaborado por: El autor.

4.2.3. Resultados

El resultado del análisis de la alternativa 0 deja en evidencia que para el año 2035 la intersección colapsa en un nivel de servicio F, y para los próximos años de análisis se tienen incluso demoras de cientos de segundos, este resultado no es aceptable y deja claro que la intersección necesita una intervención en los próximos años.

4.3. Alternativa uno

4.3.1 Propuesta

La alternativa uno trata de disminuir las demoras de la intersección mediante el uso de señales de tránsito que restrinjan las maniobras indeseables en la intersección, en este caso los giros a la izquierda en la Avenida Rumichaca Ñan en sus dos sentidos.





4.3.2 Análisis de la propuesta

Como se mencionó en la sección 3.1.1. para evidenciar las demoras excesivas producidas por el bloqueo vehicular de los usuarios que desean girar a la izquierda en la avenida Rumichaca se incrementó el aforo vehicular en este acceso en 150 vehículos durante la hora pico distribuidos en cada sentido de la avenida, para este análisis, se procedió a eliminar esos vehículos extra, dando a entender que existe una menor saturación en la vía.

Con este cambio obtenemos los siguientes valores en el tráfico proyectado:

Tabla 18

Volumen de vehículos proyectados. Alternativa uno

Accesos	E1(Rumichaca)			E2(Morán Valverde)			E3 (Rumichaca)			E4 (Morán Valverde)		
	Sentido S-N			Sentido E-O			Sentido N-S			Sentido O-E		
Movimientos												
Volumen Equivalente Actual	17	868	291	148	1028	216	13	870	258	139	1074	276
Año												
2023	-	821	301	153	1064	224	-	823	267	144	1111	286
2024	-	849	312	159	1101	232	-	852	276	149	1150	296
2025	-	879	323	164	1140	240	-	882	286	155	1190	306
2030	-	1044	383	195	1354	285	-	1047	339	184	1414	364
2035	-	1240	455	232	1608	338	-	1244	403	218	1679	432
2040	-	1473	540	275	1909	402	-	1477	478	259	1994	513
2045	-	1749	642	327	2268	477	-	1755	568	308	2369	609

Nota. Se presenta el volumen de vehículos para los años proyectados en el presente trabajo, al ejecutar la alternativa uno. Elaborado por: El autor.

De la misma forma que con los valores de tráfico actual, se procedió a realizar el análisis para los periodos de interés, siendo estos 2025, 2030, 2035, 2040 y 2045.

Tabla 19

Año 2025. Alternativa uno.

Año de Análisis	2025									
	E1			E2		E3		E4		
Acceso	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD
Número de Fase	1			2		1		2		
Duración del Ciclo (C)	130			130		130		130		
Tasa del flujo ajustado (vi)	879	323	164	1140	240	882	286	155	1190	306
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911
Tiempo de Verde efectivo	29		21	43		29		21	43	
Relación de verde (gi/C)	0,223		0,162	0,331		0,223		0,162	0,331	
Capacidad del grupo de carriles (ci)	722,77	378,84	309,63	1209,57	634,00	725,26	380,15	308,70	1205,94	632,10
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	1,216	0,852	0,530	0,942	0,378	1,216	0,751	0,501	0,987	0,484
Relación de flujo (vi/si)	0,271	0,190	0,086	0,312	0,125	0,271	0,168	0,081	0,327	0,160
Demora Uniforme (d1)	53,842	48,436	49,979	42,292	33,272	53,837	47,134	49,718	43,225	34,664
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Demora Incremental (d2)	109,706	20,791	6,375	15,284	1,715	109,539	12,831	5,705	23,011	2,644
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Demora media por control del grupo	163,548	69,227	56,354	57,577	34,987	163,376	59,965	55,423	66,236	37,308
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	E	E	E	C	F	E	E	E	D
Demora de cada acceso dA	62,496			20,368		54,638		24,386		
NIVEL DE SERVICIO DE CADA ACCESO	E			C		D		C		
Demora de toda la intersección dI	37,85									
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	D									

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2025 en la alternativa uno. Elaborado por: El autor.

Tabla 20

Año 2030. Alternativa uno

Año de Análisis	2030									
Acceso	E1			E2		E3			E4	
Sentido	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD
Número de Fase	1			2		1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130		130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	1044	383	195	1354	285	1047	339	184	1414	364
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911
Tiempo de Verde efectivo	29		21	43		29		21	43	
Relación de verde (gi/C)	0,223		0,162	0,331		0,223		0,162	0,331	
Capacidad del grupo de carriles (ci)	722,77	378,84	309,63	1209,57	634,00	725,26	380,15	308,70	1205,94	632,10
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	1,444	1,011	0,630	1,119	0,449	1,444	0,892	0,595	1,172	0,575
Relación de flujo (vi/si)	0,322	0,226	0,102	0,370	0,149	0,322	0,199	0,096	0,388	0,190
Demora Uniforme (d1)	57,887	50,666	50,874	46,220	34,189	57,880	48,985	50,553	47,551	35,951
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Demora Incremental (d2)	207,790	49,143	9,372	65,094	2,292	207,602	25,650	8,191	86,656	3,780
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Demora media por control del grupo	265,677	99,809	60,246	111,314	36,481	265,482	74,634	58,744	134,207	39,731
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	F	E	F	D	F	E	E	F	D
Demora de cada acceso dA	98,127			29,358		83,206			37,747	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	F			C		F			D	
Demora de toda la intersección dI						58,00				
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	E									

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2030 en la alternativa uno. Elaborado por: El autor.

Tabla 21

Año 2035. Alternativa uno.

Año de Análisis	2035									
Acceso	E1		VI	E2		E3		VI	E4	
Sentido	R	VD		R	VD	R	VD		R	VD
Número de Fase	1			2		1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130		130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	1240	455	232	1608	338	1244	403	218	1679	432
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911
Tiempo de Verde efectivo	29		21	43		29		21	43	
Relación de verde (gi/C)	0,223		0,162	0,331		0,223		0,162	0,331	
Capacidad del grupo de carriles (ci)	722,77	378,84	309,63	1209,57	634,00	725,26	380,15	308,70	1205,94	632,10
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	1,716	1,201	0,748	1,329	0,533	1,715	1,060	0,706	1,392	0,683
Relación de flujo (vi/si)	0,383	0,268	0,121	0,440	0,176	0,383	0,236	0,114	0,461	0,226
Demora Uniforme (d1)	63,558	53,597	51,979	51,950	35,346	63,548	51,382	51,582	53,967	37,609
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Demora Incremental (d2)	327,860	113,242	15,233	153,880	3,195	327,644	62,828	12,792	181,732	5,894
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Demora media por control del grupo	391,418	166,839	67,212	205,831	38,541	391,193	114,210	64,374	235,699	43,504
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	F	E	F	D	F	F	E	F	D
Demora de cada acceso dA	149,882			45,094		123,642			57,790	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	F			D		F			E	
Demora de toda la intersección dI						87,97				
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F									

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2035 en la alternativa uno. Elaborado por: El autor.

Tabla 22

Año 2040. Alternativa uno

Año de Análisis	2040									
Acceso	E1			E2		E3			E4	
Sentido	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD
Número de Fase	1			2		1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130		130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	1473	540	275	1909	402	1477	478	259	1994	513
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911
Tiempo de Verde efectivo	29		21	43		29		21	43	
Relación de verde (gi/C)	0,223		0,162	0,331		0,223		0,162	0,331	
Capacidad del grupo de carriles (ci)	722,77	378,84	309,63	1209,57	634,00	725,26	380,15	308,70	1205,94	632,10
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	2,038	1,427	0,889	1,579	0,633	2,037	1,259	0,839	1,654	0,811
Relación de flujo (vi/si)	0,455	0,318	0,144	0,522	0,209	0,454	0,281	0,136	0,547	0,268
Demora Uniforme (d1)	71,928	57,551	53,356	60,920	36,826	71,912	54,551	52,860	64,265	39,789
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Demora Incremental (d2)	471,729	206,770	29,293	264,350	4,766	471,479	136,098	23,052	297,916	10,856
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Demora media por control del grupo	543,657	264,321	82,649	325,270	41,592	543,391	190,650	75,913	362,181	50,645
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	F	F	F	D	F	F	E	F	D
Demora de cada acceso dA	216,928			65,756		179,576			83,643	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	F			E		F			F	
Demora de toda la intersección dI						127,60				
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F									

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2040 en la alternativa uno. Elaborado por: El autor.

Tabla 23

Año 2045. Alternativa uno

Año de Análisis	2045										
Acceso	E1			E2			E3			E4	
Sentido	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD	
Número de Fase	1			2			1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130			130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	1749	642	327	2268	477	1755	568	308	2369	609	
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911	
Tiempo de Verde efectivo	29		21	43		29		21	43		
Relación de verde (gi/C)	0,223		0,162	0,331		0,223		0,162	0,331		
Capacidad del grupo de carriles (ci)	722,77	378,84	309,63	1209,57	634,00	725,26	380,15	308,70	1205,94	632,10	
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	2,420	1,694	1,056	1,875	0,752	2,419	1,495	0,996	1,964	0,964	
Relación de flujo (vi/si)	0,540	0,378	0,171	0,620	0,249	0,540	0,333	0,161	0,650	0,319	
Demora Uniforme (d1)	85,262	63,078	55,089	76,637	38,753	85,236	58,864	54,463	83,099	42,731	
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Demora Incremental (d2)	643,192	323,707	66,504	396,838	8,038	642,900	236,184	50,348	436,881	27,886	
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Demora media por control del grupo	728,454	386,786	121,593	473,474	46,792	728,136	295,048	104,811	519,980	70,617	
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	F	F	F	D	F	F	F	F	E	
Demora de cada acceso dA	299,423			93,718			250,312			119,306	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	F			F			F			F	
Demora de toda la intersección dI	178,60										
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F										

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2045 en la alternativa uno. Elaborado por: El autor.

4.3.3 Resultado

Aunque es cierto que esta alternativa marca un cambio en las demoras de la intersección, no es suficiente para revertir el resultado anterior, para el año 2035 la intersección colapsara, es necesario buscar una nueva alternativa.

4.4. Alternativa dos

4.4.1. Propuesta

Esta alternativa trata de mejorar la configuración del tránsito modificando los ciclos semafóricos para que sean más acordes a la necesidad de la intersección. Para esta alternativa se toma en cuenta como si el giro a la izquierda en la Av. Rumichaca Ñan no estuviera restringido, y

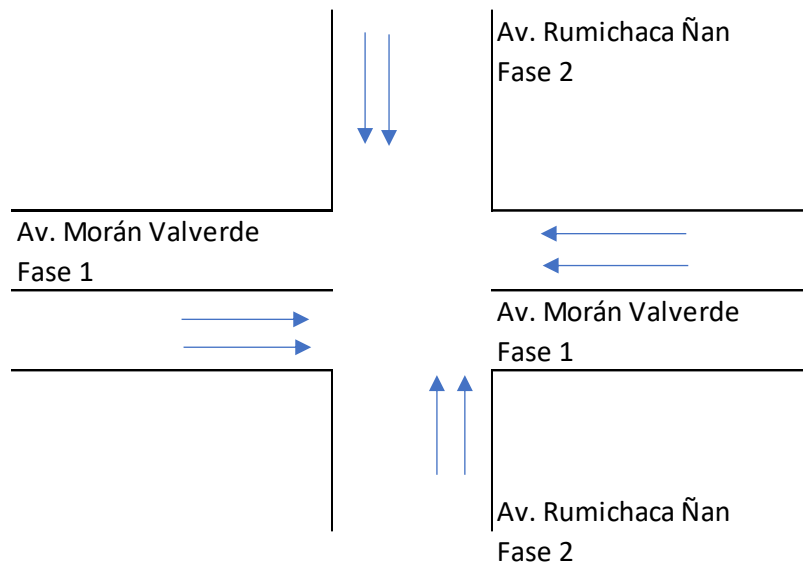
a continuación se procederá a calcular tiempos óptimos del semáforo para disminuir las demoras. Con los tiempos calculados se distribuirá en función del volumen de vehículos y sus movimientos correspondientes.

4.4.2 Análisis de la alternativa

En la sección 3.1.3. se recolectó la información relacionada al ciclo semafórico de la intersección, la cual se vuelve a presentar aquí.

Figura 24

Diagrama de fases en la intersección



Nota. Se presenta un diagrama general de las fases del ciclo semafórico en la intersección de estudio. Elaborado por: El autor.

Fase 1	E2-E4	↑	62	3	44
		↙	22	3	84
Fase 2	E1-E3	↑	77	3	30

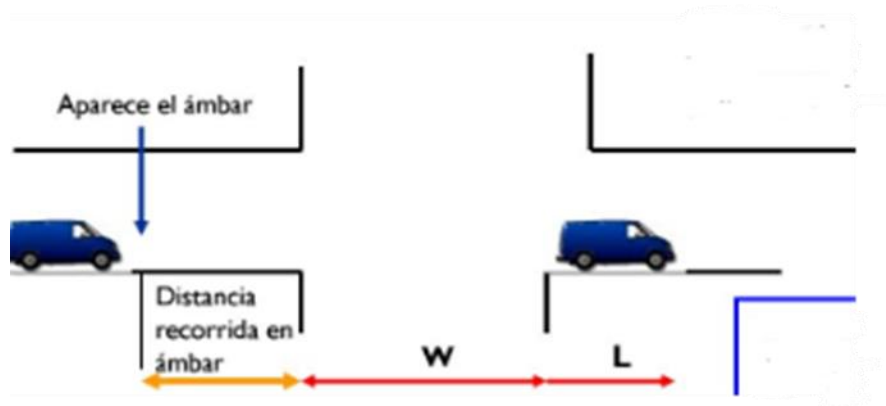
En el cálculo del ciclo se debe configurar los tiempos en verde, para asegurar un mejor desempeño en la intersección, posteriormente se analiza si cumple con los requerimientos de la intersección, para esto se toma en cuenta los volúmenes de los vehículos que permiten el cálculo de nuevas fases semafóricas.

4.4.2.1 Intervalo de cambio de fase

El cambio de luz verde a roja representa el permiso para usar la intersección, para calcular este cambio se debe tener en cuenta el tiempo de reacción del conductor, el tiempo en que el vehículo desacelera y el tiempo que tarda un vehículo en despejar el paso de la intersección, tal como se observa en la siguiente figura:

Figura 25

Diagrama del cambio de fase



Nota. Se presenta un diagrama de los factores que se consideran en el cálculo de los intervalos y cambios de fase. Elaborado por: El autor.

Por tanto, el intervalo de cambio de fase viene expresado por la suma de los intervalos de ámbar y todo rojo de un ciclo.

$$y = \left(t + \frac{v}{2a} \right) + \left(\frac{W+L}{v} \right) \quad \text{Ec.24}$$

Donde:

$t =$ Tiempo de reacción del conductor (1 segundo).

$v =$ Velocidad de aproximación de los vehículos (50 km/h o 13.89 m/s)

$a =$ Tasa de desaceleración (3.05 m/s²)

$W =$ Ancho de la intersección

$L =$ Longitud de un vehículo (6.1 m)

$y =$ Intervalo de cambio de fase.

Gracias al levantamiento topográfico podemos obtener los valores particulares para el cálculo de nuestra intersección siendo estos.

$W1 = 18$ m (Av. Rumichaca Ñan)

$W2 = 25.44$ m (Av. Morán Valverde)

Resolviendo la ecuación, obtenemos que el cambio de fase para cada acceso de la intersección es la siguiente.

Tabla 24

Intervalo de cambio de fase. Alternativa dos

	Intervalo Ambar	Intervalo todo rojo	Intervalo de cambio de fase
y1	3	2	5
y2	3	2	5

Nota. Se presenta el tiempo de los intervalos de cambio de fase. Elaborado por: El autor.

Estos resultados corresponden a:

$y1 =$ Intervalo de cambio de fase Av. Morán Valverde

$y2 =$ Intervalo de cambio de fase Av. Rumichaca Ñan

4.4.2.2. Tiempo perdido total (L)

El tiempo perdido total (L) para cada ciclo será igual a la sumatoria de la duración del intervalo de ámbar más los periodos de tiempo rojo en cada fase, según se muestra en la siguiente ecuación.

$$L = \left(\sum_{i=1}^{\varphi} l_i\right) + TR \quad \text{Ec.25}$$

Donde:

$l_i =$ Período ámbar de la fase i .

