



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN VIAL AL
CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR GENERADO EN LA ROTONDA DE
LA AVENIDA 24 DE MAYO Y CALLE RAYOLOMA, SECTOR DEL
BOSQUE DE MONAY**

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

AUTORES: CAMPOVERDE BUSTOS SEBASTIAN ALEJANDRO

FAJARDO ZAMBRANO JOHN SEBASTIAN

TUTOR: ING. MEJÍA REGALADO IVÁN ALEJANDRO

Cuenca – Ecuador

2023

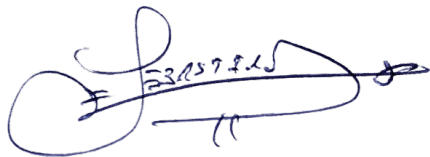
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Sebastian Alejandro Campoverde Bustos con documento de identificación N° 0350181996 y John Sebastian Fajardo Zambrano con documento de identificación N° 0105281067; manifestamos que:

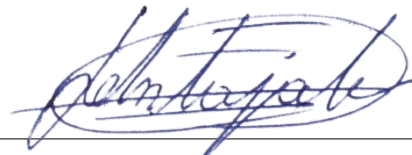
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 26 de junio del 2023

Atentamente,



Sebastian Alejandro Campoverde Bustos
0350181996



John Sebastian Fajardo Zambrano
0105281067

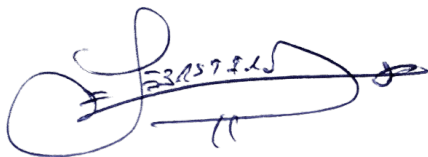
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Sebastian Alejandro Campoverde Bustos con documento de identificación No. 0350181996 y John Sebastian Fajardo Zambrano con documento de identificación No. 0105281067, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Análisis y propuesta de solución vial al congestionamiento vehicular generado en la rotonda de la Avenida 24 de Mayo y Calle Rayoloma, sector del Bosque de Monay”, 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.

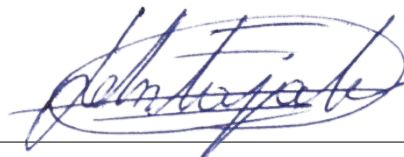
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 26 de junio del 2023

Atentamente,



Sebastian Alejandro Campoverde Bustos
0350181996



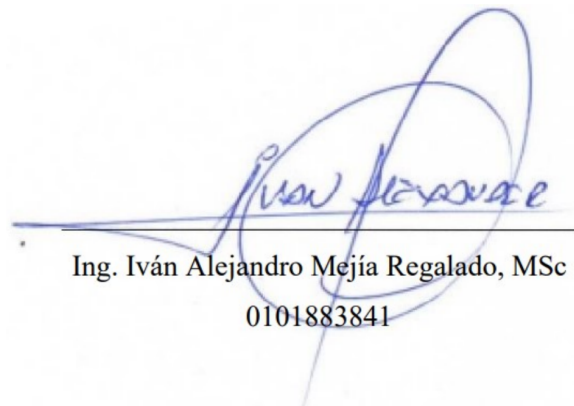
John Sebastian Fajardo Zambrano
0105281067

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Iván Alejandro Mejía Regalado con documento de identificación N° 0101883841, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "Análisis y propuesta de solución vial al congestionamiento vehicular generado en la rotonda de la Avenida 24 de Mayo y Calle Rayoloma, sector del Bosque de Monay", realizado por Sebastian Alejandro Campoverde Bustos con documento de identificación N° 0350181996 y por John Sebastian Fajardo Zambrano con documento de identificación N° 0105281067, 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.

Cuenca, 26 de junio del 2023

Atentamente,



Ing. Iván Alejandro Mejía Regalado, MSc
0101883841

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento de Sebastian Campoverde Bustos

Quiero expresar mi profundo agradecimiento por su apoyo incondicional en mi camino hacia la titulación como Ingeniero Civil. A mi padre Franklin y mi madre María, les agradezco por su amor y apoyo constantes. Mauricio, tu guía, tu experiencia y consejos han sido fundamentales para mi crecimiento y desarrollo profesional. Esteban, tu presencia ha sido una fuente de motivación constante en este camino. Y John, mi compañero de tesis, gracias por tu colaboración, trabajo en equipo y por compartir este desafío conmigo. También quiero agradecer a mis profesores y al Ingeniero Iván Mejía por su orientación y apoyo.

Con gratitud, Sebastian Alejandro Campoverde Bustos.

Agradecimiento de Sebastian Fajardo Zambrano

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento en este proceso de obtener el título de Ingeniero Civil a mis padres, Fernando y Silvia, por su apoyo constante, paciencia y sacrificios. A mi querida hermana Emily, gracias por esos pequeños, pero poderosos gestos de aliento. Quiero reconocer y agradecer especialmente a mi querido amigo Sebastian, mi compañero de tesis. Juntos hemos atravesado un largo y arduo proceso, enfrentando desafíos y superando obstáculos.

A Pedro y Esteban, quiero agradecerles por su amistad sincera y por siempre estar. Quiero extender mi agradecimiento al Ingeniero Iván Mejía, quien ha sido un mentor invaluable en mi formación como ingeniero. A todos mis amigos y compañeros de la universidad, así como a mi

familia extendida, les dedico este logro.

Con gratitud, John Sebastian Fajardo Zambrano.

DEDICATORIA

Dedicatoria de Sebastian Campoverde Bustos

Hoy, al titularme como Ingeniero Civil, quiero expresar mi profundo agradecimiento a cada uno de ustedes. A mis amados padres, Franklin y María, su amor incondicional y apoyo constante han sido la base de mi éxito. A mis hermanos, Mauricio y Esteban, su guía y aliento siempre han sido mi inspiración. A John, mi compañero de tesis y amigo inseparable, agradezco tu colaboración y dedicación en este desafío. A todos mis amigos y compañeros de carrera, quienes han sido pilares fundamentales en este camino hacia la titulación. A todos ustedes, mi familia y amigos, les dedico este logro con gratitud sincera. Gracias por su apoyo constante, por creer en mí y por compartir este viaje lleno de desafíos y éxitos. Su presencia ha sido fundamental y estoy eternamente agradecido.

Con cariño y una sonrisa, Sebastian Alejandro Campoverde Bustos

Dedicatoria de Sebastian Fajardo Zambrano

Dedico este trabajo de tesis para la obtención de título de Ingeniero Civil a mis padres, Fernando y Silvia, por su amor, apoyo y sacrificio. Agradezco a mi hermana Emily por su inspiración y compañía. También agradezco a mi compañero de tesis, Sebastian, de no ser por ti no sé cómo lo hubiese logrado, y a mis mejores amigos Pedro y Esteban por su apoyo incondicional y por estar siempre ahí. Dedico este logro a los días de desvelo y en aquellos días donde la ansiedad me ganaba. Gracias a todos por ser parte de este importante logro en mi vida académica.

Con cariño, John Sebastian Fajardo Zambrano

Resumen

El presente documento contiene un estudio que analiza la problemática del congestionamiento vehicular presente en la rotonda alimentada por la avenida 24 de Mayo y la Calle Rayoloma, además se propone una posible solución. En este lugar se puede verificar que, en diferentes horas del día, se forman largas filas de vehículos automotores, lo que causa descontento y malestar en los usuarios que diariamente circulan por la zona. Por esto, se procedió a la realización de un estudio de tráfico en el área mencionada, en donde se determinó en primer lugar datos base como lo son: conteos vehiculares en la intersección, la composición de los vehículos que circulan y además encuestas de origen/destino y de la comodidad actual experimentada por los usuarios. Con la obtención de los datos base, se pudo definir de manera clara el problema existente, así como la proyección del tráfico a futuro (5, 10, 15, 20 años). Así, mediante el uso del software Aimsun de simulación de tránsito, fue posible determinar el nivel de servicio actual y futuro, para así encontrar diferentes soluciones, donde destaca la adición de carriles aledaños a la intersección, estas con el propósito de mejorar el nivel de servicio actual, capaz de cumplir con las necesidades tanto actuales como futuras.

Palabras clave: Tráfico; Congestionamiento Vehicular; Simulación de Tránsito.

Abstract

The present document comprises a study that examines the issue of vehicular congestion at the roundabout intersected by 24 de Mayo Avenue and Rayoloma Street. Additionally, a potential solution is proposed. Within this locale, it is evident that lengthy queues of motor vehicles form during various times of the day, leading to discontent and discomfort among daily commuters in the area. Consequently, a comprehensive traffic analysis was conducted to gather essential data, including vehicular counts at the intersection, vehicle composition, origin/destination surveys, and user satisfaction surveys. This data collection facilitated a clear identification of the existing problem and allowed for the projection of future traffic patterns over a span of 5, 10, 15, and 20 years. By employing the traffic simulation software, Aimsun, the current and future level of service was determined, enabling the exploration of different potential solutions. Notably, one prominent approach involves the addition of supplementary lanes adjacent to the intersection, intended to enhance the existing level of service and adequately cater to present and future demands.

Keywords: Traffic; Vehicular Congestion; Traffic Simulation.

Índice General

Resumen	I
Abstract	II
Índice General	III
Índice de Figuras	VII
Índice de Tablas	XI
Introducción	1
Planteamiento del Problema	2
Antecedentes o Problema de Estudio	3
0.1. Santa Ana de los 4 Ríos de Cuenca	3
0.1.1. Descripción	3
0.1.2. Población	4
0.1.3. Parque Automotor	4
0.2. Parroquia Santa Teresa de Jesús “Monay”	5
0.2.1. Descripción	5
0.2.2. Dato poblacional de la Parroquia Monay	6
0.2.3. Situaciones Socioeconómicas	7
0.2.4. Vías de acceso	7
Justificación	9

Objetivos	11
1. Estado del Arte	12
2. Marco Teórico	14
2.1. Carretera	14
2.2. Tránsito	17
2.2.1. Volúmenes de Tránsito	18
2.3. Intersecciones	19
2.3.1. Intersecciones Giratorias o Glorietas	20
2.4. Nivel de Servicio	21
2.4.1. Nivel de Servicio en Rotondas (Según el HCM 2010)	22
2.4.2. Diferencia en términos de Nivel de Servicio entre Rotondas e Intersecciones Comunes (Según el HCM 2010)	23
2.5. La Velocidad	24
2.6. Capacidad	26
2.6.1. Diferencia en la Capacidad de Glorietas e Intersecciones Comunes (Según HCM 2010)	27
2.7. Seguridad	28
2.8. Tipos de Medición de Flujo Vehicular	30
2.8.1. Tráfico Promedio Diario Anual TPDA	30
2.9. Software AIMSUN	32
3. Metodología	34
3.1. Nivel de servicio y capacidad vial	34
3.1.1. Introducción	34
3.1.2. Zona de Estudio	35
3.1.3. Levantamiento de Información	36
3.1.4. Resumen de la Hoja de Cálculo empleada	40
4. Cálculos y Análisis de Resultados	42
4.1. Introducción	42

4.2.	Cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)	42
4.2.1.	Procesamiento de Datos	42
4.2.2.	Composición de Tráfico Incluyendo Motos	49
4.2.3.	Composición de Tráfico sin Incluir Motos	50
4.2.4.	Determinación de la Hora Pico	50
4.2.5.	Giros en la Intersección	51
4.2.6.	Cálculo de Factores	52
4.2.7.	Proyecciones del Tráfico	58
4.3.	Obtención de Niveles de Servicio a través de AIMSUN	64
4.4.	Simulación de Tráfico a 20 años	84
5.	Resultados	90
5.1.	Posibles Soluciones al Congestionamiento	90
5.1.1.	Conversión de la Rotonda a un Cruce Semaforzado y Ampliación de Carriles	90
5.1.2.	Ampliación de Carriles	91
5.1.3.	Sistemas Inteligentes para Disminuir los Atascos en Rotondas	91
5.1.4.	Turbo Rotonda	92
5.2.	Determinación de la Solución más Idónea	93
5.2.1.	Simulación de la Solución Propuesta	95
6.	Cronograma	104
7.	Presupuesto	105
8.	Conclusiones y Recomendaciones	106
8.1.	Conclusiones	106
8.2.	Recomendaciones	107
	Glosario	110
	Referencias	111