$TR =$ Suma de los intervalos de todo rojo del ciclo

Reemplazando:

$$L = l_1 + l_2 + TR$$

$$L = (3 + 3) + (2 + 2) = 10 \text{ segundos.}$$

4.4.2.3. Longitud del ciclo

F.V Webster con base en observaciones de campo y simulación de un amplio rango de condiciones de tránsito, demostró que la demora mínima de todos los vehículos en una intersección con semáforo se puede obtener para una longitud de ciclo óptimo de:

$$C_o = \frac{1.5L+5}{1-\sum_{i=1}^{\varphi} Y_i} \quad \text{Ec.26}$$

Donde:

$C_o =$ Tiempo óptimo de ciclo (s).

$L =$ Tiempo total perdido por ciclo (s)

$Y_i =$ Máximo valor de la relación entre el flujo actual el flujo de saturación para el acceso o movimiento (carril crítico de la fase i).





$\varphi =$ Número de fases.

$$Y_i = \frac{\text{flujo critico de } \varphi i}{\text{flujo de saturacion ideal}} \quad \text{Ec.27}$$

Con esta fórmula y los resultados anteriores calculamos el ciclo óptimo:

Tabla 25

Tiempo de ciclo efectivo. Alternativa dos

	E1			E2			E3			E4	
											
FLUJO EQUIVALENTE	869	291	148	1028	216	871	258	139	1074	276	
No DE CARRILES	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	
W ancho de carril	18	18	25,4	25,4	25,4	18	18	25,4	25,4	25,4	
Longitud del vehículo	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	
Tiempo de reacción	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Desaceleración	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	
Velocidad	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	
Tiempo Amarillo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Tiempo todo rojo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Tiempo perdido	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
FLUJO DE SATURACIÓN	3197	1699	1932	3679	1932	3159	1659	1917	3137	1894	
Relación fact/fsat	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10	
	0,27	0,17	0,08	0,28	0,11	0,28	0,16	0,07	0,34	0,15	
Tiempo perdido por ciclo						10					
Co tiempo del ciclo						87					
Co redondeado						92					
Gt=Co + tiempo perdido						102					

Nota. Se presenta los resultados del tiempo de ciclo efectivo en la alternativa dos. Elaborado por: El autor.

Se ha obtenido 87 segundos como longitud del ciclo, para tener una longitud óptima se ha redondeado a los siguientes 5 segundo ese valor, dando como resultado un ciclo óptimo de 92 seg. (Co), al sumar este valor con las demoras del ciclo obtenemos el valor del verde efectivo total Gt, valor que debemos repartir a cada uno de los volúmenes medidos.

4.4.2.4. Tiempo en verde efectivo

Un método común para repartir el tiempo útil es igualando los grados de saturación críticos de las fases usadas, para ello usamos la siguiente expresión.

$$g_i = Y_i \frac{g_t}{\sum_{i=1}^{\phi} Y_i} \quad \text{Ec.28}$$

Donde:

g_i = Longitud del ciclo óptimo para cada fase.

g_t = Tiempo total perdido por ciclo (s)

Y_i = Máximo valor de la relación entre el flujo actual el flujo de saturación para el acceso o movimiento (carril crítico de la fase i).

El valor obtenido mediante esta expresión se puede ampliar hasta un 30% para asegurar la eficiencia de la vía.

Tabla 26

Verde efectivo distribuido. Alternativa dos

	E1	E2	E3	E4
Co tiempo de ciclo (s)	102			
gt	36	10	37	45
gt+30%	47	13	48	59

Nota. Se presenta el tiempo en verde efectivo para la alternativa dos. Elaborado por: El autor.

Una vez obtenido los nuevos tiempos en verde, procedemos a realizar un nuevo análisis de nivel de servicio en la vía.

Análisis del Flujo de saturación

Tabla 27

Flujo de saturación ajustado. Alternativa dos

Acceso	E1			E2		E3			E4	
	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD
Movimientos										
Número de Carriles	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1
Fujo de Saturación	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Ajuste de ancho de carriles	0,933	0,933	1,044	1,044	1,044	0,933	0,933	1,044	1,044	1,044
Factor de Ajuste de Vehículos pesados	1,000	1,000	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000
Factor de ajuste por pendiente	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Factor de ajuste por estacionamiento	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Factor de ajuste por bloqueo de bus	0,998	0,996	0,996	0,998	0,996	0,998	0,996	0,996	0,998	0,996
Factor de ajuste por tipo de área	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Factor de ajuste por utilización de carriles	0,952	1,000	1,000	0,952	1,000	0,952	1,000	1,000	0,952	1,000
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda	1,000	1,000	0,995	0,995	0,995	1,000	1,000	0,995	0,995	0,995
Factor de ajuste por vueltas a la derecha	0,962	0,962	0,977	0,977	0,977	0,966	0,966	0,972	0,972	0,972
Factor de ajuste izquierdo, peatones y ciclistas	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Factor de ajuste derecho, peatones y ciclistas	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Flujo de saturación ajustado	3239,98	1698,26	1916,76	3656,84	1916,76	3251,17	1704,12	1911,01	3645,87	1911,01

Nota. Se presenta el flujo de saturación ajustado para la alternativa dos. Elaborado por: El autor.

Análisis del nivel de servicio de la intersección

Tabla 28

Nivel de servicio. Alternativa dos

Acceso	2022									
	E1			E2		E3			E4	
Sentido	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD
Número de Fase	1			2		1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130		130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	868	291	148	1028	216	870	258	139	1074	276
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911
Tiempo de Verde efectivo	47		13	48		47		13	59	
Relación de verde (gi/C)	0,362		0,100	0,369		0,362		0,100	0,454	
Capacidad del grupo de carriles (ci)	1171,38	613,99	191,68	1350,22	707,73	1175,42	616,11	191,10	1654,66	867,30
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	0,741	0,474	0,773	0,761	0,305	0,740	0,418	0,730	0,649	0,318
Relación de flujo (vi/si)	0,268	0,171	0,077	0,281	0,113	0,268	0,151	0,073	0,294	0,144
Demora Uniforme (d1)	36,189	31,975	57,060	35,974	29,149	36,182	31,215	56,794	27,481	22,663
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Demora Incremental (d2)	4,239	2,612	25,563	4,096	1,114	4,217	2,083	21,590	1,985	0,966
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Demora media por control del grupo	40,428	34,587	82,623	40,070	30,263	40,399	33,297	78,384	29,467	23,629
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	D	C	F	D	C	D	C	E	C	C
Demora de cada acceso dA	18,837			19,712		16,830			17,183	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	B			B		B			B	
Demora de toda la intersección dI						18,16				
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	B									

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa en su estado actual al ejecutar la alternativa dos. Elaborado por: El autor.

Con este nuevo resultado se procede a analizar para los años de estudio que se han elegido, hasta encontrar el año de colapso cuando la vía tenga un nivel de **servicio F**, por lo que procedemos a hacer el mismo análisis que en la alternativa cero usando los volúmenes proyectados.

Año 2025

Tabla 29

Año 2025. Alternativa dos

Año de Análisis	2025									
	E1			E2			E3		E4	
Acceso	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD
Número de Fase	1			2			1		2	
Duración del Ciclo (C)	130			130			130		130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	962	323	164	1140	240	965	286	155	1190	306
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911
Tiempo de Verde efectivo	47		13	48		47		13	59	
Relación de verde (gi/C)	0,362		0,100	0,369		0,362		0,100	0,454	
Capacidad del grupo de carriles (ci)	1171,38	613,99	191,68	1350,22	707,73	1175,42	616,11	191,10	1654,66	867,30
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	0,821	0,525	0,857	0,844	0,339	0,821	0,464	0,809	0,719	0,353
Relación de flujo (vi/si)	0,297	0,190	0,086	0,312	0,125	0,297	0,168	0,081	0,327	0,160
Demora Uniforme (d1)	37,688	32,710	57,584	37,571	29,557	37,680	31,831	57,284	28,788	23,086
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Demora Incremental (d2)	6,536	3,198	36,052	6,597	1,297	6,498	2,499	29,658	2,730	1,128
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Demora media por control del grupo	44,224	35,908	93,637	44,167	30,854	44,178	34,329	86,942	31,518	24,214
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	D	D	F	D	C	D	C	F	C	C
Demora de cada acceso dA	20,122			21,612			17,929		18,473	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	C			C			B		B	
Demora de toda la intersección dI						19,57				
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	B									

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2025 en la alternativa dos. Elaborado por: El autor.

Año 2030

Tabla 30

Año 2030. Alternativa dos

Año de Análisis	2030										
	E1			E2			E3			E4	
Acceso	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD	
Número de Fase	1			2			1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130			130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	1143	383	195	1354	285	1146	339	184	1414	364	
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911	
Tiempo de Verde efectivo	47		13	48		47		13	59		
Relación de verde (gi/C)	0,362		0,100	0,369		0,362		0,100	0,454		
Capacidad del grupo de carriles (ci)	1171,38	613,99	191,68	1350,22	707,73	1175,42	616,11	191,10	1654,66	867,30	
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	0,976	0,624	1,018	1,002	0,402	0,975	0,551	0,961	0,854	0,419	
Relación de flujo (vi/si)	0,353	0,226	0,102	0,370	0,149	0,353	0,199	0,096	0,388	0,190	
Demora Uniforme (d1)	40,934	34,216	58,616	41,060	30,372	40,922	33,081	58,246	31,669	23,943	
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Demora Incremental (d2)	21,050	4,734	69,694	25,092	1,700	20,908	3,518	55,605	5,861	1,489	
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Demora media por control del grupo	61,984	38,950	128,310	66,152	32,072	61,830	36,598	113,852	37,531	25,433	
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	E	D	F	E	C	E	D	F	D	C	
Demora de cada acceso dA	25,345			28,904			22,478			22,333	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	C			C			C			C	
Demora de toda la intersección dI						24,81					
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	C										

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2030 en la alternativa dos. Elaborado por: El autor.

Año 2035

Tabla 31

Año 2035. Alternativa dos

Año de Análisis	2035										
Acceso	E1			E2			E3			E4	
Sentido	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD	
Número de Fase	1			2			1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130			130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	1357	455	232	1608	338	1361	403	218	1679	432	
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911	
Tiempo de Verde efectivo	47		13	48		47		13	59		
Relación de verde (gi/C)	0,362		0,100	0,369		0,362		0,100	0,454		
Capacidad del grupo de carriles (ci)	1171,38	613,99	191,68	1350,22	707,73	1175,42	616,11	191,10	1654,66	867,30	
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	1,159	0,741	1,209	1,191	0,478	1,158	0,654	1,141	1,015	0,498	
Relación de flujo (vi/si)	0,419	0,268	0,121	0,440	0,176	0,419	0,236	0,114	0,461	0,226	
Demora Uniforme (d1)	45,597	36,195	59,889	46,151	31,400	45,579	34,699	59,432	35,942	25,048	
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Demora Incremental (d2)	81,259	7,865	132,494	93,439	2,304	80,977	5,337	108,213	25,868	2,039	
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Demora media por control del grupo	126,855	44,060	192,383	139,589	33,703	126,556	40,036	167,645	61,811	27,087	
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	D	F	F	C	F	D	F	E	C	
Demora de cada acceso dA	42,918			47,377			38,045			32,178	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	D			D			D			C	
Demora de toda la intersección dI	39,96										
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	D										

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2035 en la alternativa dos. Elaborado por: El autor.

Año 2040

Tabla 32

Año 2040. Alternativa dos

Año de Análisis	2040										
Acceso	E1			E2			E3			E4	
Sentido	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD	
Número de Fase	1			2			1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130			130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	1612	540	275	1909	402	1617	478	259	1994	513	
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911	
Tiempo de Verde efectivo	47		13	48		47		13	59		
Relación de verde (gi/C)	0,362		0,100	0,369		0,362		0,100	0,454		
Capacidad del grupo de carriles (ci)	1171,38	613,99	191,68	1350,22	707,73	1175,42	616,11	191,10	1654,66	867,30	
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	1,376	0,880	1,436	1,414	0,567	1,375	0,777	1,355	1,205	0,591	
Relación de flujo (vi/si)	0,498	0,318	0,144	0,522	0,209	0,497	0,281	0,136	0,547	0,268	
Demora Uniforme (d1)	52,731	38,866	61,476	54,119	32,715	52,703	36,840	60,905	42,801	26,500	
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Demora Incremental (d2)	174,705	16,504	223,210	190,802	3,280	174,365	9,297	190,112	98,372	2,955	
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Demora media por control del grupo	227,436	55,370	284,686	244,921	35,995	227,068	46,137	251,017	141,173	29,455	
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	E	F	F	D	F	D	F	F	C	
Demora de cada acceso dA	71,014			73,909			62,393			55,137	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	E			E			E			E	
Demora de toda la intersección dI	65,34										
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	E										

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2040 en la alternativa dos. Elaborado por: El autor.

Año 2045

Tabla 33

Año 2045. Alternativa dos

Año de Análisis	2045										
Acceso	E1			E2			E3			E4	
Sentido	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD	
Número de Fase	1			2			1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130			130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	1915	642	327	2268	477	1920	568	308	2369	609	
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911	
Tiempo de Verde efectivo	47		13	48		47		13	59		
Relación de verde (gi/C)	0,362		0,100	0,369		0,362		0,100	0,454		
Capacidad del grupo de carriles (ci)	1171,38	613,99	191,68	1350,22	707,73	1175,42	616,11	191,10	1654,66	867,30	
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	1,634	1,046	1,705	1,680	0,674	1,634	0,922	1,610	1,431	0,702	
Relación de flujo (vi/si)	0,591	0,378	0,171	0,620	0,249	0,591	0,333	0,161	0,650	0,319	
Demora Uniforme (d1)	64,767	42,598	63,473	68,081	34,427	64,718	39,753	62,751	55,344	28,459	
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Demora Incremental (d2)	289,390	48,770	338,564	309,051	5,079	288,989	21,492	297,312	197,714	4,728	
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Demora media por control del grupo	354,157	91,368	402,037	377,132	39,506	353,707	61,245	360,063	253,059	33,187	
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	F	F	F	D	F	E	F	F	C	
Demora de cada acceso dA	111,874			107,469			94,764			86,782	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	F			F			F			F	
Demora de toda la intersección dI						99,72					
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F										

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2025 en la alternativa dos. Elaborado por: El autor.

4.4.3. Resultados

Con el análisis de nivel de servicio, usando el nuevo verde efectivo y sin eliminar el excedente de vehículos considerado en la Av. Rumichaca Ñan obtenemos un cambio considerable, ya que la demora de la intersección llegó a los **18.16 seg.** Y su nivel de servicio llegó a **B**, este resultado es significativo, ya que representa un salto de 2 niveles de servicio ya que en la **Tabla**

11 del análisis de nivel de servicio actual se evidencio una demora de **39.45 seg** y un **nivel de servicio D**.

Al analizar los años de proyección para este estudio se evidencia una considerable mejora, ya que, para el año 2035, año en el cual se llegó al colapso en la alternativa cero, se evidencia que en esta alternativa tiene un nivel de **servicio D** y una demora de **39.96 seg**, valores muy parecidos al nivel de servicio actual en la intersección, esto también evidencia una mala calibración de los semáforos en la situación actual.

En esta alternativa también se puede notar que para el año 2045 ya será necesario que la intersección sea intervenida, para intentar remediar esto se procede a considerar una última alternativa.

4.5. Alternativa tres

4.5.1. Propuesta

Esta alternativa final pretende combinar los efectos de la alternativa uno y la alternativa dos, es decir, restringir el giro a la izquierda ilegal en la Av. Rumichaca y con los volúmenes correspondientes a este cambio calcular un nuevo tiempo de verde óptimo para la intersección.

4.5.2. Análisis de la propuesta

En esta propuesta se procede a realizar el mismo análisis de volumen de vehículos que se realizó para la alternativa uno, presentado en la sección 4.3.2. por lo tanto, contamos con el mismo resultado que el presentado en la tabla 18, la cual se vuelve a presentar a continuación.