9. Anexos	116
9.1. Conteo Vehicular Lunes 23 de Enero de 2023	117
9.2. Conteo Vehicular Martes 24 de Enero de 2023	118
9.3. Conteo Vehicular Miércoles 25 de Enero de 2023	119
9.4. Conteo Vehicular Jueves 26 de Enero de 2023	120
9.5. Conteo Vehicular Viernes 27 de Enero de 2023	121
9.6. Conteo Vehicular Sábado 28 de Enero de 2023	130
9.7. Conteo Vehicular Domingo 29 de Enero de 2023	131
9.8. Cronograma de Trabajo y Ruta Crítica	136

Índice de Ilustraciones

1.	Bandera y Escudo de la Ciudad de Cuenca. Fuente: Google.	3
2.	Ciudad de Cuenca. Fuente: Google.	4
3.	Mapa parroquial de la ciudad de Cuenca. Fuente: GAD Municipal de Cuenca.	5
4.	Población de las parroquias urbanas de Cuenca. Fuente: INEC-Censo de Población 2016.	6
5.	Vías de acceso. Fuente: Autores.	8
6.	Intersección ubicada en la Av. 24 de Mayo y calle Rayoloma, Cuenca, Azuay, Ecuador. Fuente: Google.	10
2.1.	Fotografía de una carretera. Fuente: eloficial.ec. (Oficial 2019)	15
2.2.	Jerarquización Vial en el Territorio Urbano de Cuenca. Fuente: Plan de Movilidad y Espacios Públicos de Cuenca. (Municipio de Cuenca 2015)	17
2.3.	Jerarquización Vial en el Territorio Urbano de Cuenca. Fuente: Plan de Movilidad y Espacios Públicos de Cuenca. (Municipio de Cuenca 2015)	17
2.4.	Tránsito. Fuente Autofacil.es.	18
2.5.	Tipos de Intersecciones. Fuente: Manual de Carreteras (Bañón y Beviá García 2000)	20
2.6.	Ejemplo de Glorieta. Fuente: Seguridad Vial	21
3.1.	Ubicación. Fuente:Google.	35
3.2.	Foto de la Intersección captada por dron. Fuente: Autores.	36
3.3.	Ubicación de Equipos de Conteo. Fuente: Google.	37
3.4.	Descripción de Estaciones y Giros. Fuente: Autor.	38
3.5.	Estaciones. Fuente: Autor.	38
3.6.	Giros. Fuente: Autor.	39
3.7.	Esquema de conteo vehicular. Fuente: Autores.	40

4.1. Volumen de Tráfico. Fuente: Autor.	49
4.2. Coordenadas. Fuente: Autores.	64
4.3. Importación de fondo ACAD. Fuente: Autores.	65
4.4. Sistema métrico para importación de fondo. Fuente: Autores.	65
4.5. Fondo levantado con RTK. Fuente: Autores.	66
4.6. Ubicación de las secciones en la rotonda. Fuente: Autores.	66
4.7. Creación de rotonda mediante nudos. Fuente: Autores.	67
4.8. Especificación de señales de tránsito (Ceda el paso). Fuente: Autores.	67
4.9. Definición de giros en los nudos. Fuente: Autores.	68
4.10. Rotonda Configurada. Fuente: Autores.	68
4.11. Implementación de datos de conteo vehículos livianos. Fuente: Autores.	69
4.12. Implementación de datos de conteo camiones. Fuente: Autores.	70
4.13. Definición de porcentaje de giros para vehículos livianos. Fuente: Autores.	71
4.14. Definición de porcentaje de giros para camiones. Fuente: Autores.	71
4.15. Planes Horarios. Fuente: <i>Dirección de Movilidad y Transporte de Cuenca 2023</i>	72
4.16. Condiciones del Semáforo. Fuente: <i>Dirección de Movilidad y Transporte de Cuenca 2023</i>	73
4.17. Ciclos Semafóricos. Fuente: <i>Dirección de Movilidad y Transporte de Cuenca 2023</i>	73
4.18. Ciclos Semafóricos de 7:00 am a 8:00 am. Fuente: Autores.	74
4.19. Implementación de líneas de buses. Fuente: Autores.	75
4.20. Intervalos de llegada de buses. Fuente: Autores.	75
4.21. Activación de líneas de buses a lo largo del corredor. Fuente: Autores.	76
4.22. Colocación de detectores. Fuente: Autores.	77
4.23. Datos tomados en campo para detectores. Fuente: Autores.	78
4.24. Editor de archivos conjuntos. Fuente: Autores.	79
4.25. Ubicación de cámaras para comportamiento de tránsito. Fuente: Autores.	80
4.26. Simulación de tránsito actual. Fuente: Autores.	80
4.27. Calibración de datos reales con los simulados. Fuente: Autores.	81
4.28. Niveles de servicio obtenidos. Fuente: Autores.	82
4.29. Media Lineal en Relación con el GEH. Fuente: Autores.	83
4.30. Media Regresión en Relación con el GEH. Fuente: Autores.	84

4.31. Proyección a 20 años mediante tasa de crecimiento vehicular. Fuente: Autores.	85
4.32. Proyección a 20 años mediante tasa de crecimiento vehicular para detectores. Fuente: Autores.	86
4.33. Nivel de Servicio Proyección a 20 años. Fuente: Autores.	86
4.34. Estadística GEH de la proyección a 20 años. Fuente: Autores.	87
4.35. Media Lineal GEH de la proyección a 20 años. Fuente: Autores.	88
4.36. Regresión Lineal para dispersión con respecto a los datos proyectados GEH de la proyección a 20 años. Fuente: Autores.	88
5.1. Funcionamiento de sistemas inteligentes. Fuente: (SINC Fecha de acceso: 2023-06-12)	92
5.2. Ejemplo de Turbo rotonda. Fuente: (SoyMotero.net Fecha de acceso: 2023-06-12)	93
5.3. Tabla de número de carriles según diámetro de rotondas Fuente: (T.A.M.S. - ASTEC 2003)	94
5.4. Diseño de la solución. Fuente: Autores	95
5.5. Simulación de la solución. Fuente: Autores	96
5.6. Calibración de datos de la solución. Fuente: Autores	97
5.7. Gráfica de la Media Lineal de Solución. Fuente: Autores	97
5.8. Regresión Lineal de la Solución. Fuente: Autores	98
5.9. Ciclo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores	99
5.10. Grupo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores	100
5.11. Grupo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores	100
5.12. Grupo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores	101
5.13. Grupo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores	101
5.14. Grupo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores	102
5.15. Grupo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores	102
5.16. Grupo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores	103
9.1. RESUMEN GENERAL D1 Lunes 23 de Enero de 2023. Fuente: Autores	117
9.2. RESUMEN GENERAL D2 Martes 24 de Enero de 2023. Fuente: Autores	118
9.3. RESUMEN GENERAL D3 Miércoles 25 de Enero de 2023. Fuente: Autores	119
9.4. RESUMEN GENERAL D4 Jueves 26 de Enero de 2023. Fuente: Autores	120
9.5. E1D5 Viernes 27 de Enero de 2023. Fuente: Autores	121
9.6. E2D5 Viernes 27 de Enero de 2023. Fuente: Autores	122

9.7. E3D5 Viernes 27 de Enero de 2023. Fuente: Autores	123
9.8. E4D5 Viernes 27 de Enero de 2023. Fuente: Autores	124
9.9. ENTRADA Y SALIDA resumen por estación D5 Viernes 27 de Enero de 2023. Fuente: Autores	125
9.10. ENTRADA Y SALIDA RESUMEN D5 Viernes 27 de Enero de 2023. Fuente: Autores	126
9.11. Cálculo de TPDA D5 Viernes 27 de Enero de 2023. Fuente: Autores	127
9.12. Cálculo de TPDA D5 Viernes 27 de Enero de 2023. Fuente: Autores	128
9.13. PROYECCIÓN A FUTURO. Fuente: Autores	129
9.14. RESUMEN GENERAL D6 Sábado 28 de Enero de 2023. Fuente: Autores	130
9.15. RESUMEN GENERAL D7 Domingo 29 de Enero de 2023. Fuente: Autores	131
9.16. Cronograma de Trabajo y Ruta Crítica. Fuente: Autores	136

Índice de Tablas

2.1. Relación de características por niveles de servicio en una carretera de 2 carriles. Fuente: NEVI 12	21
2.2. Definición de niveles de servicio. Fuente: NEVI 12	22
2.3. Niveles de Servicio en Rotondas. Fuente: Autores.	23
2.4. Diferencia en Nivel de Servicio entre Rotondas e Intersecciones. Fuente: Autores .	24
2.5. Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras de 2 carriles. Fuente: NEVI 12	25
2.6. Diferencia de Capacidad entre Rotondas e Intersecciones Comunes. Fuente: Autores	27
4.1. Resumen de Giros por Hora Estación 1. Fuente: Autores.	44
4.2. Resumen de Giros por Hora Estación 2. Fuente: Autores.	45
4.3. Resumen de Giros por Hora Estación 3. Fuente: Autores.	46
4.4. Resumen de Giros por Hora Estación 4. Fuente: Autores.	47
4.5. Resumen de Giros por Hora Intersección. Fuente: Autores.	48
4.6. Composición de Tráfico Vehicular Incluyendo Motos. Fuente: Autores.	49
4.7. Composición de Tráfico Vehicular Sin Incluir Motos Fuente: Autores	50
4.8. Resumen de la Semana de Conteo. Fuente: Autores.	51
4.9. Resumen Matriz Origen/Destino Viernes. Fuente: Autores	52
4.10. Porcentaje de Giros Origen/Destino Viernes Fuente: Autores.	52
4.11. Tabla de factor Semanal. Fuente: Autores.	53
4.12. Tabla de Consumo de Combustibles Azuay 2019. Fuente: Recursos y Energía Gobierno del Ecuador	54

4.13. Tabla de Consumo de Combustibles Azuay 2020. Fuente: Recursos y Energía Gobierno del Ecuador	55
4.14. Tabla de Consumo de Combustibles Azuay 2021. Fuente: Recursos y Energía Gobierno del Ecuador	55
4.15. Tabla de Consumo de Combustibles Azuay 2022. Fuente: Proyección de Autores. . .	56
4.16. Resumen de tráfico observado HORA PICO. Fuente: Autores.	57
4.17. Resumen de tráfico observado en la INTERSECCIÓN. Fuente: Autores.	57
4.18. Corrección por factor del TPDA HORA PICO. Fuente: Autores:	58
4.19. Corrección de tráfico observado en la INTERSECCIÓN. Fuente: Autores.	58
4.20. Proyección de vehículos según modelo logístico. Fuente: Autores	61
4.21. Tasa de Crecimiento Vehicular. Fuente: Autores.	62
4.22. Proyección Progresiva cada 5 años. Fuente: Autores.	63
6.1. Cronograma. Fuente: Autores.	104
7.1. Presupuesto Referencial de la Solución Propuesta (cronograma valorado y fórmula polinómica en Anexos). Fuente: Autores.	105

Introducción

El presente documento contiene un análisis exhaustivo y una propuesta de solución para abordar el problema de congestión vehicular en la rotonda ubicada en la intersección de la Avenida 24 de Mayo y la Calle Rayoloma. Dicha congestión se genera debido al flujo vehicular abundante que circula por esta intersección.