Accesos	E1(Rumichaca)			E2(Morán Valverde)			E3 (Rumichaca)			E4 (Morán Valverde)		
Sentido	S-N			E-O			N-S			O-E		
Movimientos												
Volumen Equivalente Actual	17	868	291	148	1028	216	13	870	258	139	1074	276
Año												
2023	-	821	301	153	1064	224	-	823	267	144	1111	286
2024	-	849	312	159	1101	232	-	852	276	149	1150	296
2025	-	879	323	164	1140	240	-	882	286	155	1190	306
2030	-	1044	383	195	1354	285	-	1047	339	184	1414	364
2035	-	1240	455	232	1608	338	-	1244	403	218	1679	432
2040	-	1473	540	275	1909	402	-	1477	478	259	1994	513
2045	-	1749	642	327	2268	477	-	1755	568	308	2369	609

Con estos valores procedemos a calcular el flujo de saturación ajustado para esta alternativa.

Tabla 34

Flujo de saturación. Alternativa tres

Acceso	E1			E2			E3			E4		
	R	VD	VI	R	VD	VI	R	VD	VI	R	VD	
Número de Carriles	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	
Fujo de Saturación	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	
Ajuste de ancho de carriles	0,933	0,933	1,044	1,044	1,044	0,933	0,933	1,044	1,044	1,044	1,044	
Factor de Ajuste de Vehículos pesados	1,000	1,000	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	
Factor de ajuste por pendiente	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Factor de ajuste por estacionamiento	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Factor de ajuste por bloqueo de bus	0,998	0,996	0,996	0,998	0,996	0,998	0,998	0,996	0,996	0,998	0,996	
Factor de ajuste por tipo de área	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Factor de ajuste por utilización de carriles	0,952	1,000	1,000	0,952	1,000	0,952	1,000	1,000	1,000	0,952	1,000	
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda	1,000	1,000	0,995	0,995	0,995	1,000	1,000	0,995	0,995	0,995	0,995	
Factor de ajuste por vueltas a la derecha	0,962	0,962	0,977	0,977	0,977	0,966	0,966	0,972	0,972	0,972	0,972	
Factor de ajuste izquierdo, peatones y ciclistas	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Factor de ajuste derecho, peatones y ciclistas	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Flujo de saturación ajustado	3239,98	1698,26	1916,76	3656,84	1916,76	3251,17	1704,12	1911,01	3645,87	1911,01	1911,01	

Nota. Se presenta el flujo de saturación calculado para la alternativa tres. Elaborado por: El autor.

4.5.2.1 Intercalo de cambio de fase

A continuación, calculamos el nuevo ciclo óptimo de la intersección, tal como se hizo en las secciones 4.4.2.1., 4.4.2.2 y 4.4.2.3.

Tabla 35

Intervalo de cambio de fase. Alternativo tres

	Ámbar	Todo rojo	Intervalo de cambio de fase
y1	3	2	5
y2	3	2	5

Nota. Se presenta el tiempo de los intervalos de cambio de fase, para la alternativa tres. Elaborado por: El autor.

4.5.2.2 Longitud de ciclo efectivo y tiempo en verde efectivo.

El resultado del ciclo efectivo resulta ser el mismo, ya que a pesar del cambio en el volumen de vehículos en la Av. Rumichaca Ñan, los valores de Y_i siguen siendo mayores en las maniobras de la fase correspondiente a la Av. Morán Valverde.

Tabla 36

Tiempo de ciclo optimo. Alternativa tres

	E1			E2			E3			E4		
FLUJO EQUIVALENTE	793	291	148	1028	216	795	258	139	1074	276		
No DE CARRILES	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1		
W ancho de carril	18	18	25,4	25,4	25,4	18	18	25,4	25,4	25,4		
Longitud del vehículo	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1		
Tiempo de reacción	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Desaceleración	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05		
Velocidad	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9		
Tiempo Amarillo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
Tiempo todo rojo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Tiempo perdido	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
FLUJO DE SATURACIÓN	3197	1699	1932	3679	1932	3159	1659	1917	3137	1894		
	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10		
Relación fact/fsat	0,25	0,17	0,08	0,28	0,11	0,25	0,16	0,07	0,34	0,15		
Tiempo perdido por ciclo						10						
Co tiempo del ciclo						87						
Co redondeado						92						
Gt=Co + tiempo perdido						102						

Nota. Se presenta los resultados del tiempo de ciclo efectivo en la alternativa tres. Elaborado por: El autor.

De la misma forma que en la alternativa dos, procedemos a repartir de manera uniforme el tiempo óptimo en verde para todos los accesos.

Tabla 37

Tiempo en verde efectivo. Alternativa tres

	E1			E2			E3			E4		
Co tiempo de ciclo (s)	102											
gt	33	10	37	33	10	45	33	10	45	33	10	45
gt+30%	43	13	48	43	13	59	43	13	59	43	13	59

Nota. Se presenta el tiempo en verde efectivo para la alternativa tres. Elaborado por: El autor.

Una vez obtenido estos resultados, procedemos a calcular el nivel de servicio actual, para esta alternativa.

Tabla 38

Nivel de servicio actual. Alternativa tres

Año de Análisis	2022									
	E1			E2		E3		E4		
Acceso	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD
Número de Fase	1			2		1		2		
Duración del Ciclo (C)	130			130		130		130		
Tasa del flujo ajustado (vi)	793	291	148	1028	216	795	258	139	1074	276
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911
Tiempo de Verde efectivo	47		13	48		47		13	59	
Relación de verde (gi/C)	0,362		0,100	0,369		0,362		0,100	0,454	
Capacidad del grupo de carriles (ci)	1171,38	613,99	191,68	1350,22	707,73	1175,42	616,11	191,10	1654,66	867,30
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	0,677	0,474	0,773	0,761	0,305	0,677	0,418	0,730	0,649	0,318
Relación de flujo (vi/si)	0,245	0,171	0,077	0,281	0,113	0,245	0,151	0,073	0,294	0,144
Demora Uniforme (d1)	35,080	31,975	57,060	35,974	29,149	35,077	31,215	56,794	27,481	22,663
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Demora Incremental (d2)	3,150	2,612	25,563	4,096	1,114	3,137	2,083	21,590	1,985	0,966
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Demora media por control del grupo	38,230	34,587	82,623	40,070	30,263	38,214	33,297	78,384	29,467	23,629
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	D	C	F	D	C	D	C	E	C	C
Demora de cada acceso dA	19,550			19,712		17,495		17,183		
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	B			B		B		B		
Demora de toda la intersección dI	18,46									
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	B									

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa en su estado actual ejecutando la alternativa dos. Elaborado por: El autor.

El análisis de la situación actual para esta intersección es muy similar al resultado de la alternativa dos, sin embargo, para poder elegir cuál de las dos es más conviene procedemos a realizar el análisis de los años proyectados.

Año 2025

Tabla 39

Año 2025. Alternativa tres

Año de Análisis	2025									
Acceso	E1			E2		E3			E4	
Sentido	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD
Número de Fase	1			2		1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130		130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	879	323	164	1140	240	882	286	155	1190	306
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911
Tiempo de Verde efectivo	47		13	48		47		13	59	
Relación de verde (gi/C)	0,362		0,100	0,369		0,362		0,100	0,454	
Capacidad del grupo de carriles (ci)	1171,38	613,99	191,68	1350,22	707,73	1175,42	616,11	191,10	1654,66	867,30
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	0,750	0,525	0,857	0,844	0,339	0,750	0,464	0,809	0,719	0,353
Relación de flujo (vi/si)	0,271	0,190	0,086	0,312	0,125	0,271	0,168	0,081	0,327	0,160
Demora Uniforme (d1)	36,361	32,710	57,584	37,571	29,557	36,358	31,831	57,284	28,788	23,086
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Demora Incremental (d2)	4,444	3,198	36,052	6,597	1,297	4,425	2,499	29,658	2,730	1,128
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Demora media por control del grupo	40,805	35,908	93,637	44,167	30,854	40,783	34,329	86,942	31,518	24,214
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	D	D	F	D	C	D	C	F	C	C
Demora de cada acceso dA	20,596			21,612		18,375			18,473	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	C			C		B			B	
Demora de toda la intersección dI						19,78				
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	B									

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2025 en la alternativa tres. Elaborado por: El autor.

Año 2030

Tabla 40

Año 2030. Alternativa tres

Año de Análisis	2030									
	E1		E2		E3		E4			
Acceso	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD
Número de Fase	1			2			1		2	
Duración del Ciclo (C)	130			130			130		130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	1044	383	195	1354	285	1047	339	184	1414	364
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911
Tiempo de Verde efectivo	47		13	48		47		13	59	
Relación de verde (gi/C)	0,362		0,100	0,369		0,362		0,100	0,454	
Capacidad del grupo de carriles (ci)	1171,38	613,99	191,68	1350,22	707,73	1175,42	616,11	191,10	1654,66	867,30
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	0,891	0,624	1,018	1,002	0,402	0,891	0,551	0,961	0,854	0,419
Relación de flujo (vi/si)	0,322	0,226	0,102	0,370	0,149	0,322	0,199	0,096	0,388	0,190
Demora Uniforme (d1)	39,093	34,216	58,616	41,060	30,372	39,088	33,081	58,246	31,669	23,943
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Demora Incremental (d2)	10,388	4,734	69,694	25,092	1,700	10,341	3,518	55,605	5,861	1,489
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Demora media por control del grupo	49,481	38,950	128,310	66,152	32,072	49,428	36,598	113,852	37,531	25,433
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	D	D	F	E	C	D	D	F	D	C
Demora de cada acceso dA	23,742			28,904		21,046			22,333	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	C			C		C			C	
Demora de toda la intersección dI						24,19				
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	C									

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2030 en la alternativa tres. Elaborado por: El autor.

Año 2035

Tabla 41

Año 2035. Alternativa tres

Año de Análisis	2035										
Acceso	E1			E2			E3			E4	
Sentido	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD	
Número de Fase	1			2			1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130			130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	1240	455	232	1608	338	1244	403	218	1679	432	
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911	
Tiempo de Verde efectivo	47		13	48		47		13	59		
Relación de verde (gi/C)	0,362		0,100	0,369		0,362		0,100	0,454		
Capacidad del grupo de carriles (ci)	1171,38	613,99	191,68	1350,22	707,73	1175,42	616,11	191,10	1654,66	867,30	
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	1,059	0,741	1,209	1,191	0,478	1,058	0,654	1,141	1,015	0,498	
Relación de flujo (vi/si)	0,383	0,268	0,121	0,440	0,176	0,383	0,236	0,114	0,461	0,226	
Demora Uniforme (d1)	42,923	36,195	59,889	46,151	31,400	42,916	34,699	59,432	35,942	25,048	
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Demora Incremental (d2)	43,258	7,865	132,494	93,439	2,304	43,126	5,337	108,213	25,868	2,039	
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Demora media por control del grupo	86,181	44,060	192,383	139,589	33,703	86,042	40,036	167,645	61,811	27,087	
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	D	F	F	C	F	D	F	E	C	
Demora de cada acceso dA	34,968			47,377			30,844			32,178	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	C			D			C			C	
Demora de toda la intersección dI	36,72										
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	D										

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2035 en la alternativa tres. Elaborado por: El autor.

Año 2040

Tabla 42

Año 2040. Alternativa tres

Año de Análisis	2040										
Acceso	E1			E2			E3			E4	
Sentido	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD	
Número de Fase	1			2			1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130			130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	1473	540	275	1909	402	1477	478	259	1994	513	
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911	
Tiempo de Verde efectivo	47		13	48		47		13		59	
Relación de verde (g/C)	0,362		0,100	0,369		0,362		0,100		0,454	
Capacidad del grupo de carriles (ci)	1171,38	613,99	191,68	1350,22	707,73	1175,42	616,11	191,10	1654,66	867,30	
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	1,257	0,880	1,436	1,414	0,567	1,257	0,777	1,355	1,205	0,591	
Relación de flujo (vi/si)	0,455	0,318	0,144	0,522	0,209	0,454	0,281	0,136	0,547	0,268	
Demora Uniforme (d1)	48,575	38,866	61,476	54,119	32,715	48,564	36,840	60,905	42,801	26,500	
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Demora Incremental (d2)	122,818	16,504	223,210	190,802	3,280	122,656	9,297	190,112	98,372	2,955	
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Demora media por control del grupo	171,393	55,370	284,686	244,921	35,995	171,221	46,137	251,017	141,173	29,455	
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	E	F	F	D	F	D	F	F	C	
Demora de cada acceso dA	60,882			73,909			53,174			55,137	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	E			E			D			E	
Demora de toda la intersección dI						61,17					
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	E										

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2040 en la alternativa tres. Elaborado por: El autor.

Año 2045

Tabla 43

Año 2045. Alternativa tres

Año de Análisis	2045										
Acceso	E1			E2			E3			E4	
Sentido	R	VD	VI	R	VD	R	VD	VI	R	VD	
Número de Fase	1			2			1			2	
Duración del Ciclo (C)	130			130			130			130	
Tasa del flujo ajustado (vi)	1749	642	327	2268	477	1755	568	308	2369	609	
Flujo de Saturación Ajustado (si)	3240	1698	1917	3657	1917	3251	1704	1911	3646	1911	
Tiempo de Verde efectivo	47		13	48		47		13	59		
Relación de verde (gi/C)	0,362		0,100	0,369		0,362		0,100	0,454		
Capacidad del grupo de carriles (ci)	1171,38	613,99	191,68	1350,22	707,73	1175,42	616,11	191,10	1654,66	867,30	
Relación Volumen/ Capacidad Xi=(vi/ci)	1,493	1,046	1,705	1,680	0,674	1,493	0,922	1,610	1,431	0,702	
Relación de flujo (vi/si)	0,540	0,378	0,171	0,620	0,249	0,540	0,333	0,161	0,650	0,319	
Demora Uniforme (d1)	57,580	42,598	63,473	68,081	34,427	57,562	39,753	62,751	55,344	28,459	
Factor de demora incremental (k)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
Duración del periodo de análisis (T)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	
Factor de ajuste de medición (I)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
Demora Incremental (d2)	226,480	48,770	338,564	309,051	5,079	226,295	21,492	297,312	197,714	4,728	
Demora de cola inicial (d3)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Demora media por control del grupo	284,060	91,368	402,037	377,132	39,506	283,858	61,245	360,063	253,059	33,187	
NIVEL DE SERVICIO DEL GRUPO DE CARRILES	F	F	F	F	D	F	E	F	F	C	
Demora de cada acceso dA	100,796			107,469			84,426			86,782	
NIVEL DE SEVICIO DE CADA ACCESO	F			F			F			F	
Demora de toda la intersección dI	95,05										
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN	F										

Nota. Se presenta el nivel de servicio para los carriles, accesos y la intersección completa para el año 2045 en la alternativa tres. Elaborado por: El autor.

4.5.3. Resultados

Esta alternativa tiene una ligera mejora en el tiempo de demora de la intersección, sin embargo, en cuanto al nivel de servicio sigue siendo igual a la alternativa dos, para el año 2035 tenemos un **nivel de servicio D**, que resulta aceptable en nuestro medio. Sin embargo, para el año 2040 se presenta un **nivel de servicio E**, el cual ya se reconoce como un nivel con retraso intolerable y finalmente la intersección colapsa en el año 2045, necesitando ser intervenida.

4.6. Alternativa elegida.

La alternativa tres fue elegida basado en los niveles de servicio que ofrece en el periodo actual y en los años proyectados.

Tabla 44

Resultados de la alternativa tres

	Año	Vehículos	Demora por	Nivel de	Análisis de
		en hora	vehículo		
Alternativa tres		pico	s		
	2022	5018	18,46	B	ÓPTIMO
	2025	5564	19,78	B	
	2030	6608	24,19	C	
	2035	7848	36,72	D	
	2040	9321	61,17	E	
	2045	11071	95,05	F	

Nota. Se presenta los resultados de la alternativa óptima. Elaborado por: El autor.

Además de lo ya mencionado, la alternativa tres ha sido elegidas también porque evita una maniobra indeseable en la Av. Rumichaca Ñan, al hacer esto no solo mejora levemente los resultados de los niveles de servicio, sino que ayudara a evitar de forma considerable los riesgos de accidentes de tránsito ocasionados por esta maniobra.

Sin embargo, a pesar de que la alternativa tres tienen buenos resultados hasta el año 2035, es evidente que no puede ser una solución definitiva, por lo que es necesario buscar otros medios para solventar el problema a largo plazo.

CONCLUSIONES

El estado actual de la intersección es tolerable, sin embargo, se evidencia que su nivel de servicio actual, el cual corresponde al nivel de servicio D está muy próximo a presentar demoras intolerables.

El análisis de la alternativa dos, dejó en evidencia que uno de los principales problemas que tiene la intersección es la mala programación de los ciclos semafóricos, ya que solo con este cambio la intersección cambio de un nivel de servicio D, a un nivel de servicio B.

Aunque la maniobra ilegal en la Av. Rumichaca Ñan, es decir el giro a la izquierda en la misma, en el análisis no produce un aumento significativo en las demoras, lo cierto es que, si produce incomodidad a los usuarios y representa un riesgo para otros, en especial a los ciclistas, cuya ciclovía está ubicado en el lado izquierdo de la Av. Rumichaca Ñan.

Los cambios sugeridos en la Alternativa Tres, la más conveniente, produce cambios inmediatos en los niveles de servicio y mejora significativamente la comodidad y seguridad para los peatones, ciclistas y vehículos motorizados.

El presente proyecto representa una base para futuros trabajos relacionados con la intersección, como lo pueden ser: Reforma geométrica de la intersección, Rediseño completo de los semáforos de la intersección, Rediseño de las rutas de buses que pasan por la intersección, Diseño de bahías apropiadas para las paradas de buses.

RECOMENDACIONES

La intersección requiere una intervención inmediata, puesto que, si bien el estado actual de la intersección no llega al colapso en la hora pico, su nivel de servicio no es aceptable, porque se evidencia la incomodidad de los usuarios.

Contar con la presencia de agentes de tránsito que ayuden con el control de la intersección sobre todo en las horas pico, en especial los martes y sábados, días en los cuales el mercado de Chillogallo muy cercano a la intersección tiene los eventos conocidos como “días de feria”.

Prohibir la subida y bajada de pasajeros de buses en zonas ajenas a las paradas, ya que esto también produce aumentos en las demoras e incomodidad a los usuarios.

Establecer una velocidad mínima de circulación de 30 km/h, ya que muchos vehículos particulares o taxis disminuyen la velocidad sobre todo al esperar a algún pasajero, causando congestión innecesaria en la vía.

Finalmente, se plantearon varios trabajos que se pueden relacionar a este proyecto, todos ellos útiles para mejorar el nivel de servicio de la intersección, sin embargo, los resultados de este proyecto dejan claro que a largo plazo una solución más eficiente podría provenir de una reforma geométrica de la vía. Una de las obras civiles que pueden mejorar la calidad de servicio de la intersección es: el rediseño de los semáforos de la intersección, el cual incluya, un ciclo semafórico para el paso de los ciclistas, este nuevo ciclo asegurará una mejora sustancial en la calidad de servicio.

REFERENCIAS

- Bañón, L. & Beviá, J. (2000). *Manual de Carreteras (Volumen I: Elementos y proyecto)*. Ortiz e Hijos, Construcciones.
- Cal, R & Mayor, R. (2007). *Ingeniería de Transito Fundamentos y Aplicaciones (8ª Edición)*. Alfaomega.
- Gómez, R. (2004). *Libro Guía de Ingeniería de Tránsito*. Universidad Mayor de San Simón.
- González Fernández, H., Zamora Martí, M., & Duharte González, A. (2008). Análisis de la circulación en la intersección carretera central-avenida de Las Américas. *Ciencia en su PC*, 1(2), 94-103. <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181320254011.pdf>.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. Reglamento Técnico Ecuatoriano. (2011). *Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical (RTE INEN 004-1:2011)*. Instituto Ecuatoriano de Normalización. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuatoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. Reglamento Técnico Ecuatoriano. (2011). *Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal (RTE INEN 004-2:2011)*. Instituto Ecuatoriano de Normalización. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_reglamento_tecnico_señalización_horizonta.pdf.
- Jerez, A & Morales, O. (2015). *Análisis del nivel de servicio y la capacidad vehicular de las intersecciones con mayor demanda en la ciudad de Azogues*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7704/1/UPS-CT004571.pdf>.

- Martínez Gallardo, J. G., Rivas Saldaña, J. P. (1998). *Evaluación operacional y rediseño preliminar de la intersección rotatoria Rubén Darío*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNI.20714/Details#description>.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. Subsecretaría de Infraestructura del Transporte (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*. Subsecretaría de Infraestructura del Transporte. https://snavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. Subsecretaría de Infraestructura del Transporte (2013). *Normas Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP (Volumen n°6)*. Subsecretaría de Infraestructura del Transporte. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_6.pdf.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. Empresa Municipal de Movilidad y Obras Públicas. Gerencia de Planificación de Movilidad. (2009). *Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025*. Gerencia de Planificación de Movilidad. https://biblio.flacsoandes.edu.ec/shared/biblio_view.php?bibid=118765&tab=opac.
- National Research Council (U.S.). Transportation Research Board. (2010). *HCM 2010: Highway capacity manual (5th ed.)*. Transportation Research Board.
- Santos Quispe, N. & Collado Arana, A. (2019). *Análisis operacional con respecto a la seguridad vial aplicando el concepto de zona de dilema en el corredor Av. La Cultura, tramo Jr. Ricardo Palma-Santa Úrsula y propuesta de solución*. [Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco]. <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3464>.

Suárez, L. (2007). *Análisis y evaluación operacional de intersecciones urbanas mediante microsimulación* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].

<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/4287>.

Ugarte, P. & Sabely, C. (2018). *Análisis operacional y planteamiento de optimización del sistema vial compuesto por la Plaza San Francisco, Calle Mesón de la Estrella, Calle Matará, Av.*

Centenario, Av. Regional, Av. San Miguel, hasta su intersección con la Av. Pardo. [Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco].

<https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/2420>.

ANEXOS

Anexo 1. Puntos del levantamiento topográfico.

Núm.	X	Y	Z	Observaciones
1	9.967.980.301	4.943.845.338	2.924.085	via
2	9.967.986.127	4.943.912.071	2.924.041	via
3	9.967.994.092	4.943.981.409	2.923.992	via
4	9.968.003.143	4.944.035.196	2.923.955	via
5	9.967.993.724	4.944.038.735	2.924.061	pto
6	9.968.023.634	4.944.065.399	2.923.859	via
7	9.968.050.887	4.944.110.836	2.923.166	via
8	9.968.079.404	4.944.146.751	2.922.606	via
9	9.968.108.142	4.944.170.397	2.922.435	via
10	9.968.134.474	4.944.191.708	2.922.427	via
11	9.968.157.858	4.944.211.015	2.922.512	via
12	9.968.181.912	4.944.231.021	2.922.601	via
13	9.968.181.914	4.944.231.021	2.922.605	via
14	9.968.205.591	4.944.250.878	2.922.694	via
15	9.968.231.548	4.944.271.198	2.922.875	via
16	9.968.255.709	4.944.291.646	2.922.585	via
17	9.968.277.887	4.944.311.486	2.922.429	via
18	9.968.300.799	4.944.327.625	2.921.759	via
19	9.968.301.081	4.944.424.088	2.921.748	pto
20	9.968.309.198	4.944.301.848	2.921.536	via
21	9.968.315.216	4.944.248.068	2.921.314	via
22	9.968.325.217	4.944.269.355	2.921.276	via
23	9.968.323.886	4.944.296.987	2.921.305	via
24	9.968.324.642	4.944.327.853	2.921.315	via
25	9.968.328.918	4.944.353.232	2.921.259	via
26	9.968.352.46	4.944.437.237	2.920.817	via
27	9.968.379.441	4.944.439.146	2.920.355	via
28	9.968.403.407	4.944.408.706	2.919.883	via
29	9.968.425.827	4.944.425.237	2.919.414	via
30	9.968.448.72	4.944.442.296	2.918.97	via
31	9.968.461.957	4.944.530.701	2.918.646	pto
32	9.968.478.467	4.944.446.452	2.918.356	via
33	9.968.500.482	4.944.481.381	2.917.704	via
34	9.968.522.404	4.944.499.812	2.917.597	via
35	9.968.543.76	4.944.516.525	2.917.022	via
36	9.968.565.188	4.944.534.367	2.916.517	via
37	9.968.586.383	4.944.555.171	2.915.941	via
38	9.968.582.07	4.944.512.202	2.915.761	cerca
39	9.968.607.766	4.944.548.574	2.915.145	via
40	9.968.639.277	4.944.702.427	2.914.223	pto
41	9.968.639.101	4.944.594.484	2.914.164	via
42	9.968.659.31	4.944.620.028	2.913.585	via
43	9.968.707.597	4.944.704.339	2.911.255	via
44	9.968.728.982	4.944.475.714	2.910.346	via
45	9.968.751.476	4.944.822.127	2.909.157	via
46	9.968.771.537	4.944.889.264	2.908.207	via
47	9.968.785.799	4.944.946.016	2.907.58	via
48	9.968.797.996	4.944.955.199	2.907.017	via
49	9.968.820.891	4.945.510.559	2.905.619	via
50	9.968.962.414	4.945.775.915	2.899.615	via
51	9.968.983.583	4.945.876.083	2.898.83	via
52	9.969.003.891	4.945.972.224	2.898.106	via
53	9.969.005.824	4.945.977.207	2.898.063	via
54	9.969.007.312	4.945.957.278	2.898.091	via
55	9.969.016.011	4.945.971.098	2.897.999	via
56	9.969.015.91	4.945.991.897	2.897.852	via
57	9.969.017.27	4.946.005.503	2.897.721	via
58	9.969.036.537	4.946.113.895	2.896.793	via
59	9.969.056.09	4.946.225.257	2.895.957	via
60	9.969.053.974	4.946.312.846	2.895.912	pto
61	9.969.069.522	4.946.295.724	2.895.451	via
62	9.969.063.139	4.946.265.049	2.895.68	via
63	9.969.086.161	4.946.375.853	2.894.811	via
64	9.969.106.007	4.946.471.345	2.894.106	via
65	9.969.127.327	4.946.574.343	2.893.335	via
66	9.969.146.779	4.946.667.686	2.892.544	via
67	9.969.153.012	4.946.697.271	2.892.377	via
68	9.969.151.142	4.946.664.017	2.892.437	via
69	9.969.153.653	4.946.663.621	2.892.381	via
70	9.969.155.853	4.946.640.208	2.892.434	via
71	9.969.163.621	4.946.475.862	2.893.609	via
72	9.969.171.609	4.946.502.833	2.893.524	via
73	9.969.158.833	4.946.771.303	2.892.165	via
74	9.969.158.699	4.946.790.593	2.892.111	via
75	9.969.159.665	4.946.680.341	2.892.102	via
76	9.969.175.185	4.946.922.439	2.891.989	via
77	9.968.834.498	4.945.286.729	2.904.758	prt
78	9.968.886.644	4.945.534.456	2.901.705	prt
79	9.968.888.316	4.945.503.484	2.901.817	prt
80	9.968.910.716	4.945.611.645	2.900.763	prt
81	9.968.910.74	4.945.611.779	2.900.756	prtranga
82	9.968.911.703	4.945.616.122	2.900.744	prtranga
83	9.968.912.421	4.945.638.374	2.900.739	prtranga
84	9.968.910.68	4.945.648.419	2.900.727	prtranga
85	9.968.909.601	4.945.643.174	2.900.762	prtranga
86	9.968.943.463	4.945.754.163	2.900.211	prt
87	9.968.937.139	4.945.737.658	2.900.415	prt
88	9.968.957.968	4.945.854.762	2.899.684	prt
89	9.968.973.684	4.945.896.625	2.899.164	prt
90	9.968.996.504	4.946.039.901	2.898.288	prt
91	9.969.012.474	4.946.087.087	2.897.716	prt
92	9.969.025.886	4.946.185.604	2.897.047	prt
93	9.969.043.877	4.946.241.009	2.896.311	prt
94	9.969.053.976	4.946.313.355	2.895.912	prt
95	9.969.063.337	4.946.369.295	2.895.549	prt
96	9.969.081.409	4.946.642.734	2.894.814	prt
97	9.969.097.685	4.946.541.404	2.894.193	prt
98	9.969.115.353	4.946.597.065	2.893.587	prt
99	9.969.132.776	4.946.714.492	2.892.88	prt
100	9.969.133.939	4.946.688.998	2.892.899	prt

101	9.969.140.549	4.946.746.655	2.892.565	prt
102	9.969.145.503	4.946.784.454	2.892.316	prt
103	9.969.151.653	4.946.835.617	2.892.175	prt
104	9.969.158.782	4.946.890.176	2.892.155	prt
105	9.969.148.811	4.946.921.805	2.892.27	prt
106	9.968.854.22	4.948.578.813	2.899.907	via
107	9.968.843.089	4.948.542.106	2.899.223	via
108	9.968.841.452	4.948.529.878	2.899.217	via
109	9.968.840.918	4.948.510.734	2.899.277	via
110	9.968.846.287	4.948.342.778	2.899.497	via
111	9.968.851.932	4.948.181.531	2.900.834	via
112	9.968.858.876	4.947.953.219	2.900.101	via
113	9.968.865.779	4.947.737.307	2.900.403	via
114	9.968.874.358	4.947.470.176	2.900.825	via
115	9.968.884.257	4.947.161.494	2.901.105	via
116	9.968.886.609	4.947.414.471	2.901.153	via
117	9.968.890.02	4.947.143.329	2.901.299	via
118	9.968.901.113	4.947.163.732	2.901.423	via
119	9.968.904.254	4.947.090.362	2.901.5	via
120	9.968.893.138	4.947.069.814	2.900.864	via
121	9.968.893.14	4.947.069.903	2.900.843	via
122	9.968.893.127	4.947.070.182	2.900.867	via
123	9.968.889.351	4.947.009.374	2.900.344	via
124	9.968.296.968	4.944.509.695	2.921.853	via
125	9.968.301.08	4.944.424.576	2.921.757	via
126	9.968.327.541	4.944.538.461	2.921.18	via
127	9.968.353.064	4.944.559.274	2.920.721	via
128	9.968.378.025	4.944.577.415	2.920.424	via
129	9.968.403.121	4.944.595.144	2.919.776	via
130	9.968.424.325	4.944.611.671	2.919.274	via
131	9.968.448.154	4.944.629.388	2.918.85	via
132	9.968.461.935	4.944.531.595	2.918.629	via
133	9.968.482.801	4.944.653.342	2.918.156	via
134	9.968.498.216	4.944.466.851	2.918.095	via
135	9.968.498.205	4.944.668.388	2.918.099	via
136	9.968.520.112	4.944.683.667	2.917.444	via
137	9.968.542.205	4.944.701.273	2.916.999	via
138	9.968.563.697	4.944.719.336	2.916.511	via
139	9.968.585.407	4.944.737.088	2.915.979	via
140	9.968.604.635	4.944.752.645	2.915.417	via
141	9.968.605.765	4.944.753.536	2.915.376	via
142	9.968.630.764	4.944.775.397	2.914.616	via
143	9.968.639.263	4.944.703.485	2.914.139	via
144	9.968.656.948	4.944.795.631	2.913.626	via
145	9.968.680.72	4.944.831.914	2.912.38	via
146	9.968.702.677	4.944.875.359	2.911.335	via
147	9.968.724.2	4.944.927.846	2.910.198	via
148	9.968.746.136	4.944.993.341	2.909.053	via
149	9.968.766.137	4.944.993.308	2.909.06	via
150	9.968.765.19	4.945.059.071	2.908.086	via
151	9.968.765.193	4.945.058.982	2.908.073	via
152	9.968.778.947	4.945.110.723	2.907.365	via
153	9.968.801.151	4.945.206.444	2.906.225	via
154	9.968.812.856	4.945.236.166	2.905.564	via
155	9.968.833.962	4.945.236.207	2.904.335	via
156	9.968.855.258	4.945.464.562	2.903.153	via
157	9.968.958.233	4.944.592.331	2.899.548	via
158	9.968.976.594	4.946.008.718	2.898.776	via
159	9.968.995.631	4.946.098.492	2.898.128	via
160	9.968.996.767	4.946.130.745	2.898.183	via
161	9.968.994.333	4.946.233.171	2.898.615	via
162	9.969.004.915	4.946.250.355	2.898.387	via
163	9.969.006.804	4.946.171.405	2.897.758	via
164	9.969.007.889	4.946.162.975	2.897.639	via
165	9.969.009.785	4.946.169.735	2.897.551	via
166	9.969.029.127	4.946.267.883	2.896.716	via
167	9.969.053.957	4.946.313.644	2.895.913	via
168	9.969.058.264	4.946.416.727	2.895.568	via
169	9.969.063.226	4.946.441.974	2.895.43	via
170	9.969.063.23	4.946.441.763	2.895.439	via
171	9.969.078.792	4.946.518.674	2.894.899	via
172	9.969.079.239	4.946.519.431	2.894.801	via
173	9.969.098.327	4.946.611.934	2.894.063	via
174	9.969.119.48	4.946.723.614	2.893.375	via
175	9.969.135.977	4.946.680.978	2.892.524	via
176	9.969.137.297	4.946.833.445	2.892.446	via
177	9.969.136.146	4.946.872.325	2.892.496	via
178	9.969.130.401	4.946.695.221	2.892.907	