El flujo vehicular hace referencia a la cantidad de vehículos que transitan por una vía específica en un período determinado. En este contexto, el alto flujo vehicular en la rotonda mencionada provoca demoras, largas filas de automóviles y malestar entre los usuarios que circulan diariamente por esa zona. Se define una intersección como una infraestructura vial diseñada específicamente para facilitar el cruce de dos o más vías.

En esta intersección se han identificado varios inconvenientes de importancia, incluyendo la formación de largas filas de vehículos, niveles de servicio deficientes y tiempos de tránsito excesivos en la intersección. Estos aspectos cuantitativos generan malestar entre los usuarios que circulan diariamente por la zona. La ejecución de este estudio analítico resulta favorable, ya que persigue una solución práctica respaldada por conocimientos de ingeniería, con el objetivo de optimizar los niveles de servicio y mejorar la experiencia de los usuarios. Los resultados de esta solución podrán ser evaluados una vez implementada.

Planteamiento del Problema

La movilidad vehicular en el sector del Bosque de Monay, por el cual circulan usuarios de Totorachocha, Monay y toda la parte Sureste de la ciudad de Cuenca, se ha visto envuelta en un embotellamiento vehicular en diferentes horas del día lo que ha provocado el incremento en el tiempo de viaje de cada usuario que circula en ella.

Esta congestión vehicular se da concretamente en la rotonda entre la Avenida 24 de Mayo y Calle Rayoloma, la cual es punto clave para entrada y salida de vehículos que habitan la parte Este hacia la Autopista Cuenca-Azogues y es aún más importante para quienes se dirigen al Hospital José Carrasco Arteaga IESS el cual tiene conexión directa desde este punto.

Dando énfasis, tenemos ciertos factores que generan problemas de saturación vehicular, como lo son: el crecimiento poblacional, el crecimiento del parque automotor, los ciclos semafóricos de intersecciones aledañas, la geometría en vías de acceso (en el ancho y las pendientes de carriles antes y después del ingreso a la intersección), además de la cercana presencia del ya mencionado Hospital José Carrasco Arteaga IESS

En cuanto a la geometría vial, el diseño actual ocasiona que la capacidad vial no sea suficiente para soportar el flujo existente, lo que da a entender que, para el análisis previsto, las condiciones no serán suficientes en un futuro y es lo que da sentido al estudio que es dar una propuesta al problema que existe en esta rotonda.

Antecedentes

0.1. Santa Ana de los 4 Ríos de Cuenca

Cuenca, cuyo nombre oficial es “Santa Ana de los Ríos de Cuenca”, es una ciudad ubicada en el centro austral de la República del Ecuador, es la capital de la provincia del Azuay y de la Región Centro Sur. Situada específicamente en la parte meridional de la Cordillera Andina ecuatoriana. (J. A. Mondéjar Jiménez et al. 2009)

Ilustración 1: Bandera y Escudo de la Ciudad de Cuenca. Fuente: Google.



0.1.1. Descripción

La ciudad de Cuenca se extiende por más de 70.59 km², se encuentra a una elevación de 2.500 metros sobre el nivel del mar. Fue fundada en el año 1557. Su Centro Histórico fue declarado Patrimonio de la Humanidad por la Unesco en el año 1999. Sus habitantes pueden disfrutar de vistosos paisajes de montañas que rodean la ciudad y los reconocidos ríos que atraviesan la misma. Estos ríos representan un sistema hidrográfico conformado por cuatro ríos: Tomebamba, Yanuncay, Machángara y Tarqui. El punto de elevación más alto está ubicado Nudo del Cajas, a

0.1. SANTA ANA DE LOS 4 RÍOS DE CUENCA

4500 metros de altura, en el cual se encuentra el Parque Nacional Cajas. INEC (Estadísticas y Censos 2016-2021)

Ilustración 2: Ciudad de Cuenca. Fuente: Google.



0.1.2. Población

Este es el grupo de personas el cual habitan un espacio geográfico definido. Cuenca, conocida como la Atenas de Ecuador, se distingue por ser la tercera ciudad con mayor población del país, con 603.269 habitantes al año 2016. En ese mismo año se registró 9.886 nacimientos, 5.024 hombres y 4.862 mujeres. La tasa de fecundidad es de 2,4% en comparación 2,8% de la nacional. Los principales barrios o sectores en la Ciudad son San Sebastián, Remigio Crespo, El Ejido, Calle Larga, Centro Histórico, El Cebollar. INEC (Estadísticas y Censos 2016-2021)

0.1.3. Parque Automotor

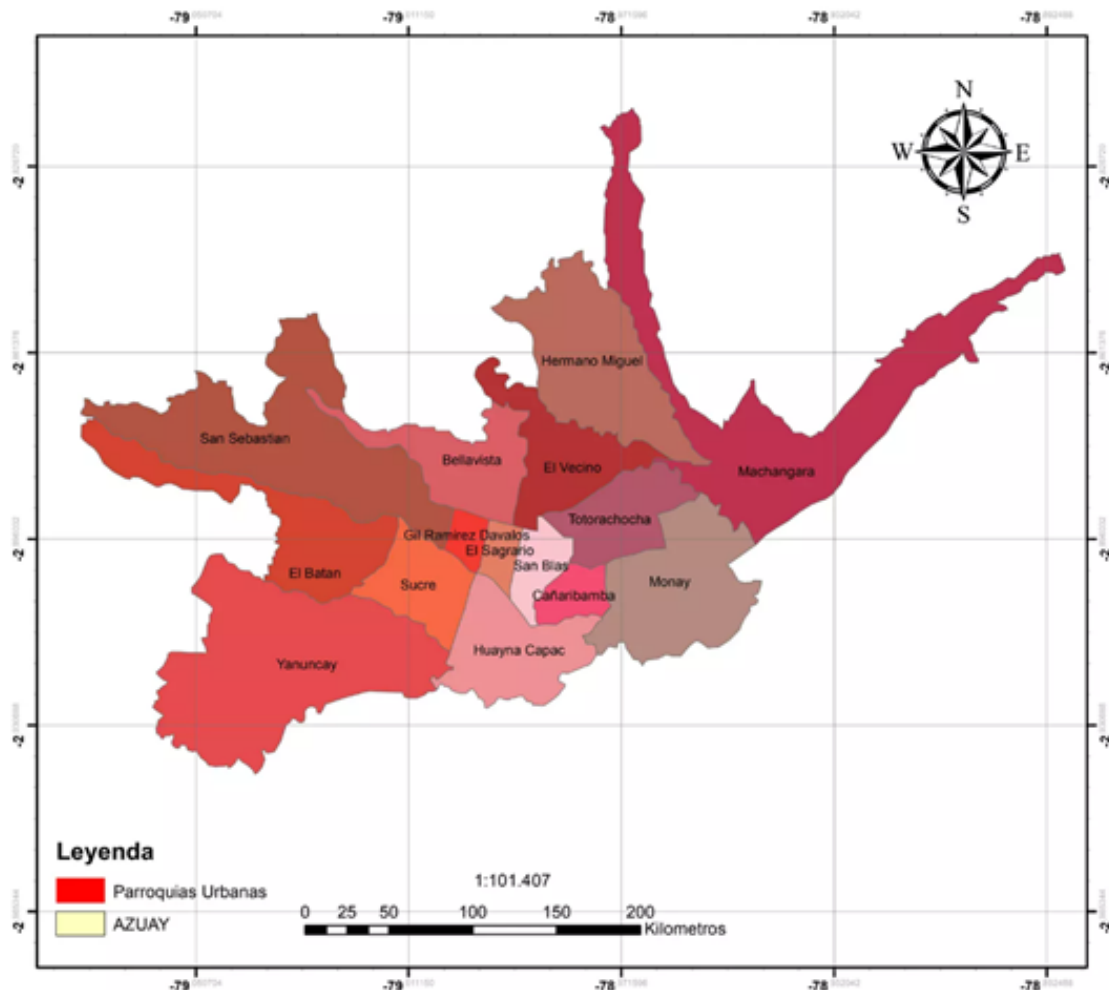
En la ciudad de Cuenca, el parque automotor ha evidenciado, con datos, que el 2004 se tuvo aproximadamente 50.100 vehículos matriculados y para el año 2022 un número de vehículos matriculados de 64.199 según la EMOV EP 2022. El tener una tasa de crecimiento tan alta (del 5%), sumado a que el promedio de ocupación vehicular que en la Ciudad es de 1,1 personas por cada vehículo, desencadena los problemas expuestos de congestión vehicular. .

0.2. Parroquia Santa Teresa de Jesús “Monay”

0.2.1. Descripción

Santa Teresa de Jesús “Monay” es una de las parroquias urbanas de la ciudad de Cuenca, ubicada al sureste de la ciudad y destinada en su mayoría al suelo como vivienda, debido a la migración del campo a la ciudad hace varias décadas por varias causas, entre ellas comerciales y por el interés rural de buscar una vida cerca de la ciudad, se desarrolló el crecimiento paulatino de este sector en donde en la actualidad es evidente, zonas comerciales que puedan abastecer a dicho sector. (Ciudad de Cuenca 2001)

Ilustración 3: Mapa parroquial de la ciudad de Cuenca. Fuente: GAD Municipal de Cuenca.

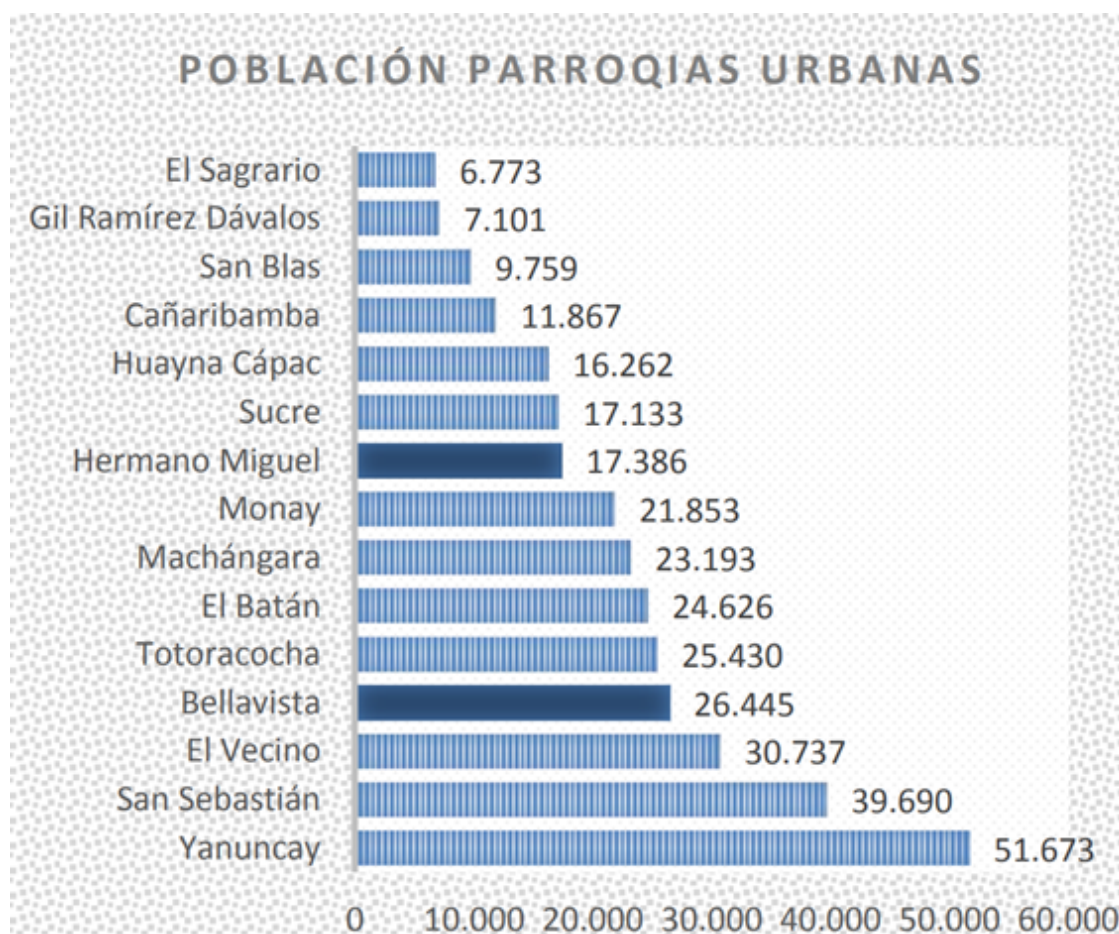


0.2.2. Dato poblacional de la Parroquia Monay

Monay, con una comunidad emprendedora, ha tenido gran crecimiento como parroquia, el estudio realizado por (Riera Portoviejo 2017) titulado como “GOBIERNO LOCAL Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN EL CANTÓN CUENCA EN LA ÚLTIMA DÉCADA” muestra los datos poblacionales por parroquia y puede reflejarse que Monay cuenta con una población de aproximadamente 22000 habitantes.

Según el INEC (Estadísticas y Censos 2016-2021) la ciudad de Cuenca cuenta con un crecimiento poblacional del 15,4% dentro de 7 años a partir del 2010, lo que estima que la población de la Parroquia Monay incrementará un 3% anual.

Ilustración 4: Población de las parroquias urbanas de Cuenca. Fuente: INEC-Censo de Población 2016.



0.2.3. Situaciones Socioeconómicas

Los primeros habitantes de la Parroquia Monay se dedicaban principalmente a oficios del campo, la agricultura y ganadería, debido al suelo fértil de la zona y a la temperatura ideal para cosechar legumbres y vegetales, la producción agrícola llegaba a ser parte de los ingresos de la zona. Actualmente, debido al incremento poblacional y por la búsqueda de establecer una base con un nivel socioeconómico mejor, se ha perdido lo que en un principio fue una fuente de ingresos agricultora, el desarrollo urbano en este sector ha dejado una zona llena de viviendas y múltiples comercios, tales como tiendas, mecánicas automotrices, centro comerciales, autolavados, etc. (Municipalidad de Cuenca 2021)

Uno de los proyectos que genera un mayor interés social en la zona, dejando de lado el Centro Comercia Monay Shopping es el Hospital José Carrasco Arteaga IESS que dio apertura en el año 2003, este se encuentra en la Calle Popayán y Pacto Andino, Camino a Rayoloma. Debido a esto, la mayor parte de la población de Cuenca cruza por la parroquia Monay para llegar hasta las instalaciones. (Municipalidad de Cuenca 2021)

0.2.4. Vías de acceso

La Parroquia Monay consta con vías principales y secundarias, las cuales conectan los diferentes barrios de la zona. Estas calles poseen distintas características, siendo en su mayoría pavimentadas, también cuenta con ciertas calles adoquinadas y empedradas. Para la zona de estudio, hemos tomado la referencia del sector Monay que se limita por las calles: Av. Max Uhle, Autopista Cuenca-Azogues, Av. Gonzales Suarez y Av. de las Américas. Esto refiere a que cuenta con una gran cantidad de accesos provenientes de todas las partes de la ciudad, al igual que de la parte rural de esta.

0.2. PARROQUIA SANTA TERESA DE JESÚS “MONAY”

Ilustración 5: Vías de acceso. Fuente: Autores.



La línea magenta representa la Avenida de las Américas. La línea ámbar representa la Avenida González Suárez, la línea azul y verde la Avenida 24 de Mayo, la línea rosada la Autopista Cuenca-Azogues y la línea naranja la Vía Monay Baguanchi Paccha.

Justificación

El evidente crecimiento de la ciudad de Cuenca, tanto de población como del parque automotor, es un factor importante cuando nos referimos a los problemas de congestión vehicular. Este fenómeno ha sido motivo de preocupación de autoridades y ciudadanos, puesto que, trae consigo problemas de costos de viaje, tiempos de movilidad e incluso de contaminación. Y a medida que este crecimiento tanto poblacional como del parque automotor continúe, harán que la circulación en ciertas zonas presente cada vez más dificultad.

El notable crecimiento del uso de vehículos, el diseño, la deficiente configuración vial, la falta de políticas públicas en materia de tránsito y transporte, el comportamiento ante temas de señalización y estilo de conducción de los usuarios, son las principales causas del congestión vehicular actual en la ciudad, sin mencionar que no se ha visto potenciado el uso de otros modos de transporte (como lo son las bicicletas públicas entre otros).

En la zona de estudio, se ha observado de manera evidente la formación de colas de vehículos en determinadas horas. Esta situación se debe a que la zona se encuentra ubicada en un área de alto flujo vehicular, principalmente ocasionado por el ingreso y salida de usuarios provenientes de la parte sureste de la ciudad, que se conectan directamente con el Hospital Regional José Carrasco Arteaga IESS. Además, esta zona se considera estratégica debido a que es elegida por los transeúntes que entran y salen de la ciudad desde los sectores de Monay, Totoracocha y Paccha, considerando que la Avenida 24 de Mayo es el corredor vial hacia el Control Sur.

Ilustración 6: Intersección ubicada en la Av. 24 de Mayo y calle Rayoloma, Cuenca, Azuay, Ecuador. Fuente: Google.



Es por esto, que nace la necesidad de estudiar una de las vías comprometidas por el congestionamiento, para así, poder idear posibles soluciones que tengan incidencia en la organización de la red vial, o incluso de la infraestructura vial presente.

Objetivos

Objetivo General

- Sugerir una solución al congestionamiento vehicular existente en la Av. 24 de mayo y la Calle Rayoloma, con el fin de mejorar el confort experimentado por el usuario, y generando así una infraestructura vial que sea capaz de solventar las necesidades actuales y futuras de la vía.

Objetivos específicos:

- Distinguir las diversas causales responsables por la generación de la saturación vehicular en la intersección de la Av. 24 de Mayo y la Calle Rayoloma.
- Precisar el nivel de servicio presente actualmente en la Av. 24 de Mayo y la Calle Rayoloma.
- Estimar el tráfico proyectado a 20 años en la Av. 24 de Mayo y la Calle Rayoloma.
- Obtener una solución que logre solventar el problema de saturación vehicular en la intersección.

Capítulo 1

Estado del Arte

Muchos estudios han sido realizados alrededor del mundo en busca de resolver la problemática común de la saturación de tráfico, la cual afecta sobre todo a ciudades en desarrollo o las ya desarrolladas. El estudio realizado por (Knoop y Hoogendoorn 2022) expone que debido a la cambiante condición de la capacidad vial en tramos específicos de carretera por distintas causas, hace necesario el análisis de la vida útil como fuente de información para el conocimiento del estado de tramos en relación con el tránsito.

El congestionamiento vehicular es bastante visible en zonas urbanas, en especial en aquellas con altas densidades poblacionales, como ya ha sido demostrado por (Fernández-Fernández 2021), y puede llevar a crear filas que, a su vez, generan una disminución de velocidades de circulación, lo cual trae repercusiones a los usuarios de forma económica en el costo de transporte como expone (Zelikov et al. 2021). Así mismo se puede rescatar los perjuicios a la salud de transeúntes provocados por la contaminación del aire, siendo algo a tomar en consideración con base en los datos arrojados por (Garcia et al. 2012) sobre la calidad del aire y las consecuencias explicadas por (Pérez, Reátegui y Mendoza 2021) sobre las afectaciones a la salud como problemas cardio pulmonares. Los estudios de vialidad han ido avanzando de la mano con la tecnología, (Sun, Z. Liu y Pan 2019) y (Li, C. Liu y Chang 2022) siendo partícipes de esto, han abierto paso a la utilización de equipos de cámaras para realizar la tradicional cuantificación del tráfico actual. Con la información obtenida se puede recurrir también a simulaciones y software de procesamiento de información de tráfico, tal y como los autores (La et al. 2020; Sepulcre et al. 2016; Olariu 2021; Zambrano-Martinez et al. 2018; Quintero-González 2017; Kadim et al.

2020; Ramesh, Lakshna y Renjith 2020; Qureshi et al. 2018; Nascimento, Pereira y Magaia 2020; Balador et al. 2022) han llegado a construir y simular, obteniendo así una mejor interpretación de los resultados.

La influencia de los distintos tipos de glorietas o rotondas, según (Sosa Martinez y Dueñas Bohorquez 2018) ya sea una de tipo target o convencional, indican que la finalidad de cada una de ellas inciden en minimizar el tiempo de viaje y no generar un congestionamiento en horas pico de la ciudad. Con la implementación de una de estas a nuestro estudio podríamos dar cese a este problema.

Como afecta el combustible y las emisiones de gases contaminantes en la ciudad de Cuenca por parte de (Arias Montaña y Ludeña Ayala 2018) como congestionamiento vehicular, una parte importante, quitando los tiempos de viaje, la demora, saturación, daño en vías, entramos a la parte ambiental y cómo influye la emisión de gases nocivos para el medio ambiente y nosotros. Se determina los niveles de emisión de combustible en diferentes días y horarios de saturación vehicular en distintas zonas urbanas. El congestionamiento vehicular afecta directamente debido a que, cualquier motor de combustión interna que se encuentra encendido y detenido por largos periodos de tiempo, produce mayor consumo de combustible.

En cuanto a la formulación de ideas que solventen la presente problemática, debemos tener muy presente la deficiente configuración vial encontrada en la Ciudad de Cuenca. (Başkan y Ozan 2018; Ziad et al. 2020) hacen énfasis en como una optimización de la configuración puede ser una de las alternativas. Para hacer esto posible, es necesario identificar la jerarquía de las vías, ya que las calles no son entidades independientes, sino que se cruzan y conectan para formar una topología de red. Esta red, si no se ha sometido a estudios de configuración vial, es posible que esté regido por el principio 80/20, es decir, el 80 por ciento de las calles están menos conectadas (por debajo del promedio), mientras que el 20 por ciento de calles bien comunicadas (por encima del promedio) como lo explica (Jiang 2009) en su estudio.

Capítulo 2

Marco Teórico

Es importante tener en cuenta varios conceptos básicos para dar inicio a la investigación, con el afán de hacer nuestro estudio más legible y fácil de entender, hemos dispuesto de los temas que en el proceso de obtención de resultados serán de suma importancia.

2.1. Carretera

La carretera se define como una vía de transporte para vehículos. La palabra carretera, que etimológicamente significa "camino para vehículos", compuesta del sufijo -era que representa sitio y -eta que representa pequeño referente a "carreta" sobre la palabra "carro", que proviene del latín *carrus* que significa "vehículo con ruedas".