201	9.968.077.895	4.944.330.575	2922.48	via	301	9.968.913.526	4.946.041.885	2.900.409	via
202	9.968.112.196	4.944.374.063	2.922.074	via	302	9.968.906.615	4.946.023.609	2.900.577	via
203	9.968.137.463	4.944.393.106	2.922.104	via	303	9.968.899.947	4.946.184.326	2.900.812	via
204	9.968.162.616	4.944.413.152	2.922.24	via	304	9.968.906.52	4.946.209.774	2.900.702	via
205	9.968.187.072	4.944.432.106	2.922.298	via	305	9.968.903.509	4.946.235.166	2.901.061	via
206	9.967.988.177	4.944.134.005	2.923.909	prt	306	9.968.898.438	4.946.428.826	2.900.949	via
207	9.967.991.381	4.944.130.341	2.923.967	prt	307	9.968.891.811	4.946.406.742	2.901.051	via
208	9.967.995.827	4.944.132.858	2.923.912	prt	308	9.968.891.934	4.946.402.098	2.901.034	via
209	9.967.988.975	4.944.108.212	2.923.88	prt	309	9.968.883.635	4.946.665.798	2.901.168	via
210	9.967.989.704	4.944.068.698	2.923.954	prt	310	9.968.890.033	4.946.689.119	2.901.144	via
211	9.967.989.68	4.944.068.709	2.924.008	prt	311	9.968.885.738	4.946.682.147	2.901.078	via
212	9.967.989.756	4.944.044.475	2.924.059	prt	312	9.968.881.729	4.946.842.809	2.901.187	via
213	9.967.993.125	4.944.069.077	2.924.065	prt	313	9.968.879.022	4.946.801.101	2.901.159	via
214	9.968.000.63	4.944.107.176	2.923.993	prt	314	9.968.874.315	4.946.949.356	2.901.16	via
215	9.968.020.971	4.944.137.768	2.923.795	prt	315	9.968.873.888	4.946.961.195	2.901.158	via
216	9.968.020.721	4.944.169.096	2.923.745	prt	316	9.968.878.32	4.946.926.236	2.901.126	via
217	9.968.034.403	4.944.119.157	2.923.57	prt	317	9.968.879.919	4.946.961.373	2.901.327	via
218	9.968.034.405	4.944.191.559	2.923.557	prt	318	9.968.880.65	4.946.998.192	2.901.179	via
219	9.968.035.307	4.944.160.776	2.923.5	prt	319	9.968.873.173	4.947.215.963	2.900.992	via
220	9.968.049.849	4.944.185.778	2.923.131	prt	320	9.968.886.46	4.947.192.609	2.900.994	via
221	9.968.050.181	4.944.218.888	2.923.113	prt	321	9.968.858.003	4.947.458.247	2.900.623	via
222	9.968.064.011	4.944.241.005	2.922.909	prt	322	9.968.864.533	4.947.484.374	2.900.657	via
223	9.968.064.026	4.944.241.194	2.922.864	prt	323	9.968.859.112	4.947.621.514	2.900.563	via
224	9.968.066.452	4.944.21.137	2.922.76	prt	324	9.968.853.805	4.947.81.621	2.900.12	via
225	9.968.082.278	4.944.225.012	2.922.517	prt	325	9.968.847.631	4.947.782.677	2.900.208	via
226	9.968.082.139	4.944.256.719	2.922.397	prt	326	9.968.837.912	4.948.084.822	2.899.766	via
227	9.968.100.443	4.944.271.719	2.922.397	prt	327	9.968.844.533	4.948.104.401	2.899.759	via
228	9.968.108.423	4.944.244.756	2.922.404	prt	328	9.968.835.634	4.948.382.535	2.899.367	via
229	9.968.130.07	4.944.263.209	2.922.299	prt	329	9.968.829.056	4.948.355.751	2.899.355	via
230	9.968.129.837	4.944.295.272	2.922.34	prt	330	9.968.825.814	4.948.573.801	2.899.351	via
231	9.968.129.848	4.944.295.306	2.922.332	prt	331	9.968.821.916	4.948.583.022	2.899.046	via
232	9.968.149.712	4.944.312.055	2.922.438	prt	332	9.968.828.579	4.948.604.104	2.898.973	via
233	9.968.150.008	4.944.280.437	2.922.494	prt	333	9.968.820.41	4.948.860.298	2.898.699	via
234	9.968.169.132	4.944.294.848	2.922.094	prt	334	9.968.813.82	4.948.835.886	2.898.786	via
235	9.968.168.843	4.944.327.523	2.922.109	prt	335	9.968.805.066	4.949.110.156	2.898.415	via
236	9.968.202.317	4.944.323.913	2.922.637	prt	336	9.968.811.372	4.949.139.757	2.898.368	via
237	9.968.202.48	4.944.357.625	2.922.634	prt	337	9.968.809.034	4.949.184.817	2.898.438	via
238	9.968.222.252	4.944.373.906	2.922.779	prt	338	9.968.803.596	4.949.155.071	2.898.331	via
239	9.968.222.372	4.944.340.874	2.922.794	prt	339	9.968.796.958	4.949.362.521	2.898	via
240	9.968.233.552	4.944.350.084	2.922.752	prt	340	9.968.803.084	4.949.400.551	2.897.971	via
241	9.968.234.622	4.944.366.344	2.922.751	prt	341	9.968.803.134	4.949.400.517	2.897.968	via
242	9.968.232.794	4.944.381.768	2.922.776	prt	342	9.968.795.701	4.949.608.466	2.897.68	via
243	9.968.249.205	4.944.395.177	2.922.697	prt	343	9.968.789.487	4.949.581.148	2.897.746	via
244	9.968.248.259	4.944.378.371	2.922.707	prt	344	9.968.781.89	4.949.758.693	2.897.49	via
245	9.968.250.048	4.944.363.113	2.922.769	prt	345	9.968.787.792	4.949.797.883	2.897.417	via
246	9.968.285.298	4.944.391.945	2.922.067	prt	346	9.968.777.64	4.950.011.802	2.897.056	via
247	9.968.283.724	4.944.388.67	2.922.132	prt	347	9.968.777.631	4.950.011.88	2.897.065	via
248	9.968.286.883	4.944.408.651	2.922.069	prt	348	9.968.770.654	4.949.982.011	2.897.131	via
249	9.968.284.96	4.944.424.911	2.922.108	prt	349	9.968.769.671	4.950.110.676	2.897.154	via
250	9.968.301.062	4.944.425.188	2.921.769	prt	350	9.968.757.331	4.950.208.547	2.896.682	via
251	9.968.317.819	4.944.453.988	2.921.411	prt	351	9.968.741.517	4.950.433.737	2.896.141	via
252	9.968.316.076	4.944.436.904	2.921.473	prt	352	9.968.726.643	4.950.624.902	2.895.541	via
253	9.968.318.381	4.944.418.917	2.921.412	prt	353	9.968.720.269	4.950.696.112	2.895.317	via
254	9.968.343.056	4.944.441.424	2.920.958	prt	354	9.968.715.452	4.950.746.752	2.895.18	via
255	9.968.342.619	4.944.476.361	2.920.979	prt	355	9.968.725.684	4.950.759.759	2.895.461	via
256	9.968.371.172	4.944.497.831	2.920.523	prt	356	9.968.729.583	4.950.862.241	2.894.776	via
257	9.968.371.878	4.944.462.906	2.920.511	prt	357	9.968.745.47	4.950.991.952	2.894.555	via
258	9.968.400.476	4.944.482.561	2.919.988	prt	358	9.968.750.02	4.951.029.806	2.894.507	via
259	9.968.399.793	4.944.517.476	2.920.015	prt	359	9.968.750.314	4.951.020.563	2.894.562	via
260	9.968.444.367	4.944.551.263	2.919.024	prt	360	9.968.748.946	4.950.079.347	2.895.277	via
261	9.968.446.269	4.944.534.313	2.918.992	prt	361	9.968.750.321	4.950.636.339	2.895.723	via
262	9.968.444.467	4.944.515.681	2.919.006	prt	362	9.968.755.744	4.950.450.408	2.896.18	via
263	9.968.444.448	4.944.515.424	2.919.017	prt	363	9.968.764.318	4.950.267.517	2.896.536	via
264	9.968.461.958	4.944.532.107	2.918.607	prt	364	9.968.757.49	4.946.818.507	2.901.367	via
265	9.968.471.891	4.944.535.425	2.918.455	prt	365	9.968.902.377	4.946.595.936	2.901.254	via
266	9.968.469.825	4.944.552.053	2.918.549	prt	366	9.968.911.187	4.946.336.657	2.900.964	via
267	9.968.471.394	4.944.570.239	2.918.511	prt	367	9.968.921.506	4.946.082.489	2.900.588	via
268	9.968.498.09	4.944.591.521	2.917.998	prt	368	9.968.933.004	4.945.509.962	2.901.175	via
269	9.968.498.572	4.944.556.083	2.918.003	prt	369	9.968.939.46	4.945.446.348	2.900.576	via
270	9.968.532.863	4.944.583.31	2.917.366	prt	370	9.968.933.743	4.944.540.513	2.900.676	via
271	9.968.532.794	4.944.618.871	2.917.377	prt	371	9.968.944.248	4.945.163.982	2.901.068	via
272	9.968.561.029	4.944.642.737	2.916.631	prt	372	9.968.950.761	4.945.186.924	2.901.011	via
273	9.968.561.476	4.944.607.232	2.916.627	prt	373	9.968.961.993	4.944.928.602	2.902.11	via
274	9.968.592.605	4.944.632.545	2.915.781	prt	374	9.968.961.774	4.944.927.799	2.902.262	gps
275	9.968.592.571	4.944.667.949	2.915.788	prt	375	9.968.955.563	4.944.901.852	2.902.129	via
276	9.968.639.31	4.944.703.173	2.914.294	prt	376	9.968.967.301	4.944.632.861	2.903.413	via
277	9.968.634.223	4.944.701.392	2.914.474	prt	377	9.968.974.175	4.944.654.166	2.903.303	via
278	9.968.636.146	4.944.686.335	2.914.368	prt	378	9.968.993.108	4.944.221.039	2.905.847	via
279	9.968.634.555	4.944.666.232	2.914.447	prt	379	9.968.986.404	4.944.192.729	2.905.887	via
280	9.968.652.098	4.944.718.219	2.914.012	prt	380	9.968.993.637	4.944.027.735	2.906.733	via
281	9.968.652.18	4.944.719.076	2.913.985	prt	381	9.969.000.347	4.943.914.105	2.907.347	via
282	9.968.653.267	4.944.721.059	2.913.917	prt	382	9.969.005.756	4.943.937.615	2.907.312	via
283	9.968.653.493	4.944.721.019	2.914.167	prt	383	9.969.025.019	4.943.914.254	2.909.708	via
284	9.968.650.466	4.944.669.805	2.913.974	prt	384	9.969.024.336	4.943.908.954	2.909.872	via
285	9.968.652.733	4.944.683.104	2.913.92	prt	385	9.969.017.632	4.943.480.945	2.909.826	via
286	9.968.672.659	4.944.710.344	2.912.847	prt	386	9.969.016.885	4.943.477.926	2.909.697	via
287	9.968.679.796	4.944.722.194	2.912.616	prt	387	9.969.026.222	4.943.263.329	2.910.842	via
288	9.968.706.277	4.944.773.723	2.911.323	prt	388	9.969.035.432	4.943.053.085	2.911.752	via
289	9.968.705.705	4.944.809.495	2.911.282	prt	389	9.969.044.758	4.942.84.39	2.912.309	via
290	9.968.729.307	4.944.832.915	2.910.14	prt	390	9.969.053.858	4.942.633.924	2.913.456	via
291	9.968.729.303	4.944.868.898	2.910.119	prt	391	9.969.062.025	4.942.244.555	2.914.74	via
292	9.968.771.418	4.945.006.827	2.908.023	prt	392	9.969.079.137	4.941.83.29	2.916.457	via
293	9.968.772.711	4.944.974.853	2.907.97	prt	393	9.969.093.903	4.941.452.417	2.917.988	via
294	9.968.771.708								

401	9969099.73	4.942.042.952	2.915.934	via	501	9.968.774.569	4.951.419.344	2.893.314	via
402	9.969.087.285	4.942.286.963	2.915.092	via	502	9.968.767.938	4.951.300.624	2.893.63	via
403	9.968.971.532	4.944.937.712	2.902.209	via	503	9.968.762.611	4.951.162.349	2.894.05	via
404	9.968.982.724	4.944.642.895	2.903.725	via	504	9.968.759.059	4.951.014.618	2.894.513	via
405	9968996.27	4.944.370.652	2.905.054	via	505	9.968.757.696	4.950.805.199	2.895.223	via
406	9.969.010.178	4.944.053.516	2.906.863	via	506	9.968.758.597	4.950.685.444	2.895.611	via
407	9.969.024.163	4.943.732.739	2.908.651	via	507	9.968.763.255	4.950.503.466	2.896.161	via
408	9.969.037.599	4.943.425.649	2.910.326	via	508	9.968.773.914	4.950.274.713	2.896.671	via
409	9.969.051.851	4.943.100.539	2.911.709	via	509	9.968.785.808	4.950.046.762	2.897.136	via
410	9.969.063.786	4.942.828.709	2.912.778	via	510	9.968.788.221	4.950.024.188	2.897.381	via
411	9.969.050.043	4.942.251.475	2.913.69	via	511	9.968.792.668	4.950.022.094	2.897.725	via
412	9.969.045.136	4.942.694.946	2.913.096	via	512	9.968.804.308	4.950.035.246	2.898.367	via
413	9.969.043.925	4.942.689.333	2.913.066	via	513	9.968.806.845	4.949.930.314	2.898.219	via
414	9.969.043.939	4.942.688.832	2.913.071	via	514	9.968.806.384	4.949.982.914	2.898.364	via
415	9.969.037.778	4.942.856.966	2.912.438	via	515	9968789.91	4.949.994.506	2.897.418	via
416	9.969.027.116	4.943.079.894	2.911.502	via	516	9.968.797.272	4.949.911.93	2.897.741	via
417	9.969.016.534	4.943.318.904	2.910.4	via	517	9968794.72	4.949.907.027	2.897.559	via
418	9.969.015.332	4.943.312.178	2.910.393	via	518	9.968.794.205	4.949.871.233	2.897.464	via
419	9.969.005.031	4.943.546.143	2.909.146	via	519	9.968.801.554	4.949.699.936	2.897.7	via
420	9.968.995.105	4.943.773.626	2.907.846	via	520	9968807.43	4.949.549.665	2.897.88	via
421	9.968.983.331	4.944.043.385	2.906.41	via	521	9.968.812.564	4.949.393.848	2.898.112	via
422	9.968.972.395	4.944.433.416	2.904.835	via	522	9.968.817.822	4.949.231.516	2.898.366	via
423	9.968.960.577	4.944.561.153	2.903.73	via	523	9.968.823.054	4.949.066.467	2.898.62	via
424	9.968.950.165	4.944.803.782	2.902.291	via	524	9.968.829.384	4.948.869.566	2.898.875	via
425	9.968.939.827	4.945.038.727	2.901.317	via	525	9.968.836.109	4.948.660.158	2.899.09	via
426	9.968.928.737	4.945.292.427	2.900.689	via	526	9.968.838.664	4.948.634.966	2.899.104	via
427	9.968.894.016	4.946.087.894	2.899.707	via	527	9.968.841.977	4.948.621.457	2.899.18	via
428	9.968.886.491	4.946.628.122	2.900.008	via	528	9.968.851.526	4.948.663.131	2.899.161	via
429	9.968.879.984	4.946.647.027	2.900.078	via	529	9.968.853.031	4.948.621.457	2.899.186	via
430	9.968.873.737	4.946.666.536	2.900.152	via	530	9.968.879.853	4.946.961.332	2.901.347	pc
431	9.968.867.885	4.946.850.295	2.900.068	via	531	9.968.865.765	4.945.316.966	2.903.124	via
432	9.968.861.206	4.947.058.423	2.899.99	via	532	9.968.895.902	4.945.455.374	2.901.167	via
433	9.968.854.898	4.947.255.557	2.899.823	via	533	9.968.912.323	4.945.537.932	2.900.759	via
434	9.968.848.503	4.947.455.399	2.899.56	via	534	9.968.915.583	4.945.552.098	2.900.691	via
435	9.968.841.004	4.947.690.076	2.899.235	via	535	9.968.916.967	4.945.555.124	2.900.631	via
436	9.968.834.756	4.947.884.861	2.898.962	via	536	9.968.918.045	4.945.539.079	2.900.62	via
437	9968834.77	4.947.884.772	2.900.052	via	537	9.968.921.109	4.945.465.742	2.900.635	via
438	9.968.825.988	4.948.159.743	2.899.683	via	538	9.968.933.025	4.945.509.677	2.901.16	pc
439	9.968.819.909	4.948.350.296	2.899.41	via	539	9.968.934.078	4.945.569.337	2.900.519	pc
440	9.968.813.543	4.948.549.803	2.899.223	via	540	9.968.931.419	4.945.611.401	2.900.535	pc
441	9.968.806.382	4.948.771.862	2.898.956	via	541	9.968.928.701	4.945.616.335	2.900.519	pc
442	9.968.799.968	4.948.971.804	2.898.592	via	542	9.968.926.674	4.945.599.496	2.900.525	pc
443	9.968.795.845	4.949.103.142	2.898.376	via	543	9.968.926.305	4.945.573.892	2.900.579	pc
444	9.968.788.869	4.949.319.544	2.898.118	via	544	9968927.12	4.945.554.458	2.900.624	pc
445	9.968.781.471	4.949.531.457	2.897.769	via	545	9.968.942.206	4.945.621.658	2.900.346	pc
446	9.968.774.585	4.949.698.678	2.897.508	via	546	9.968.940.589	4.945.660.737	2.900.343	pc
447	9.968.771.047	4.949.721.621	2.897.635	via	547	9.968.940.609	4.945.670.271	2.900.367	pc
448	9.968.766.881	4.949.731.533	2.897.845	via	548	9.968.942.001	4.945.679.993	2.900.303	pc
449	9.968.760.109	4.949.708.323	2.898.443	via	549	9.968.945.563	4.945.697.144	2.900.197	pc
450	9.968.753.791	4.949.789.278	2.898.414	via	550	9.968.936.944	4.945.738.006	2.900.419	pc
451	9.968.756.886	4.949.745.744	2.898.565	via	551	9968938.05	4.945.827.435	2.900.252	via
452	9.968.766.087	4.949.821.229	2.897.595	via	552	9968935.41	4.945.581.671	2.900.365	via
453	9.968.764.563	4.949.814.982	2.897.625	via	553	9.968.933.591	4.945.820.419	2.900.365	via
454	9968764.62	4.949.815.405	2.897.58	via	554	9.968.932.281	4.945.835.643	2.900.328	via
455	9.968.758.478	4.949.872.125	2.897.54	via	555	9.968.930.174	4.945.883.799	2.900.411	via
456	9.968.758.151	4.950.011.103	2.896.987	via	556	9.968.921.657	4.945.822.458	2.900.426	via
457	9.968.751.842	4.950.127.462	2.896.7	via	557	9.968.921.408	4.945.777.921	2.900.389	pc
458	9.968.740.112	4.950.299.461	2.896.295	via	558	9.968.920.092	4.945.785.817	2.900.372	via
459	9.968.729.726	4.950.440.588	2.895.916	via	559	9.968.917.955	4.945.786.218	2.900.449	via
460	9.968.723.509	4.950.483.733	2.895.764	via	560	9.968.916.612	4.945.579.809	2.900.471	via
461	9.968.716.267	4.950.048.664	2.895.838	via	561	9.968.914.626	4.945.584.109	2.900.424	via
462	9968711.34	4.950.466.583	2.895.886	via	562	9.968.906.698	4.945.795.407	2.900.53	via
463	9.968.696.491	4.950.387.411	2.896.046	via	563	9.968.905.113	4.945.830.198	2.900.557	via
464	9.968.693.471	4.950.449.867	2.896.014	via	564	9.968.908.253	4.945.759.056	2.900.556	via
465	9.968.708.022	4.950.527.056	2.895.888	via	565	9968908.16	4.945.740.034	2.900.608	via
466	9.968.717.984	4.950.558.417	2.895.603	via	566	9.968.907.539	4.945.719.831	2.900.649	via
467	9.968.720.357	4.950.558.595	2.895.521	via	567	9.968.906.024	4.945.705.855	2.900.739	via
468	9.968.708.583	4.950.687.628	2.895.067	via	568	9.968.900.141	4.945.677.812	2.900.918	via
469	9.968.701.202	4.950.063.161	2.895.14	via	569	9.968.901.973	4.945.607.416	2.900.929	via
470	9.968.693.873	4.950.572.952	2.895.278	via	570	9.968.909.339	4.945.641.283	2.900.761	via
471	9968688.8	4.950.629.706	2.895.165	via	571	9.968.910.662	4.945.647.642	2.900.695	via
472	9.968.701.921	4.950.740.752	2.894.881	via	572	9.968.912.115	4.945.641.683	2.900.73	via
473	9.968.702.579	4.950.747.657	2.894.87	via	573	9.968.912.472	4.945.630.936	2.900.702	via
474	9.968.701.473	4.950.757.669	2.894.877	via	574	9.968.911.678	4.945.615.801	2.900.739	via
475	9.968.692.452	4.950.836.173	2.894.468	via	575	9.968.909.378	4.945.605.143	2.900.736	via
476	9.968.685.701	4.950.889.954	2.894.279	via	576	9968901.67	4.945.567.913	2.900.963	via
477	9.968.680.105	4.950.908.274	2.894.147	via	577	9.968.844.232	4.945.195.274	2.903.176	pc
478	9.968.671.774	4.950.902.093	2.893.917	via	578	9968639.34	4.944.703.487	2.914.253	pc
479	9.968.669.805	4.950.957.455	2.893.96	via					
480	9.968.674.279	4.950.969.906	2.893.919	via					
481	9968670.85	4.950.995.799	2.893.885	via					
482	9.968.682.219	4.951.097.602	2.893.711	via					
483	9968692.32	4.951.033.705	2.894.188	via					
484	9.968.703.219	4.951.001.578	2.894.347	via					
485	9.968.703.273	4.951.001.111	2.894.332	via					
486	9.968.724.522	4.951.016.969	2.894.304	via					
487	9968738.79	4.951.104.193	2.894.085	via					
488	9.968.747.344	4.951.218.747	2.893.812	via					
489	9.968.751.394	4.951.363.849	2.893.552	via					
490	9.968.750.206	4.951.501.613	2.893.203	via					
491	9.968.743.925	4.951.163.627	2.892.635	via					
492	9.968.755.717	4.951.716.478	2.892.584	via					
493	9.968.755.671	4.951.699.249	2.892.804	via					
494	9.968.760.209	4.951.617.214	2.893.138	via					
495	9.968.763.846	4.951.503.183	2.893.37	via					
496	9.968.765.086	4.951.444.546	2.893.448	via					
497	9.968.776.865	4.951.599.405	2.893.092	via					
498	9.968.785.258	4.951.686.641	2.892.909	via					
499	9.968.791.912	4.951.626.468	2.892.871	via					
500	9.968.783.304	4.951.536.437	2.893.07	via					

Anexo 2. Resultados de conteo vehicular en la intersección (martes)

Estación E1 (Av. Rumichaca Ñan) S-N															
INTERSECCIÓN:	Av. Morán Valverde y Av. Rumichaca Ñan.														
FECHA:	martes, 16 de noviembre de 2022					INICIO:	07H00		FIN:	19H00					
Periodo cada 15 min	←					↑					→				
	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici
07:00-07:15	5	0	0	2	0	174	3	4	25	10	60	2	4	9	0
07:15-07:30	6	0	0	0	1	198	2	5	18	8	50	2	4	1	0
07:30-07:45	2	0	0	3	0	144	2	1	14	5	56	3	2	4	0
07:45-08:00	0	0	0	2	0	137	2	5	21	2	42	2	0	8	0
08:00-08:15	1	0	0	3	0	202	2	4	18	1	24	2	5	1	0
08:15-08:30	5	0	1	1	0	144	1	4	10	3	32	2	5	0	0
08:30-08:45	7	0	0	1	0	122	1	4	17	2	20	2	3	3	0
08:45-09:00	1	0	0	1	0	107	0	4	7	5	36	2	2	5	0
09:00-09:15	4	0	1	3	0	98	1	0	14	8	44	2	0	1	0
09:15-09:30	0	0	0	2	0	130	1	1	12	3	50	3	2	4	0
09:30-09:45	1	0	0	2	0	126	0	5	18	2	58	6	2	7	0
09:45-10:00	0	0	0	1	0	86	1	0	8	6	22	2	0	9	0
10:00-10:15	0	0	0	3	0	90	2	7	13	8	43	1	2	4	0
10:15-10:30	2	0	0	1	0	118	2	2	17	4	58	1	1	10	0
10:30-10:45	2	0	0	2	0	91	1	2	11	3	52	1	0	10	0
10:45-11:00	0	0	0	3	0	133	2	1	10	4	47	3	4	1	0
11:00-11:15	0	0	0	3	0	140	1	6	12	5	36	2	2	8	0
11:15-11:30	1	0	0	0	0	104	0	7	8	8	52	1	2	1	0
11:30-11:45	0	0	0	1	0	78	1	3	3	4	32	0	1	9	0
11:45-12:00	0	0	0	3	0	101	1	2	7	6	41	2	1	7	0
12:00-12:15	2	1	0	3	0	107	1	5	13	5	43	2	1	2	0
12:15-12:30	5	0	0	2	0	126	2	0	12	8	50	3	0	6	0
12:30-12:45	6	0	0	2	0	142	2	6	10	3	38	2	0	0	1
12:45-13:00	5	0	0	2	0	126	1	1	11	8	50	1	1	10	0
13:00-13:15	5	0	0	0	0	126	1	1	9	8	50	1	2	5	0
13:15-13:30	0	0	0	1	0	118	2	5	7	8	56	2	0	9	0
13:30-13:45	6	0	1	3	0	80	1	5	1	6	21	2	1	7	0
13:45-14:00	6	0	0	0	0	142	1	6	12	3	38	2	0	4	1
14:00-14:15	3	1	0	2	0	107	1	2	13	5	43	3	1	5	0
14:15-14:30	1	0	0	0	0	72	2	2	7	0	36	2	0	0	0
14:30-14:45	0	0	0	1	0	65	1	2	6	4	25	2	0	8	0
14:45-15:00	2	0	0	0	0	94	1	1	8	6	29	1	1	6	0
15:00-15:15	1	0	1	1	0	87	1	5	8	3	33	2	5	0	0
15:15-15:30	6	0	1	3	0	90	1	5	1	5	28	2	2	2	0
15:30-15:45	2	0	0	0	0	75	1	0	6	3	58	5	1	5	0
15:45-16:00	0	0	0	2	0	101	1	2	5	7	65	2	1	6	0
16:00-16:15	4	0	0	2	0	108	1	0	12	7	79	2	1	2	0
16:15-16:30	0	0	0	0	0	110	2	5	5	6	50	2	0	9	0
16:30-16:45	0	0	0	0	0	87	1	1	7	8	54	2	0	4	0
16:45-17:00	4	0	0	3	0	106	1	4	12	3	39	2	2	9	1
17:00-17:15	1	0	0	0	0	96	2	3	8	8	57	2	0	8	0
17:15-17:30	6	0	1	1	0	108	1	3	1	6	21	2	2	3	0
17:30-17:45	2	0	0	1	0	108	1	2	4	5	30	0	1	8	0
17:45-18:00	2	0	0	0	0	84	1	0	13	5	43	3	1	4	0
18:00-18:15	1	0	0	2	0	76	1	0	8	3	22	1	0	5	0
18:15-18:30	1	0	0	0	0	71	1	2	5	0	36	1	0	2	0
18:30-18:45	1	0	0	2	0	68	1	0	2	3	18	1	0	4	0
18:45-19:00	4	0	0	2	0	76	1	0	1	3	18	1	0	7	0

Estación E2 (Av. Morán Valverde) O-E															
INTERSECCIÓN: Av. Morán Valverde y Av. Rumichaca Ñan.															
FECHA: martes, 16 de noviembre de 2022 INICIO: 07H00 FIN: 19H00															
Periodo cada 15 min	←					↑					→				
	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici
07:00-07:15	27	6	5	1	2	184	18	3	9	2	24	4	3	8	3
07:15-07:30	23	3	6	0	0	134	22	3	1	2	32	3	4	6	1
07:30-07:45	26	5	3	0	0	144	20	1	5	2	43	3	3	7	0
07:45-08:00	26	3	3	2	0	127	20	4	4	1	16	4	4	2	0
08:00-08:15	22	4	4	0	0	122	18	3	7	2	20	3	3	4	0
08:15-08:30	23	6	6	2	0	144	22	3	10	0	29	3	3	8	4
08:30-08:45	22	5	5	5	0	113	21	5	8	1	30	4	3	2	0
08:45-09:00	26	6	3	0	0	91	18	4	10	2	32	3	4	6	5
09:00-09:15	22	5	3	0	0	118	22	1	4	0	47	2	4	3	0
09:15-09:30	23	4	5	2	0	96	19	2	3	1	56	2	2	4	0
09:30-09:45	26	4	6	0	0	116	19	2	8	2	40	3	2	4	0
09:45-10:00	24	3	5	5	2	115	22	3	4	2	48	4	4	8	1
10:00-10:15	25	6	6	1	2	120	19	2	8	0	64	4	2	3	0
10:15-10:30	22	3	6	4	0	96	18	4	7	1	54	2	2	0	0
10:30-10:45	20	5	5	3	0	95	20	2	9	1	43	2	3	3	2
10:45-11:00	25	4	5	0	0	89	19	4	6	2	38	2	3	5	0
11:00-11:15	20	4	3	0	2	78	21	4	9	1	42	2	4	6	1
11:15-11:30	25	3	3	1	0	78	19	2	8	1	42	4	3	5	0
11:30-11:45	20	6	6	3	0	77	22	3	12	0	47	2	2	9	1
11:45-12:00	23	6	3	5	0	107	21	1	9	0	47	2	2	11	0
12:00-12:15	20	3	3	0	2	74	20	6	8	1	36	4	2	3	0
12:15-12:30	24	6	3	4	0	90	18	6	3	0	34	3	3	6	0
12:30-12:45	25	6	1	2	0	76	18	3	3	1	35	4	2	6	0
12:45-13:00	23	6	6	2	0	106	22	5	12	1	49	4	3	2	0
13:00-13:15	23	4	4	0	0	142	18	5	2	0	38	4	3	2	1
13:15-13:30	26	4	0	3	0	126	22	1	12	0	50	3	3	2	0
13:30-13:45	26	6	4	2	0	74	22	4	4	0	29	3	2	0	0
13:45-14:00	24	6	1	0	0	96	18	4	4	2	35	3	4	3	0
14:00-14:15	22	6	2	2	0	80	22	4	5	2	31	4	3	1	1
14:15-14:30	24	3	5	0	0	97	19	1	8	2	58	4	3	2	1
14:30-14:45	26	4	1	0	0	102	19	2	3	2	65	3	2	1	0
14:45-15:00	24	6	6	0	0	109	20	0	9	0	49	3	3	2	1
15:00-15:15	25	4	4	0	2	108	18	4	4	1	56	2	2	2	0
15:15-15:30	24	6	5	3	1	103	19	3	8	2	23	3	2	0	0
15:30-15:45	24	3	4	0	0	122	20	5	4	1	38	2	2	1	1
15:45-16:00	18	3	0	0	0	118	19	4	8	2	56	4	2	2	0
16:00-16:15	24	5	6	2	2	80	19	4	3	0	31	2	3	3	0
16:15-16:30	25	5	1	1	0	78	22	2	11	1	30	4	4	1	2
16:30-16:45	24	3	4	0	0	107	22	3	8	1	43	4	2	2	0
16:45-17:00	17	6	6	0	0	108	18	5	1	2	48	4	3	2	0
17:00-17:15	24	3	2	2	2	115	20	2	8	0	43	3	2	2	0
17:15-17:30	24	2	0	1	3	112	19	3	8	2	59	4	3	2	1
17:30-17:45	20	3	0	1	0	140	20	1	9	2	44	2	3	3	2
17:45-18:00	21	3	0	0	0	96	18	4	9	0	35	2	4	3	0
18:00-18:15	15	2	0	2	0	68	22	0	6	1	17	3	0	0	0
18:15-18:30	12	3	0	3	0	62	21	0	5	2	18	2	0	0	0
18:30-18:45	10	2	1	3	0	55	18	3	1	2	36	4	0	1	0
18:45-19:00	10	2	0	3	0	50	21	0	2	2	12	2	0	0	0