Ilustración 2.1: Fotografía de una carretera. Fuente: eloficial.ec. (Oficial 2019)



De una forma más precisa, podemos definir a la carretera como aquellas infraestructuras preparadas sobre una franja de terreno y tiene el objetivo de facilitar la circulación de vehículos, además deben contar con un óptimo nivel de servicio, seguridad, comodidad y confort. De igual forma, esta debe ser estética y económica cumpliendo con todos los objetivos funcionales. (Grisales 2015)

Según el Plan de Movilidad y Espacios Públicos de la Ciudad de Cuenca, se establece la siguiente jerarquización para las carreteras dentro del territorio Urbano de Cuenca:

1. Vías Estatales

Las vías estatales son elementos clave en la red vial de muchos países. Estas carreteras se diseñan y construyen para permitir velocidades más altas y un flujo de tráfico más fluido. Se permite una velocidad máxima de 90 km/h. (*AASHTO Green Book: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* 2018)

2. Vías Arteriales

Las vías arteriales son vías importantes en la red vial que conectan áreas urbanas y suburbanas. Estas carreteras están diseñadas para facilitar el movimiento eficiente del tráfico

y proporcionar acceso a zonas residenciales, comerciales e industriales. Se permiten en estas un límite de velocidad máximo de 50 km/h. (*AASHTO Green Book: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* 2018)

3. Vías Colectoras

Las vías colectoras son vías secundarias diseñadas para recoger y distribuir el tráfico local en áreas urbanas. Estas carreteras tienen un enfoque en la conectividad y el acceso a propiedades adyacentes, como residencias, comercios y centros educativos. Se permiten en estas un límite de velocidad máximo de 40 km/h. (*AASHTO Green Book: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* 2018)

4. Vías Locales

Las vías locales son vías de baja velocidad que se encuentran principalmente en áreas residenciales, calles comerciales y zonas de tráfico peatonal intenso. Estas carreteras están diseñadas para priorizar la seguridad de los peatones y crear entornos accesibles y amigables para la comunidad. Se permiten en estas un límite de velocidad máximo de 30 km/h. (*AASHTO Green Book: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* 2018)

5. Vías de Retorno

Las vías de retorno, también conocidas como calles de retorno, son vías que permiten a los conductores realizar cambios de dirección seguros y eficientes en áreas urbanas. Estas vías suelen estar diseñadas con una velocidad máxima reducida, lo que garantiza la seguridad de los usuarios y facilita las maniobras de cambio de dirección. Se permiten en estas un límite de velocidad máximo de 20 km/h. (*AASHTO Green Book: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* 2018)

6. Vías de Preferencia no motorizada

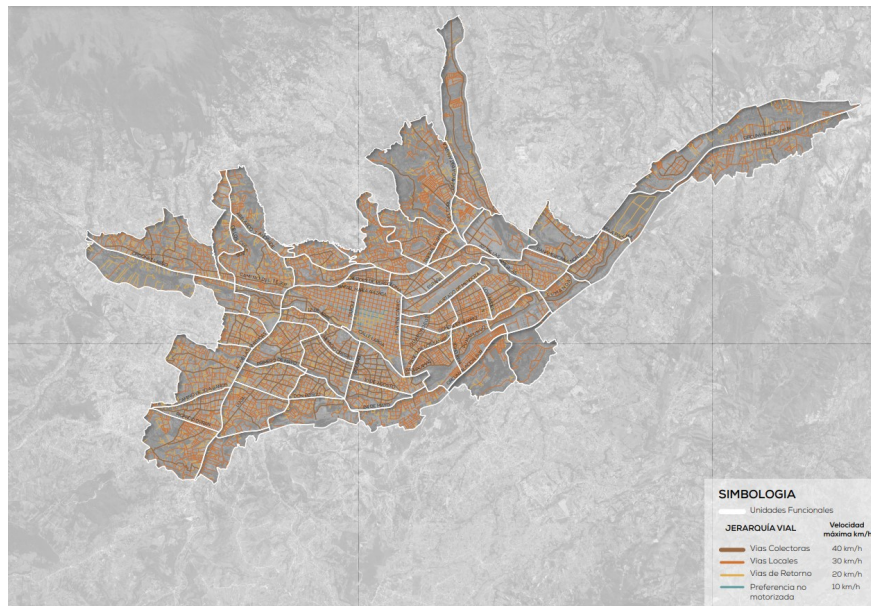
Las vías de preferencia no motorizada son aquellas diseñadas para priorizar y promover la movilidad de peatones y ciclistas. Estas vías, a menudo conocidas como calles compartidas o calles de uso mixto, tienen como objetivo crear un entorno seguro y accesible para los usuarios no motorizados. Se permiten en estas un límite de velocidad máximo de 10 km/h. (*AASHTO Green Book: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* 2018)

2.2. TRÁNSITO

Ilustración 2.2: Jerarquización Vial en el Territorio Urbano de Cuenca. Fuente: Plan de Movilidad y Espacios Públicos de Cuenca. (Municipio de Cuenca 2015)



Ilustración 2.3: Jerarquización Vial en el Territorio Urbano de Cuenca. Fuente: Plan de Movilidad y Espacios Públicos de Cuenca. (Municipio de Cuenca 2015)



2.2. Tránsito

El tránsito se define como el conjunto de vehículos ocupados por usuarios que van a circular por una carretera o vía, (Vial 2012). Para el diseño correcto de una carretera es necesario contar

2.2. TRÁNSITO

con datos fidedignos de tránsito, esto para poder proyectar cuanto puede soportar la carretera con respecto a la carga. Por esto, los estudios de tránsito deberían contar con los volúmenes de tránsito en periodos de tiempo determinados (días, semanas, años) por tipos de vehículos, es decir, su composición.

Ilustración 2.4: Tránsito. Fuente Autofacil.es.



2.2.1. Volúmenes de Tránsito

Los estudios para la determinación de los volúmenes de tránsito, entre otros, son: Tránsito promedio diario; Volumen de la hora pico; Volumen horario de diseño; Proyección del tránsito. (Vial 2012). Aunque el estudio de volumen de tránsito sea necesario, no asegura una determinada vida útil de la carretera, esto porque tramos están sujetos a variaciones inesperadas. El volumen de Tránsito futuro es producto del volumen de tráfico actual del crecimiento especulado, y estos se componen a su vez de:

- Tránsito Normal: Se compone del tránsito actual y el tránsito atraído.
- Crecimiento de Tránsito: Este se compone de: El crecimiento normal; El tránsito producido (o inducido); El tránsito de desarrollo.

2.3. Intersecciones

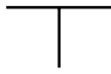
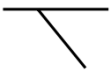
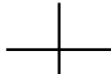
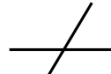

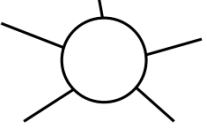
Una intersección vial ocurre cuando existe un cruce de dos o más caminos. Este cruce permite a los usuarios el intercambio entre caminos. Este cruce puede darse de forma: intersección a nivel o una intersección a desnivel. Para el estudio, entraremos a mayor detalle de la intersección a nivel debido a que es la que se presenta en nuestro punto de análisis.

Cuando dos o más carreteras se cruzan a nivel, el área de esta zona queda como parte integrante de cada una de las vías y, por consiguiente, constituye de cierta manera un punto de discontinuidad al que debemos tratar de manera especial a la hora de su diseño. Esta zona a nivel puede ser conflictiva debido a que podrían ocurrir posibles siniestros. Existen diferentes movimientos que hacen alusión a los destinos que un conductor puede elegir al estar en la intersección. Los movimientos que pueden darse son:

- Giro a la derecha.
- Movimiento directo.
- Giro a la izquierda.
- Movimiento en u.

Según el Manual de Carreteras de Bañón L. (Bañón y Beviá García 2000) las intersecciones se dividen en:

Ilustración 2.5: Tipos de Intersecciones. Fuente: Manual de Carreteras (Bañón y Beviá García 2000)

	Perpendiculares	Oblicuas
Tres ramales	 <p>En T</p>	 <p>En Y</p>
Cuatro ramales	 <p>En cruz</p>	 <p>En X</p>
Múltiple		
Giratoria		

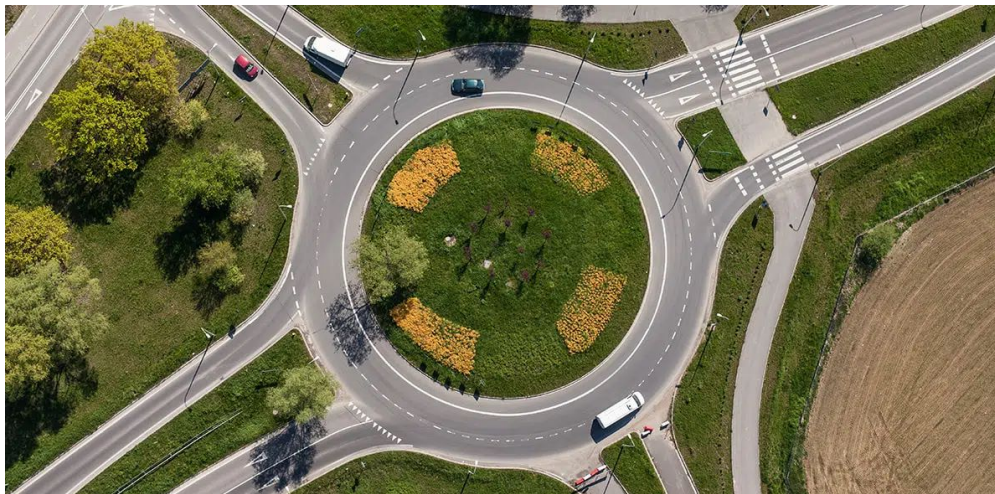
2.3.1. Intersecciones Giratorias o Glorietas

El Manual de Carreteras Volumen 1 de (Bañón y Beviá García 2000) señala que una glorieta o intersección giratoria, se caracteriza por la confluencia de los ramales en un anillo de circulación rotatoria en sentido antihorario alrededor de una isla central, teniendo prioridad aquellos vehículos que circulan por ella.

Surge como un intento de remediar los incipientes problemas de congestión y siniestralidad de en las ciudades de principios de siglo. Propuesta dada por el ingeniero neoyorquino William Eno y por el arquitecto parisino Eugéné Héruard, el cual se basó en la idea de "obligar a los vehículos a rodear un obstáculo, describiendo trayectorias casi concéntricas que se corten bajo ángulos muy pequeños". (Bañón y Beviá García 2000)

Muchas veces son solución de compromiso, que en zonas urbanas se prestan para numerosas situaciones. En zonas con elevada intensidad de tráfico y espacio limitado, proporciona una fluida transición, pero puede ser incompatible en sistemas donde conectan con intersecciones semaforizadas.

Ilustración 2.6: Ejemplo de Glorieta. Fuente: Seguridad Vial



2.4. Nivel de Servicio

El nivel de Servicio de una carretera puede definirse como el estándar a cumplir en relación con la comodidad, movilidad, seguridad y confort que experimenta el usuario al circular normalmente en una mediana velocidad. Para su estudio, podemos reconocer cinco niveles de servicio, como lo indica el Manual NEVI 12: “Estos niveles de servicio se identifican con las letras A, B, C, D y E; un sexto nivel, F, se caracteriza por un tránsito completamente congestionado con operación de: pare y siga” (Vial 2012). Así mismo, este manual nos presenta en la Tabla 2.1 el cual relaciona los volúmenes de servicio con las velocidades máximas que permiten la circulación en una vía de dos carriles.

Tabla 2.1: Relación de características por niveles de servicio en una carretera de 2 carriles. Fuente: NEVI 12

NIVEL DE SERVICIO	ESTADO DE FLUJO	VELOCIDAD MÁXIMA DE CIRCULACIÓN	VOLUMEN DE SERVICIO
A	Flujo libre	100 km/h	500 vph
B	Flujo estable	80 km/h	1.200 vph
C	Flujo estable	65 km/h	2.000 vph
D	Flujo casi inestable	55 km/h	2.400 vph
E	Flujo inestable	45 km/h	2.800 vph
F	Flujo forzado	40 km/h	Variable (0 a máx)

2.4. NIVEL DE SERVICIO

El conocimiento de estos niveles de servicio es clave para una correcta interpretación del estado de satisfacción de la vía, por tanto, es necesario en el estudio de estas en la búsqueda de soluciones al posible congestionamiento. El manual de Capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles de INVIAS expone a detalle las características de cada Nivel de Servicio mostradas en la Tabla 2.2 elaborada por propia autoría con información recogida de dicho manual. Así mismo indica el cálculo correspondiente para el nivel de Servicio, el cual parte de una velocidad en condiciones ideales, que van reduciéndose a medida que se le aplica factores de corrección.