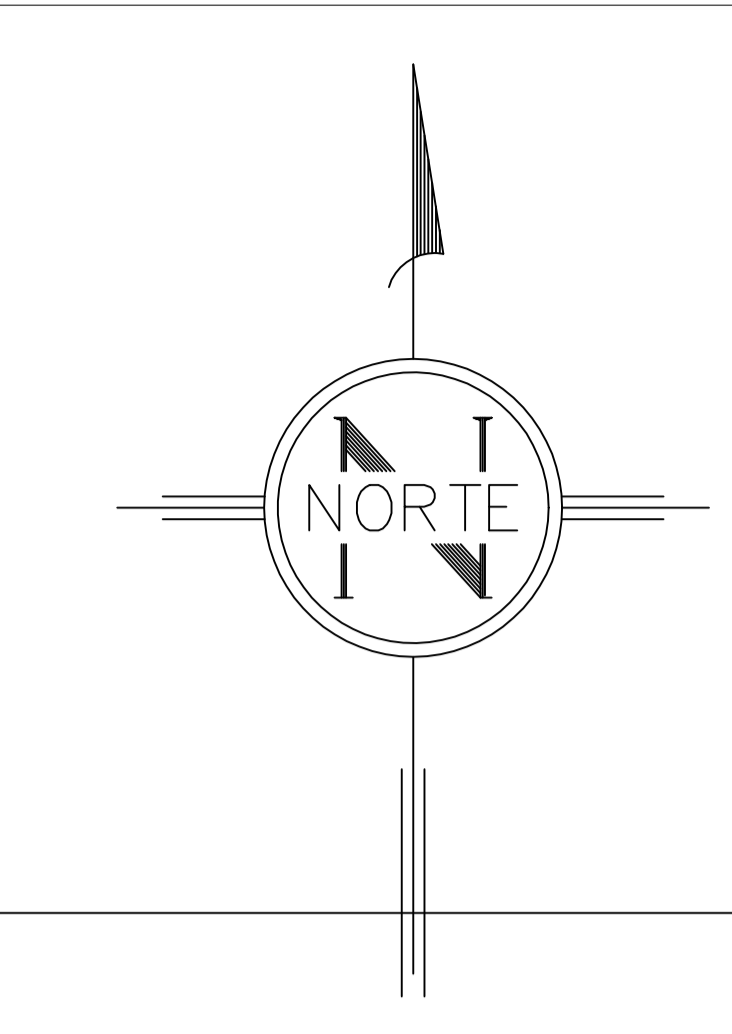
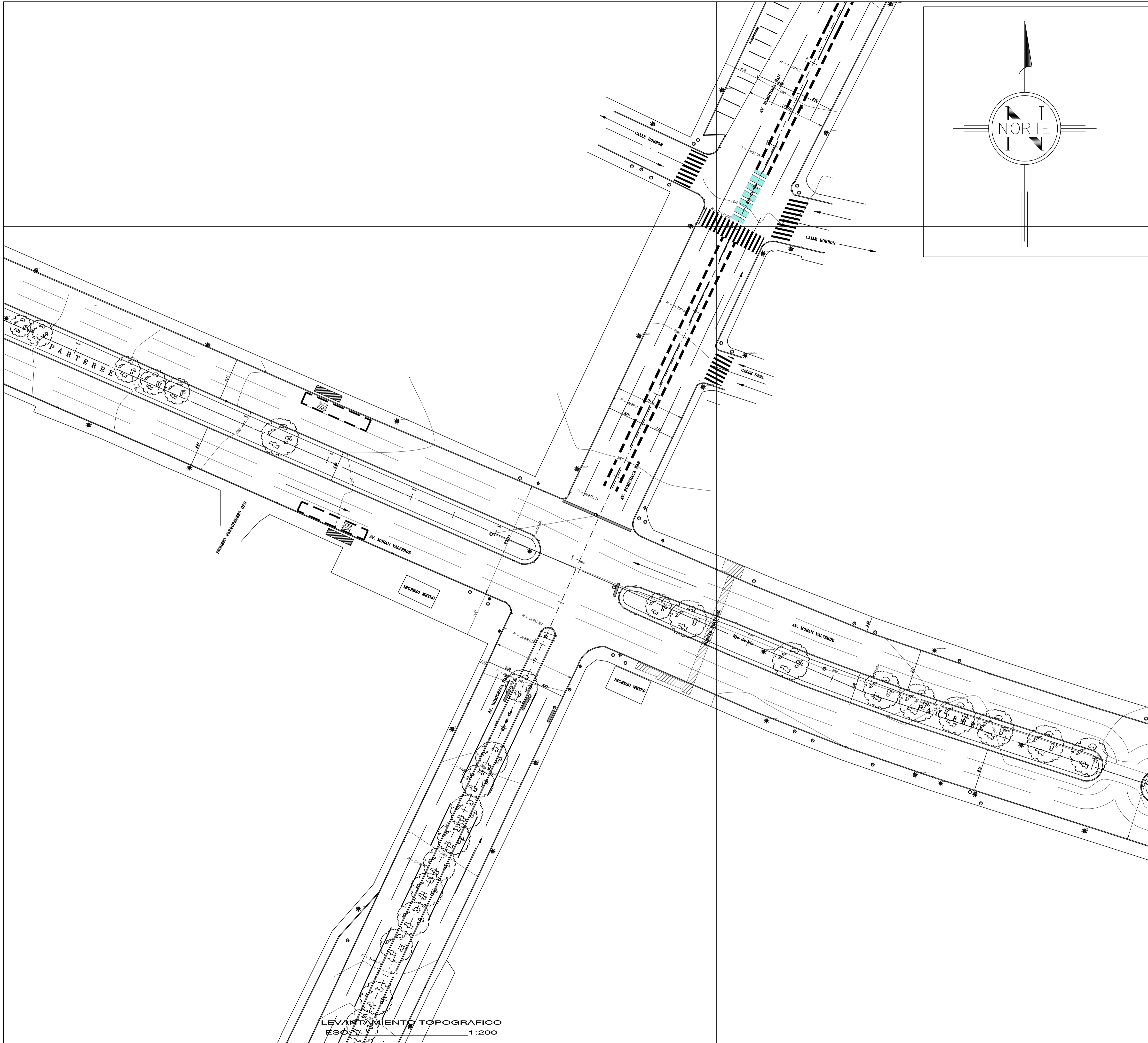
Estación E1 (Av. Morán Valverde) O-E															
INTERSECCIÓN:	Av. Morán Valverde y Av. Rumichaca Ñan.														
FECHA:	martes, 16 de noviembre de 2022							INICIO: 07H00 FIN: 19H00							
Periodo cada 15 min	←					↑					→				
	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici
07:00-07:15	27	6	5	1	2	184	18	3	9	2	24	4	3	8	3
07:15-07:30	23	3	6	0	0	134	22	3	1	2	32	3	4	6	1
07:30-07:45	26	5	3	0	0	144	20	1	5	2	43	3	3	7	0
07:45-08:00	26	3	3	2	0	127	20	4	4	1	16	4	4	2	0
08:00-08:15	22	4	4	0	0	122	18	3	7	2	20	3	3	4	0
08:15-08:30	23	6	6	2	0	144	22	3	10	0	29	3	3	8	4
08:30-08:45	22	5	5	5	0	113	21	5	8	1	30	4	3	2	0
08:45-09:00	26	6	3	0	0	91	18	4	10	2	32	3	4	6	5
09:00-09:15	22	5	3	0	0	118	22	1	4	0	47	2	4	3	0
09:15-09:30	23	4	5	2	0	96	19	2	3	1	56	2	2	4	0
09:30-09:45	26	4	6	0	0	116	19	2	8	2	40	3	2	4	0
09:45-10:00	24	3	5	5	2	115	22	3	4	2	48	4	4	8	1
10:00-10:15	25	6	6	1	2	120	19	2	8	0	64	4	2	3	0
10:15-10:30	22	3	6	4	0	96	18	4	7	1	54	2	2	0	0
10:30-10:45	20	5	5	3	0	95	20	2	9	1	43	2	3	3	2
10:45-11:00	25	4	5	0	0	89	19	4	6	2	38	2	3	5	0
11:00-11:15	20	4	3	0	2	78	21	4	9	1	42	2	4	6	1
11:15-11:30	25	3	3	1	0	78	19	2	8	1	42	4	3	5	0
11:30-11:45	20	6	6	3	0	77	22	3	12	0	47	2	2	9	1
11:45-12:00	23	6	3	5	0	107	21	1	9	0	47	2	2	11	0
12:00-12:15	20	3	3	0	2	74	20	6	8	1	36	4	2	3	0
12:15-12:30	24	6	3	4	0	90	18	6	3	0	34	3	3	6	0
12:30-12:45	25	6	1	2	0	76	18	3	3	1	35	4	2	6	0
12:45-13:00	23	6	6	2	0	106	22	5	12	1	49	4	3	2	0
13:00-13:15	23	4	4	0	0	142	18	5	2	0	38	4	3	2	1
13:15-13:30	26	4	0	3	0	126	22	1	12	0	50	3	3	2	0
13:30-13:45	26	6	4	2	0	74	22	4	4	0	29	3	2	0	0
13:45-14:00	24	6	1	0	0	96	18	4	4	2	35	3	4	3	0
14:00-14:15	22	6	2	2	0	80	22	4	5	2	31	4	3	1	1
14:15-14:30	24	3	5	0	0	97	19	1	8	2	58	4	3	2	1
14:30-14:45	26	4	1	0	0	102	19	2	3	2	65	3	2	1	0
14:45-15:00	24	6	6	0	0	109	20	0	9	0	49	3	3	2	1
15:00-15:15	25	4	4	0	2	108	18	4	4	1	56	2	2	2	0
15:15-15:30	24	6	5	3	1	103	19	3	8	2	23	3	2	0	0
15:30-15:45	24	3	4	0	0	122	20	5	4	1	38	2	2	1	1
15:45-16:00	18	3	0	0	0	118	19	4	8	2	56	4	2	2	0
16:00-16:15	24	5	6	2	2	80	19	4	3	0	31	2	3	3	0
16:15-16:30	25	5	1	1	0	78	22	2	11	1	30	4	4	1	2
16:30-16:45	24	3	4	0	0	107	22	3	8	1	43	4	2	2	0
16:45-17:00	17	6	6	0	0	108	18	5	1	2	48	4	3	2	0
17:00-17:15	24	3	2	2	2	115	20	2	8	0	43	3	2	2	0
17:15-17:30	24	2	0	1	3	112	19	3	8	2	59	4	3	2	1
17:30-17:45	20	3	0	1	0	140	20	1	9	2	44	2	3	3	2
17:45-18:00	21	3	0	0	0	96	18	4	9	0	35	2	4	3	0
18:00-18:15	15	2	0	2	0	68	22	0	6	1	17	3	0	0	0
18:15-18:30	12	3	0	3	0	62	21	0	5	2	18	2	0	0	0
18:30-18:45	10	2	1	3	0	55	18	3	1	2	36	4	0	1	0
18:45-19:00	10	2	0	3	0	50	21	0	2	2	12	2	0	0	0

Estacion E1 (Av. Morán Valverde) O-E															
INTERSECCION:	Av. Moran Valverde y Av. Rumichaca Ñan.														
FECHA:	martes, 16 de noviembre de 2022					INICIO:	07H00		FIN:	19H00					
Periodo cada 15 min	←					↑					→				
	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici
07:00-07:15	27	6	5	1	2	184	18	3	9	2	24	4	3	8	3
07:15-07:30	23	3	6	0	0	134	22	3	1	2	32	3	4	6	1
07:30-07:45	26	5	3	0	0	144	20	1	5	2	43	3	3	7	0
07:45-08:00	26	3	3	2	0	127	20	4	4	1	16	4	4	2	0
08:00-08:15	22	4	4	0	0	122	18	3	7	2	20	3	3	4	0
08:15-08:30	23	6	6	2	0	144	22	3	10	0	29	3	3	8	4
08:30-08:45	22	5	5	5	0	113	21	5	8	1	30	4	3	2	0
08:45-09:00	26	6	3	0	0	91	18	4	10	2	32	3	4	6	5
09:00-09:15	22	5	3	0	0	118	22	1	4	0	47	2	4	3	0
09:15-09:30	23	4	5	2	0	96	19	2	3	1	56	2	2	4	0
09:30-09:45	26	4	6	0	0	116	19	2	8	2	40	3	2	4	0
09:45-10:00	24	3	5	5	2	115	22	3	4	2	48	4	4	8	1
10:00-10:15	25	6	6	1	2	120	19	2	8	0	64	4	2	3	0
10:15-10:30	22	3	6	4	0	96	18	4	7	1	54	2	2	0	0
10:30-10:45	20	5	5	3	0	95	20	2	9	1	43	2	3	3	2
10:45-11:00	25	4	5	0	0	89	19	4	6	2	38	2	3	5	0
11:00-11:15	20	4	3	0	2	78	21	4	9	1	42	2	4	6	1
11:15-11:30	25	3	3	1	0	78	19	2	8	1	42	4	3	5	0
11:30-11:45	20	6	6	3	0	77	22	3	12	0	47	2	2	9	1
11:45-12:00	23	6	3	5	0	107	21	1	9	0	47	2	2	11	0
12:00-12:15	20	3	3	0	2	74	20	6	8	1	36	4	2	3	0
12:15-12:30	24	6	3	4	0	90	18	6	3	0	34	3	3	6	0
12:30-12:45	25	6	1	2	0	76	18	3	3	1	35	4	2	6	0
12:45-13:00	23	6	6	2	0	106	22	5	12	1	49	4	3	2	0
13:00-13:15	23	4	4	0	0	142	18	5	2	0	38	4	3	2	1
13:15-13:30	26	4	0	3	0	126	22	1	12	0	50	3	3	2	0
13:30-13:45	26	6	4	2	0	74	22	4	4	0	29	3	2	0	0
13:45-14:00	24	6	1	0	0	96	18	4	4	2	35	3	4	3	0
14:00-14:15	22	6	2	2	0	80	22	4	5	2	31	4	3	1	1
14:15-14:30	24	3	5	0	0	97	19	1	8	2	58	4	3	2	1
14:30-14:45	26	4	1	0	0	102	19	2	3	2	65	3	2	1	0
14:45-15:00	24	6	6	0	0	109	20	0	9	0	49	3	3	2	1
15:00-15:15	25	4	4	0	2	108	18	4	4	1	56	2	2	2	0
15:15-15:30	24	6	5	3	1	103	19	3	8	2	23	3	2	0	0
15:30-15:45	24	3	4	0	0	122	20	5	4	1	38	2	2	1	1
15:45-16:00	18	3	0	0	0	118	19	4	8	2	56	4	2	2	0
16:00-16:15	24	5	6	2	2	80	19	4	3	0	31	2	3	3	0
16:15-16:30	25	5	1	1	0	78	22	2	11	1	30	4	4	1	2
16:30-16:45	24	3	4	0	0	107	22	3	8	1	43	4	2	2	0
16:45-17:00	17	6	6	0	0	108	18	5	1	2	48	4	3	2	0
17:00-17:15	24	3	2	2	2	115	20	2	8	0	43	3	2	2	0
17:15-17:30	24	2	0	1	3	112	19	3	8	2	59	4	3	2	1
17:30-17:45	20	3	0	1	0	140	20	1	9	2	44	2	3	3	2
17:45-18:00	21	3	0	0	0	96	18	4	9	0	35	2	4	3	0
18:00-18:15	15	2	0	2	0	68	22	0	6	1	17	3	0	0	0
18:15-18:30	12	3	0	3	0	62	21	0	5	2	18	2	0	0	0
18:30-18:45	10	2	1	3	0	55	18	3	1	2	36	4	0	1	0
18:45-19:00	10	2	0	3	0	50	21	0	2	2	12	2	0	0	0