Tabla 2.2: Definición de niveles de servicio. Fuente: NEVI 12

Nivel de Servicio	Definición
A	Este nivel representa un flujo libre presente en una vía con adecuadas condiciones geométricas. La movilidad y la libertad para conducir a velocidades deseadas son óptimas debido a la ausencia de problemas de interferencia con otros usuarios y las adecuadas condiciones topográficas de la zona.
B	En este nivel empiezan a percibirse ciertas restricciones al flujo libre o ciertas condiciones geométricas que obligan a los usuarios a reducir la velocidad.
C	Este nivel se caracteriza por presentar condiciones propias de un flujo estable, donde ciertas condiciones geométricas y/o de pendiente producen restricciones de velocidades y maniobrabilidad al tener interferencias tolerables con otros vehículos.
D	En este nivel, a pesar de todavía presentarse un flujo estable como en el nivel C, es notable la ausencia de libertad de movilidad y velocidad ya que se presentan frecuentes interferencias con usuarios.
E	En este nivel se cuenta con velocidades bajas aunque con un tránsito que fluye sin interrupciones impidiendo la capacidad de rebasar, esto provoca que la comodidad y libertad sea escasa.
F	Este nivel representa unas condiciones de congestionamiento total, provocada por una demanda bastante superior a la capacidad, haciendo que el flujo sea interrumpido.

2.4.1. Nivel de Servicio en Rotondas (Según el HCM 2010)

Una posible analogía para entender los niveles de servicio en rotondas sería compararlos con el flujo de agua en una tubería. Al igual que el flujo de agua en una tubería se puede medir en

2.4. NIVEL DE SERVICIO

términos de caudal, el flujo vehicular en una rotonda se puede medir en términos de vehículos por hora.

Además, al igual que el diámetro de una tubería influye en la cantidad de agua que puede pasar por ella, el tamaño y diseño de una rotonda influyen en la capacidad de vehículos que pueden circular por ella.

Finalmente, al igual que una tubería puede sufrir obstrucciones que reduzcan el flujo de agua, en una rotonda la presencia de conflictos y cuellos de botella pueden reducir la capacidad y el nivel de servicio.

A continuación, se muestra una tabla que resume los niveles de servicio en rotondas según el HCM 2010:

Tabla 2.3: Niveles de Servicio en Rotondas. Fuente: Autores.

Nivel de servicio	Descripción	Tiempo de espera (seg.)
A	Flujo libre	<10
B	Pequeñas demoras al entrar a la rotonda	10-20
C	Demoras moderadas al entrar a la rotonda	20-35
D	Demoras largas al entrar a la rotonda	35-55
E	Congestión y demoras significativas al entrar a la rotonda	55-80
F	Congestión extrema, casi incapacidad de entrar a la rotonda	>80

2.4.2. Diferencia en términos de Nivel de Servicio entre Rotondas e Intersecciones Comunes (Según el HCM 2010)

Las glorietas generalmente operan con niveles de servicio superiores a las intersecciones comunes. En las glorietas, la fluidez del tráfico se mantiene mediante la eliminación de la necesidad de detenerse completamente en las intersecciones. Además, la dirección y la velocidad del tráfico están controladas, lo que reduce las posibilidades de colisiones frontales o laterales graves. En comparación, las intersecciones comunes pueden experimentar congestionamiento debido a la necesidad de detenerse y dar paso a otros vehículos. La capacidad en las glorietas también se mantiene mejor que en las intersecciones comunes durante los períodos de mayor demanda, todo esto en situaciones ideales y cuando la rotonda esté bien diseñada.

2.5. LA VELOCIDAD

En cuanto a los niveles de servicio específicos, el HCM 2010 proporciona tablas para cada tipo de intersección y su respectivo nivel de servicio. Para las glorietas, la tabla de niveles de servicio se encuentra en la sección 21 del HCM 2010, mientras que para las intersecciones comunes, la tabla se encuentra en la sección 10. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los niveles de servicio pueden variar dependiendo de factores como el diseño de la intersección, el volumen de tráfico, la configuración del área circundante y las condiciones climáticas. (Board 2010)

A continuación se presenta una tabla comparativa de los niveles de servicio para intersecciones comunes y rotondas según el HCM 2010:

Tabla 2.4: Diferencia en Nivel de Servicio entre Rotondas e Intersecciones. Fuente: Autores

Factor	Intersección Común	Glorieta
Volumen de Tráfico	LS A-C	LS A-E
Velocidad Media	LS A-C	LS A-E
Demora por Vehículo	LS A-C	LS A-E
Calidad de Movimiento	LS A-C	LS A-E
Flujo Vehicular no Conflicto	LS A-B	LS A-D
Facilidad de Movimiento Peatonal	LS A-D	LS A-E
Seguridad	LS A-B	LS A-E
Variabilidad en la Velocidad	LS A-C	LS A-E

En esta tabla, “LS“ representa ”Level of Service” o ”Nivel de Servicio”, mientras que las letras indican los diferentes niveles de servicio: A-E, siendo A el mejor nivel de servicio y E el peor. Se puede observar que en todos los factores, las rotondas tienen un mejor nivel de servicio que las intersecciones comunes, siendo el mayor beneficio en la seguridad y la facilidad de movimiento vehicular y peatonal.

2.5. La Velocidad

Es uno de los factores esenciales para el transporte, puesto que de esta depende el tiempo que se genera en el traslado de usuarios o cosas de un sitio hacia otro. Entonces, la velocidad que un conductor opta en una carretera depende de las capacidades del conductor /vehículo, así como, de las siguientes características:

2.5. LA VELOCIDAD

- a) Características de la vía y de la zona en la que transita.
- b) Condiciones de tiempo.
- c) Presencia de otros vehículos en la vía.
- d) Limitaciones legales y de control.

Estos efectos tienden a combinarse debido a ciertas incertidumbres que no podemos prever, debido a esto, lo ideal sería lograr una velocidad uniforme, logrando así el objetivo de traslado.

Para el diseño de una carretera se debe satisfacer las demandas de servicio generadas al usuario de la forma más segura y económica. Una desventaja sería no adecuar la carretera para un tráfico futuro o que la carretera haya llegado al límite de capacidad como es el caso que se estudia. (Vial 2012)

Una forma de obtener la velocidad de operación promedio de una carretera consiste en medir la velocidad promedio en un punto, en otras palabras, el promedio de todos los vehículos que pasaron por aquel punto.

La Tabla 2.5 relaciona la velocidad de diseño con la operación en tramos rectos o de curvatura pequeña para carreteras de 2 carriles. NEVI 12.

Tabla 2.5: Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras de 2 carriles. Fuente: NEVI 12

VELOCIDAD DE DISEÑO km/h	VELOCIDAD DE OPERACIÓN PROMEDIO - km/h VOLUMEN DE TRÁNSITO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-
120	105	85	-

Según la NEVI 12 al estudiar el trazado de un tramo se calculará la velocidad de planeamiento y se comparará, tanto con la velocidad de proyecto, como con las velocidades de planeamiento de los tramos adyacentes, para estimar la homogeneidad de la geometría del tramo. (Vial 2012)

Los factores necesarios para el estudio de carreteras serían:

- a) Las condiciones topográficas y del entorno.
- b) Las consideraciones ambientales.
- c) La consideración de la función de la vía dentro del sistema de transporte.
- d) La homogeneidad del itinerario o trayecto.
- e) Las condiciones económicas.
- f) Las distancias entre accesos, y el tipo de los mismos.
- g) Mejorar las condiciones de seguridad en tránsito.

2.6. Capacidad

Otro factor que controla un diseño de carreteras y el tránsito que circula en ella, es la capacidad de acomodar el flujo vehicular. Consideramos dos categorías: en condiciones de flujo ininterrumpido y condiciones de flujo interrumpido. El primero ocurre en carreteras rurales donde la población no se ha desarrollado mucho y el flujo de tránsito es bajo, o también en autopistas o carreteras donde se tiene control de accesos o el número de carriles permite un flujo constante. En flujo interrumpido es aquel que se presenta en aquellas vías con zonas pobladas. (Vial 2012)

Según el Highway Capacity Manual HCM 2010, manual dedicado específicamente al estudio de la capacidad de carreteras, define el término de capacidad como: "máximo número de vehículos que puede pasar por una sección dada de un carril o de una carretera, durante un periodo dado y bajo las condiciones de tránsito". (Board 2010)

El volumen de tránsito es "el número de vehículos que pasan por una sección durante cierto período de tiempo". Si el volumen llega a ser menor que su capacidad según la NEVI 12, los conductores tienen libertad de maniobra y puede existir un flujo más rápido debido a que permite incrementar la velocidad; si se presenta lo contrario y el volumen de tránsito supera la capacidad, se presenta lo que conocemos como congestión vehicular: en la que todos los vehículos viajan a la misma velocidad establecida por vehículos que circulan más lento, existe también imposibilidad de rebasar a otros vehículos. Entonces la velocidad de viaje y la oportunidad de maniobrar los vehículos queda limitado con respecto al volumen.

El término de capacidad se usa con el mismo sentido que del volumen de servicio del HCM

2010, con el fin de acomodar el volumen de tránsito que permita un nivel apto de serviciabilidad en la vía. Como este nivel es comparable con un intervalo de velocidad media de circulación para describir las condiciones de operación que el diseñador busca para proporcionar a los usuarios, se determinan las características de diseño de la carretera y la correspondiente velocidad media de operación que den una capacidad de diseño que sea igual al 125% del volumen de diseño. Tal y como se muestra en la Tabla 2.1. (Vial 2012)

2.6.1. Diferencia en la Capacidad de Glorietas e Intersecciones Comunes (Según HCM 2010)

Según el HCM 2010, las glorietas tienen una capacidad más alta que las intersecciones comunes debido a que los conductores no tienen que detenerse completamente, lo que reduce los retrasos y las colas. Además, en las glorietas, los flujos de tráfico se mezclan en lugar de chocar, lo que aumenta la capacidad. (Board 2010)

Se establece que la capacidad de una intersección se puede medir en términos de flujo máximo y grado de saturación, y que estos parámetros se ven afectados por factores como la geometría de la intersección, la demanda de tráfico y las restricciones de tráfico.

En términos de flujo máximo, una glorieta puede manejar hasta 2000 vehículos por hora por carril (vphpl), mientras que una intersección común puede manejar entre 1200 y 1800 vphpl dependiendo de la geometría.

En cuanto al grado de saturación, se establece que una glorieta puede funcionar de manera eficiente con una saturación del 50% al 70%, mientras que una intersección común puede funcionar eficientemente con una saturación del 80% al 90%. (Board 2010)

A continuación, se presenta una tabla comparativa de la capacidad vial de las glorietas y las intersecciones comunes según el HCM 2010:

Tabla 2.6: Diferencia de Capacidad entre Rotondas e Intersecciones Comunes. Fuente: Autores

	Flujo máximo (vphpl)	Grado de saturación (%)
Glorietas	Hasta 2000	50-70
Intersecciones comunes	1200-1800	80-90

2.7. Seguridad

Las carreteras modernas se diseñan con la finalidad de proporcionar viajes seguros, eficientes y cómodos.

Para lograr un traslado seguro, se debe diseñar aplicando las mejores técnicas de ingeniería en cuanto a diseño geométrico de carreteras. La seguridad aplicada debe comenzar desde la construcción original de la vía, utilizar ciertas especificaciones preliminares que permitan un bajo número de siniestros.

Los siniestros rara vez son producidos por causas sencillas, los factores que pueden influenciar directamente son: el conductor, el vehículo y la vía. Debido a que, el estudio se centra en la parte del diseño, hay que tener en cuenta las situaciones psicológicas del conductor a la hora de tomar el volante, cometer un error de percepción o de criterio o una mala maniobra, fácilmente puede producir siniestros.

El diseño comienza con la finalidad de que el conductor no deba tomar decisiones complicadas que limiten su viaje, por el contrario, que sea un proceso en el que tenga tiempo de optar por la mejor decisión y tenga tiempo de reaccionar ante un posible colapso. La velocidad es un factor que influye en los siniestros de tránsito, aunque de forma relativa. No podemos decir que velocidad es más segura con respecto a otra, debido a las diversas clases de conductores, autos, carreteras, etc. La velocidad más segura de cada carretera depende de los aspectos de diseño, volumen de tráfico, población aledaña a la vía, etc. (Vial 2012)

El diseño vial debe tener en cuenta la seguridad y adaptarla a la velocidad requerida por los conductores locales, además de tener en cuenta las características individuales de los conductores y el propósito de su viaje. También es importante considerar la composición del tráfico, incluidos los diferentes tipos de vehículos y la proporción de vehículos comerciales o camiones en la carretera. En este contexto, surge el concepto de “vías autoexplicativas”, cuyo propósito es informar claramente a los conductores sobre cómo deben comportarse y qué pueden esperar durante el viaje. Esto se logra a través de imágenes y señales que brindan información de tráfico relevante, como límites de velocidad, indicaciones de dirección y prohibición de rebasar. (AASHTO Green Book: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2018) (FIA Guide for Road Safety Measures 2009)

Varios dispositivos de control de tránsito y carreteras según la NEVI 12 son:

- a Señales de tránsito: avisos colocados verticalmente según normas especiales.
- b Marcas viales: símbolos pintados sobre el pavimento.
- c Señales en etapas de construcción y conservación.
- d Barreras de Seguridad.
- e Mitigadores de Impacto.
- f Sistemas de control con semáforo.

Ciertas investigaciones y estudios realizados a nivel mundial han demostrado que las rotondas son más seguras que las intersecciones convencionales. Un estudio llevado a cabo por el Instituto de Seguridad en Autopistas de Virginia (VHSI) en 2001, comparó las rotondas con intersecciones de dos y cuatro vías en todo el estado de Virginia. Los resultados mostraron que las rotondas redujeron los siniestros en un 75 % y las lesiones en un 90 % en comparación con las intersecciones convencionales. (V. D. o. Transportation 2003)

Otro estudio realizado en el Reino Unido por el Departamento de Transporte en 2005 también encontró una reducción significativa en el número de siniestros y lesiones en las rotondas en comparación con las intersecciones convencionales. El estudio encontró una disminución del 39 % en siniestros con lesiones y del 76 % en lesiones graves en comparación con las intersecciones de cruce convencionales. (Transport 2005)

Además, un estudio realizado por el Departamento de Transporte de Minnesota en 2003 comparó las rotondas con las intersecciones semafóricas y encontró que las rotondas reducían los siniestros en un 35 % y los siniestros con lesiones en un 76 %. También encontraron que las rotondas reducían los costos de mantenimiento y operación a largo plazo en comparación con las intersecciones semafóricas. (M. D. o. Transportation 2005)

Estos estudios son solo algunos ejemplos de la investigación que respalda la seguridad y eficacia de las rotondas en comparación con las intersecciones convencionales. Es importante destacar que la seguridad en las rotondas depende de una correcta planificación y diseño, así como de la educación y familiarización de los conductores con el uso de las rotondas. (USA n.d.)

2.8. Tipos de Medición de Flujo Vehicular

Según la Norma Ecuatoriana de Vialidad NEVI 12, existen dos tipos de mediciones de flujo vehicular que se pueden realizar para determinar el volumen y la composición del tráfico vehicular en las carreteras:

1. **Medición manual:** Este tipo de medición implica la observación directa y manual del tráfico vehicular en un punto de la carretera durante un período determinado de tiempo. Se pueden utilizar hojas de conteo o dispositivos electrónicos portátiles, como contadores manuales o dispositivos móviles, para registrar los datos. La medición manual es útil para evaluar el nivel de congestión del tráfico y para planificar medidas para mejorar la movilidad vial. (Vial 2012)
2. **Medición automática:** Este tipo de medición implica la utilización de equipos electrónicos, como sensores de presencia, cámaras de video, lazos magnéticos y dispositivos de detección de vehículos, para contar automáticamente el volumen y la velocidad del tráfico vehicular en un punto de la carretera. La medición automática es útil para evaluar la capacidad de la carretera y para planificar medidas para mejorar la seguridad vial. (Vial 2012)

2.8.1. Tráfico Promedio Diario Anual TPDA

La norma ecuatoriana vial NEVI 12 establece los criterios para el diseño y construcción de carreteras y caminos. En la sección correspondiente al "tráfico", la NEVI 12 establece los siguientes rangos de tráfico promedio diario anual (TPDA) para diferentes tipos de carreteras y caminos en Ecuador:

- Vías urbanas: Menos de 2.500 vehículos por día
- Vías suburbanas: De 2.500 a 5.000 vehículos por día
- Vías rurales de conexión local: Menos de 1.000 vehículos por día
- Vías rurales de conexión intermedia: De 1.000 a 2.500 vehículos por día
- Vías rurales de conexión regional: De 2.500 a 5.000 vehículos por día

2.8. TIPOS DE MEDICIÓN DE FLUJO VEHICULAR

- Vías de alta capacidad: Más de 5.000 vehículos por día

Además, la NEVI 12 establece que el TPDA se debe estimar tomando en cuenta varios factores, tales como:

1. Temporadas

El tráfico en una vía puede verse afectado por factores estacionales como el clima, eventos culturales y hábitos de viaje cambiantes a lo largo del año. Es importante considerar estas variaciones estacionales al estimar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), ya que puede impactar en el diseño, planificación, gestión del tráfico y seguridad vial. Es necesario realizar un análisis cuidadoso de las variaciones estacionales en el tráfico para desarrollar estrategias efectivas y abordar estos cambios en la gestión y diseño de las vías. (Vial 2012) (Board 2010)

2. Sentidos

El sentido del flujo vehicular es uno de los factores que deben ser considerados en el análisis del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) según la norma ecuatoriana vial NEVI 12. La NEVI 12 establece que el tráfico puede variar según el sentido del flujo vehicular, por lo que se deben tomar en cuenta estas variaciones al estimar el TPDA. (Vial 2012) (Board 2010)

3. Días de la semana

El tráfico puede variar según los días de la semana. Por lo tanto, se deben tomar en cuenta estos factores al estimar el TPDA. (Vial 2012) (Board 2010)

4. Tipo de vehículos

El tráfico vehicular en una vía puede ser muy diverso y estar compuesto por distintos tipos de vehículos, como vehículos livianos, buses, camiones y motocicletas. Cada tipo de vehículo tiene características distintas que pueden afectar la capacidad de la vía para manejar el tráfico. Los vehículos más grandes y pesados, como los camiones y autobuses, requieren de más espacio para maniobrar, lo que puede afectar la velocidad y fluidez del tráfico. Los vehículos livianos pueden tener un menor impacto, pero su número y patrones de uso también deben ser considerados. Es importante tener en cuenta que el tipo de vehículo puede variar

según la hora del día, la temporada y el día de la semana, lo que también debe ser considerado en el análisis del tráfico. (Vial 2012) (Board 2010)

5. Vialidad de flujos

La vialidad de los flujos vehiculares puede estar influenciada por diversos factores, como el sentido del flujo, la hora del día y las condiciones climáticas. Es por ello que resulta crucial considerar estos factores al estimar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de una vía, según la norma ecuatoriana vial NEVI 12. La dirección del flujo vehicular puede variar en función de la hora del día, así como del día de la semana. Por ejemplo, durante las horas pico en la mañana y en la tarde, es probable que el flujo vehicular esté orientado hacia el centro de la ciudad, mientras que en la tarde-noche el sentido del flujo podría invertirse. También se deben considerar las temporadas del año, en las que el sentido de los flujos vehiculares podría cambiar debido a la afluencia de turistas o al aumento del tráfico comercial. (Vial 2012) (Board 2010)

6. Asimilación y valores muestrales

existen técnicas ampliamente utilizadas para obtener una estimación precisa del TPDA a partir de datos recopilados durante un período de tiempo determinado, como la asimilación y los valores muestrales. La selección adecuada de la muestra es esencial para garantizar la precisión de la estimación del TPDA, considerando diversos factores como la ubicación de la vía, el tipo de vehículos que transitan por ella y la hora del día. La determinación del tamaño muestral necesario para estimar el TPDA debe considerar factores como la variabilidad del tráfico, la precisión deseada y la confianza estadística. Es importante tener en cuenta que estos rangos y factores son solo para fines de diseño y construcción de carreteras y caminos en Ecuador y pueden variar en otros países y normativas, y que se refieren al promedio diario anual estimado para la planificación y el diseño a largo plazo. (Vial 2012) (Board 2010)

2.9. Software AIMSUN

El software Aimsun es un simulador de tráfico que consta de módulos separados para la asignación de tráfico y la carga de la red. Proporciona un entorno extensible que combina todas las

herramientas necesarias para los profesionales del transporte. En Aimsun, la integración implica la simulación microscópica, mesoscópica y macroscópica en una sola aplicación de software, con una representación única de la red y una base de datos unificada para los objetos y datos de soporte. Además, permite incluir múltiples escenarios en la misma red, como demandas, planes de control, horarios de transporte público, acciones de gestión de tráfico y modificaciones en la geometría mediante el sistema de revisión cuando no se pueden incluir en el mismo archivo de red. (C. Moyano Tobar 2014)

Mediante la implementación de este sistema, podemos presentar de mejor manera el análisis realizado, uno de los beneficios que se tiene es la obtención de Niveles de Servicios en la zona de estudio, para datos actuales y futuros.

Capítulo 3

Metodología

3.1. Nivel de servicio y capacidad vial

3.1.1. Introducción

El crecimiento de la ciudad de Cuenca ha sido un tema relevante en los últimos años debido a su impacto en las vías y en la movilidad urbana. (Peralta 2015) trata la relación entre el crecimiento urbano de Cuenca y la movilidad en la ciudad, argumentando que la rápida expansión del área urbana de la ciudad ha tenido un impacto negativo en el transporte, lo que ha llevado a un aumento en la congestión del tráfico, tiempos de viaje más largos y niveles más altos de contaminación del aire.

En el presente capítulo se detalla el área que alimenta a la intersección de estudio, la cual conecta la Av. 24 de Mayo y la Calle Rayoloma con distintos sectores del sudeste de la ciudad de Cuenca como lo son Parroquias de Monay, Totoracocha, El Valle, Paccha y la Autopista Cuenca-Azogues, realizar el estudio de tráfico requiere de una recopilación detallada de información para conocer las características de la vía y del flujo vehicular que circula por ella. Es importante recopilar datos sobre la vía, como su ancho, número de carriles, longitud y anchura de las intersecciones, señalización vertical y horizontal, tipo de pavimento, entre otros.