Estación E3 (Av. Rumichaca Ñan) N-S															
INTERSECCIÓN: Av. Morán Valverde y Av. Rumichaca Ñan.															
FECHA: martes, 16 de noviembre de 2022 INICIO: 07H00 FIN: 19H00															
Periodo cada 15 min	←					↑					→				
	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici
07:00-07:15	5	0	0	3	0	150	4	1	10	8	50	2	2	2	0
07:15-07:30	1	1	0	0	0	142	4	4	15	4	58	3	2	5	0
07:30-07:45	1	1	0	0	0	155	3	5	11	4	49	2	2	7	0
07:45-08:00	1	0	0	1	2	194	4	3	15	10	22	2	4	2	0
08:00-08:15	4	0	1	0	0	144	5	3	12	5	32	2	3	6	1
08:15-08:30	7	0	4	18	0	134	5	6	19	0	36	1	11	6	0
08:30-08:45	3	0	4	0	0	103	2	8	11	0	22	2	18	6	0
08:45-09:00	2	0	0	3	0	134	4	24	12	0	14	1	12	5	0
09:00-09:15	0	0	0	0	0	133	3	8	17	0	24	1	10	10	0
09:15-09:30	5	0	0	0	0	126	6	9	22	0	12	3	4	9	0
09:30-09:45	0	0	0	0	0	122	2	7	20	0	13	1	4	12	0
09:45-10:00	2	0	2	3	0	152	2	5	16	0	12	1	1	4	0
10:00-10:15	1	0	0	0	0	113	5	6	10	0	12	1	3	11	0
10:15-10:30	0	0	0	0	0	89	2	5	11	0	19	1	1	5	0
10:30-10:45	6	0	0	0	0	110	4	4	17	0	10	2	2	4	0
10:45-11:00	0	0	0	0	0	110	2	8	11	0	11	2	0	5	0
11:00-11:15	5	0	0	0	0	99	6	3	10	0	14	1	1	6	0
11:15-11:30	2	0	2	4	0	110	5	4	16	0	17	3	0	3	0
11:30-11:45	3	0	0	0	0	136	5	3	19	0	10	1	1	4	0
11:45-12:00	4	0	2	0	0	78	5	3	12	0	2	2	1	2	0
12:00-12:15	0	0	0	0	0	78	2	4	15	0	11	2	2	4	0
12:15-12:30	0	0	0	0	0	94	6	6	10	0	19	3	3	6	0
12:30-12:45	4	0	0	0	0	109	2	1	8	7	58	3	0	2	0
12:45-13:00	0	0	0	0	0	102	6	2	4	2	65	3	1	1	0
13:00-13:15	4	0	0	0	0	109	6	0	15	4	48	1	1	2	0
13:15-13:30	6	1	0	0	0	106	5	3	11	5	43	1	1	2	0
13:30-13:45	1	0	0	0	0	72	2	3	6	0	36	1	0	1	0
13:45-14:00	5	0	0	3	0	126	3	1	10	8	50	2	2	2	0
14:00-14:15	2	0	0	2	0	94	4	4	7	5	29	1	1	0	0
14:15-14:30	1	0	1	0	0	96	3	4	7	3	35	1	4	3	0
14:30-14:45	6	0	1	2	0	79	6	4	1	6	31	3	2	3	0
14:45-15:00	2	0	0	0	0	97	4	1	8	7	58	1	0	2	0
15:00-15:15	1	0	0	0	0	102	6	2	4	2	65	2	1	1	0
15:15-15:30	4	1	0	0	0	109	3	0	15	4	79	2	1	2	0
15:30-15:45	0	0	0	0	0	117	2	4	6	8	56	3	0	2	0
15:45-16:00	4	0	0	3	1	113	2	3	6	3	23	2	1	0	0
16:00-16:15	6	0	0	0	0	142	3	5	10	3	38	1	2	1	1
16:15-16:30	6	0	0	0	0	142	6	5	10	3	38	1	2	1	1
16:30-16:45	0	1	0	0	0	118	5	4	6	8	57	1	0	2	0
16:45-17:00	6	0	1	2	0	79	2	4	1	6	31	1	2	3	0
17:00-17:15	3	1	0	1	0	78	6	2	3	5	30	1	1	1	0
17:15-17:30	2	0	0	2	0	94	4	4	7	5	29	1	1	0	0
17:30-17:45	1	0	1	0	0	97	6	4	7	3	35	3	4	3	0
17:45-18:00	6	0	1	2	0	65	4	4	1	6	31	1	2	3	0
18:00-18:15	1	0	0	0	0	107	2	0	6	3	17	2	0	0	0
18:15-18:30	4	0	0	0	0	60	6	0	8	3	18	3	0	0	0
18:30-18:45	6	1	1	2	0	82	6	4	1	6	31	1	2	3	0
18:45-19:00	2	1	0	1	0	78	5	2	3	5	30	1	1	1	0

Estación E4 (Av. Morán Valverde) E-O															
INTERSECCIÓN: Av. Morán Valverde y Av. Rumichaca Ñan.															
FECHA: martes, 16 de noviembre de 2022 INICIO: 07H00 FIN: 19H00															
Periodo cada 15 min	←					↑					→				
	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici	Liv	Bus	Cam	Mot	Bici
07:00-07:15	25	2	0	1	2	200	18	4	15	0	24	0	2	2	0
07:15-07:30	22	2	1	0	0	168	17	6	12	0	32	0	3	6	1
07:30-07:45	23	1	0	0	0	153	17	3	12	0	43	2	3	1	0
07:45-08:00	24	0	0	1	0	158	18	8	8	0	44	1	1	3	0
08:00-08:15	32	1	1	2	0	130	21	7	18	0	58	2	3	1	0
08:15-08:30	29	0	2	1	0	158	16	7	13	0	50	2	2	3	0
08:30-08:45	26	0	1	4	0	122	19	1	15	0	65	2	4	1	0
08:45-09:00	14	0	0	0	0	145	16	4	9	1	37	1	2	0	0
09:00-09:15	10	1	2	0	0	118	17	5	12	0	50	2	2	4	0
09:15-09:30	24	0	3	6	0	108	21	4	8	0	36	2	2	1	0
09:30-09:45	20	0	0	2	0	108	19	3	8	0	43	1	6	0	0
09:45-10:00	12	0	0	0	0	72	16	3	1	0	43	2	4	0	0
10:00-10:15	37	1	2	0	0	79	20	15	9	0	50	1	6	1	0
10:15-10:30	13	0	0	0	0	115	21	6	17	0	72	0	2	1	0
10:30-10:45	23	0	3	0	0	116	18	9	6	0	65	2	4	4	0
10:45-11:00	24	0	1	1	0	129	16	8	10	0	79	2	6	4	0
11:00-11:15	23	0	1	4	0	101	16	5	10	0	58	1	5	5	0
11:15-11:30	22	0	0	0	0	108	21	5	13	0	58	1	5	1	0
11:30-11:45	6	0	0	0	0	72	18	3	13	0	36	2	1	0	0
11:45-12:00	14	0	1	2	0	79	18	6	8	0	36	2	1	0	0
12:00-12:15	14	0	0	0	0	118	21	4	6	8	56	1	3	2	0
12:15-12:30	25	0	0	3	1	113	21	3	6	3	23	0	5	0	0
12:30-12:45	20	0	0	0	0	142	17	5	10	3	38	1	5	1	1
12:45-13:00	25	0	0	0	0	142	17	5	10	3	38	1	2	1	1
13:00-13:15	14	0	0	0	0	118	19	4	6	8	56	0	2	2	0
13:15-13:30	20	0	1	2	0	79	21	4	1	6	31	1	5	3	0
13:30-13:45	18	1	0	1	0	78	19	2	3	5	30	0	5	1	0
13:45-14:00	29	0	0	2	0	94	19	4	7	5	29	1	1	0	0
14:00-14:15	24	0	1	0	0	71	21	4	7	3	29	1	1	3	0
14:15-14:30	29	0	1	2	0	60	21	4	1	6	26	2	1	3	0
14:30-14:45	20	0	1	1	0	74	16	6	9	0	18	2	4	3	0
14:45-15:00	26	0	1	1	0	92	17	5	13	0	25	2	4	5	0
15:00-15:15	12	0	2	4	0	111	19	7	15	0	22	0	6	1	0
15:15-15:30	17	1	2	2	0	94	20	8	14	0	12	0	3	2	0
15:30-15:45	23	0	2	2	0	102	17	8	10	0	18	1	0	3	0
15:45-16:00	11	0	1	1	0	100	19	0	8	0	11	2	1	1	0
16:00-16:15	12	0	0	2	0	96	19	4	15	0	20	1	0	1	0
16:15-16:30	8	0	2	4	0	115	18	7	9	0	23	2	0	0	0
16:30-16:45	7	0	0	1	0	72	16	1	2	0	14	0	1	0	0
16:45-17:00	13	0	0	0	0	84	15	0	15	4	55	1	1	2	0
17:00-17:15	14	0	0	0	0	78	12	4	6	8	41	1	0	2	0
17:15-17:30	17	0	0	3	1	90	14	3	6	3	19	0	1	0	0
17:30-17:45	16	1	0	0	0	60	12	0	7	3	18	1	0	0	0
17:45-18:00	16	0	0	0	0	65	15	3	6	0	31	2	1	1	0
18:00-18:15	9	1	0	0	0	66	12	0	6	3	14	1	2	0	0
18:15-18:30	12	1	0	0	0	60	13	0	8	3	14	0	0	0	0
18:30-18:45	11	0	1	2	0	61	13	4	1	6	22	2	1	3	0
18:45-19:00	14	1	0	1	0	64	14	2	3	5	20	0	0	1	0

Anexo 3. Levantamiento topográfico.



UBICACIÓN S/E

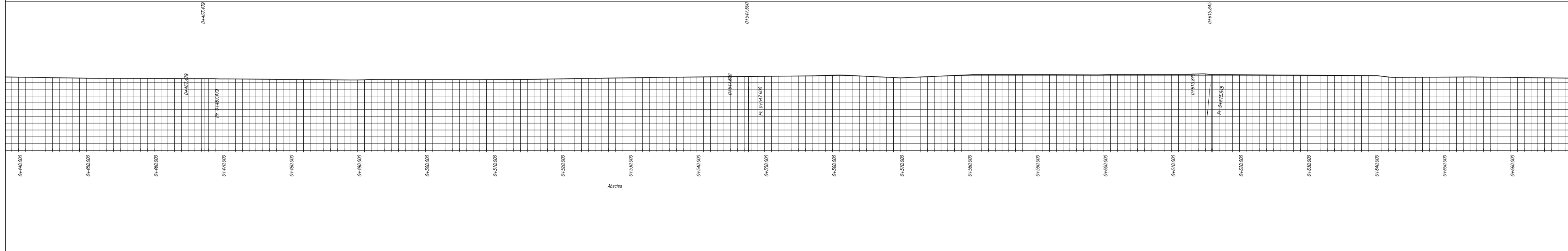
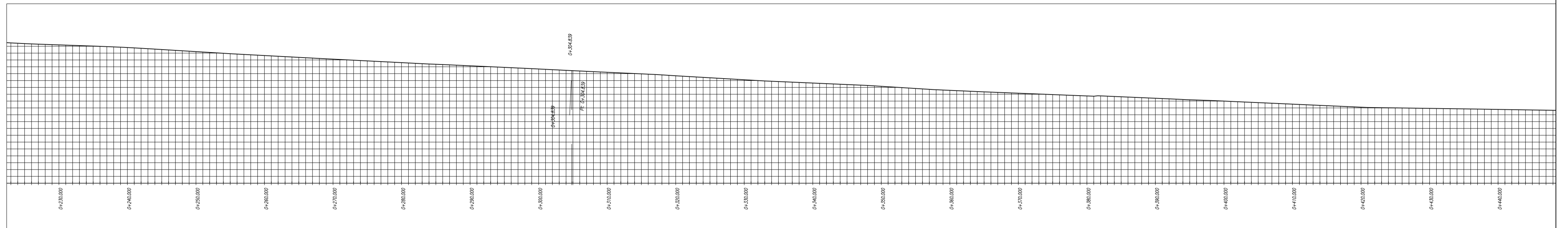
SIMBOLOGÍA	
	CURVA DE NIVEL CADA 5 m
	CURVA DE NIVEL CADA 1 m
	BORDE VIA
	BORDILLO
	VEREDA
	POZO ELECTRICO
	POZO ALCANTARILLA
	POZO TELEFONICO
	CAJA CABLEADO ENERGIA ELECTRICA
	SOS
	CAJA TELECONET
	Llave de AGUA
	POSTE DE LUZ
	POSTE ALUMBRADO PUBLICO
	SEMAFORO
	SUMIDERO DE ALCANTARILLADO
	CAJA ALCANTARILLADO
	GPS
	TITULO



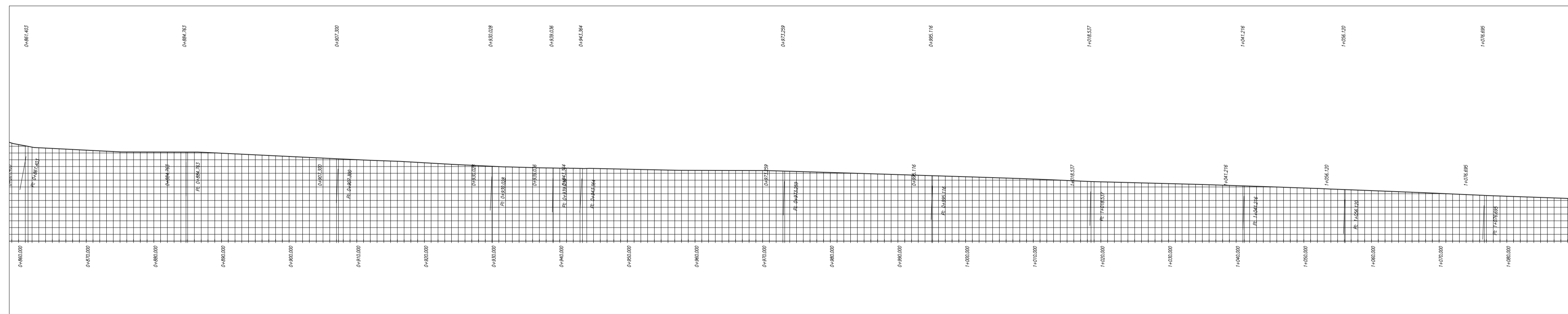
REVISIÓN	DIBUJANTE
ING. HUGO CARRION	SANTIAGO JOSUE CHIRIBOGA ALMENDARIZ C: 1724039324

CONTIENE:
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO GEOREFERENCIADO DE LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS MORAN VALVERDE Y AVENIDA RUMICHACA ÑAN - SIMBOLOGIA - UBICACIÓN

SE RESERVA LA PROPIEDAD DE ESTE DOCUMENTO CON PROHIBICIÓN DE REPRODUCIRLO, MODIFICARLO O TRANSFERIRLO EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O PERSONA SIN SU PREVIA AUTORIZACIÓN.	2021- TOPO - PAIG - 001	
ESCALA: 1:200	LAMINA 1/1 AT	REVISIÓN



PERFIL MORAN VALVERDE ZONA DE LA INTERSECCION
 ESC: 1:200



PERFIL RUMICHACA ÑAN ZONA DE LA INTERSECCION
 ESC: 1:200



REVISIÓN	DIBUJANTE
ING. HUGO CARRION	SANTIAGO JOSUE CHIRIBOGA ALMENDARIZ Ct: 1724039324

CONTIENE:
 PERFIL DE LAS AVENIDAS MORAN VALVERDE Y AVENIDA RUMICHACA ÑAN EN LA ZONA DE LA INTERSECCIÓN