También es necesario registrar datos sobre el flujo vehicular, como el número de vehículos que circulan en diferentes horarios, la velocidad media y máxima de los vehículos, los tipos de vehículos que circulan, su origen y destino, entre otros. Para recopilar esta información, se pueden

3.1. NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VIAL

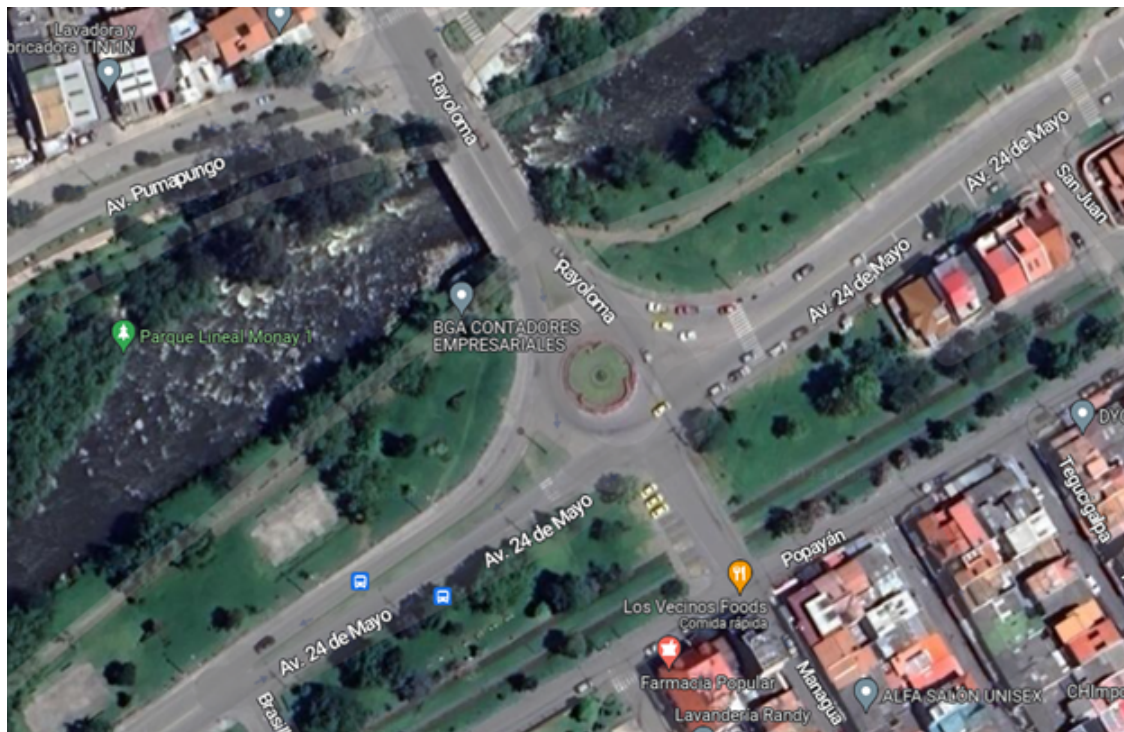
utilizar diferentes técnicas, como el conteo vehicular manual, el uso de cámaras de video, la medición de la velocidad con radares y la observación directa de los peatones. Se debe garantizar que el levantamiento de información sea riguroso y completo para obtener resultados precisos que permitan tomar decisiones adecuadas en la planificación del tráfico.

3.1.2. Zona de Estudio

Ubicación

El área de estudio se ubica en la Ciudad de Cuenca en la parroquia de Monay (Sector del Bosque de Monay) con coordenadas 725072.00 m Este y 9679310.00 m Sur. La intersección objeto del estudio es alimentada por la Av. 24 de Mayo y la Calle Rayoloma, mismas que al verse afectadas por la Av. Pumapungo, la Av. Gonzales Suarez, la Autopista Cuenca-Azogues genera una alta demanda en el flujo vehicular debido a la entrada y salida de vehículos de la ciudad.

Ilustración 3.1: Ubicación. Fuente:Google.



Descripción

Ilustración 3.2: Foto de la Intersección captada por dron. Fuente: Autores.



Las calles: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma, cuentan cada una con calzadas de 2 carriles, teniendo movimientos en ambos sentidos. La rotonda en cuestión permite generar 4 giros por carril, teniendo un total de 16 movimientos en toda la intersección.

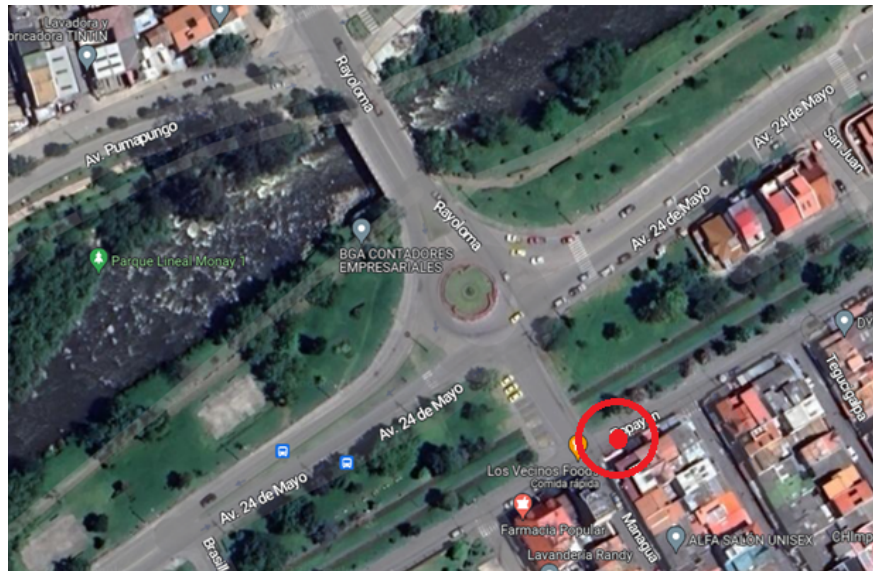
3.1.3. Levantamiento de Información

Ubicación de Equipos para Conteo Vehicular

Las cámaras fueron instaladas en la calle Popayán y Monagua como se muestra en la imagen 3.3, la elección del lugar se hizo con base en la facilidad que se generaba a la hora de su visualización, ambas cámaras permiten ver las estaciones definidas. De igual forma, la instalación fue realizada en una propiedad privada debido a que se corrían riesgos de hurto de estas cámaras.

3.1. NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VIAL

Ilustración 3.3: Ubicación de Equipos de Conteo. Fuente: Google.



Ubicación de Estaciones y Determinación de Giros

Las estaciones fueron ubicadas de manera estratégica, la Estación E1 se encuentra ubicada en la parte Noreste de la glorieta, la Estación E2 se encuentra ubicada en la parte Sureste de la misma, la Estación E3 se encuentra en la parte Suroeste y la Estación E4 en la parte Noroeste. Tanto las Estaciones E1 y E4 compiten a la Calle Rayoloma y las Estaciones E2 y E4 compiten a la Av. 24 de Mayo. En la imagen 3.4 se visualiza de mejor manera las estaciones y en la imagen 3.5 un resumen de las estaciones sobre cada vía a la que compiten.

3.1. NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VIAL

Ilustración 3.4: Descripción de Estaciones y Giros. Fuente: Autor.

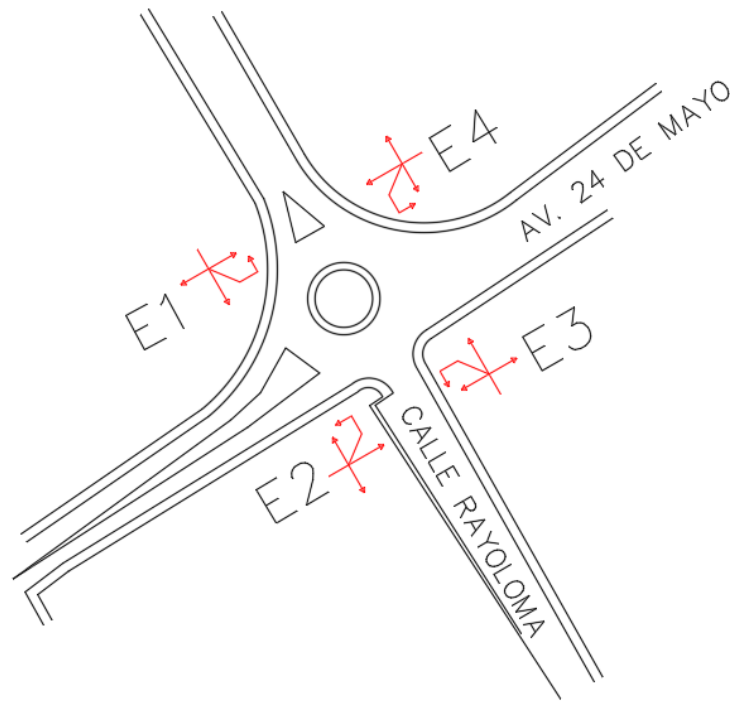
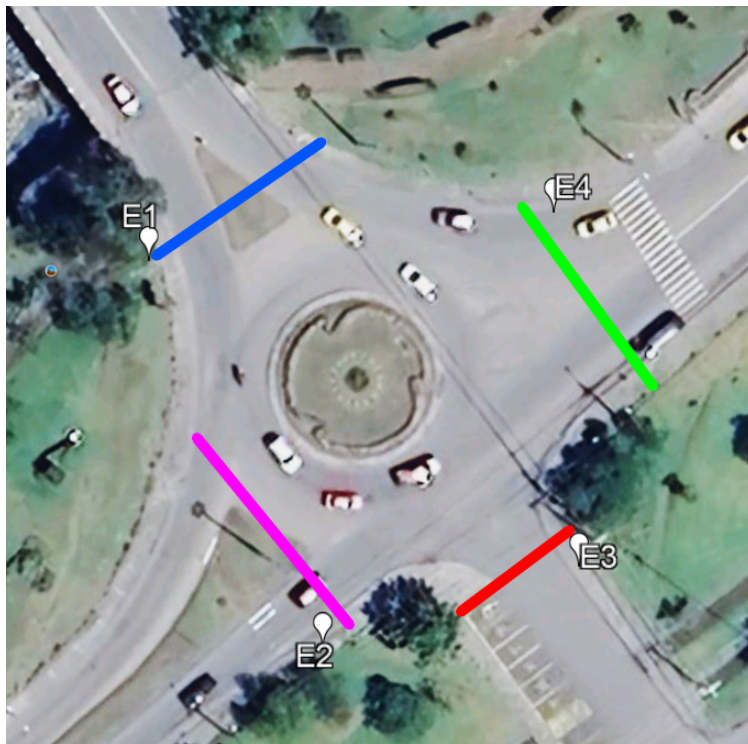


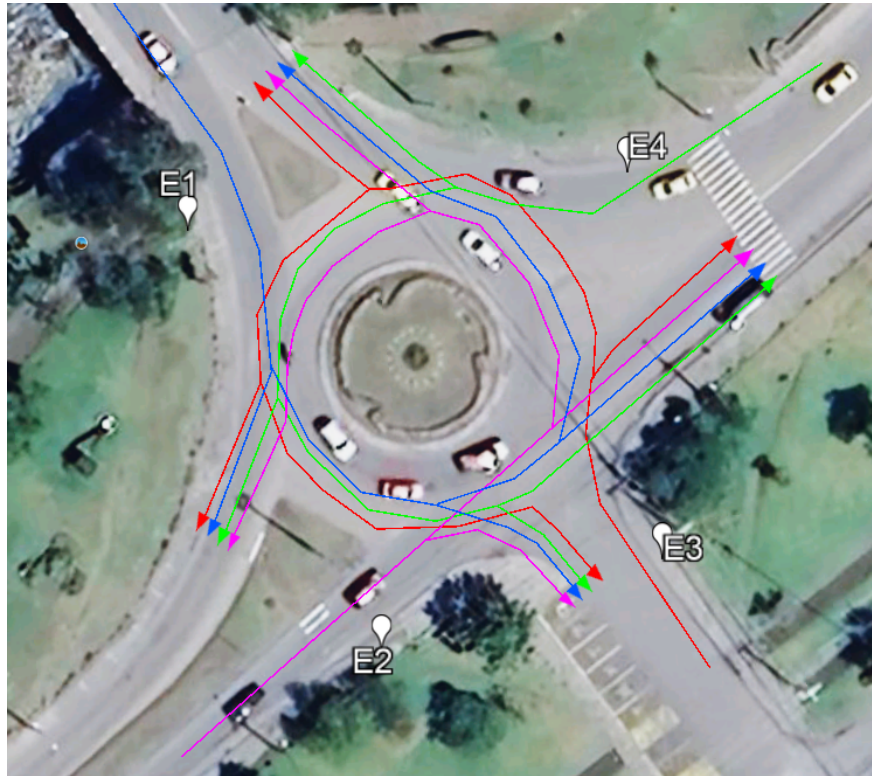
Ilustración 3.5: Estaciones. Fuente: Autor.



3.1. NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VIAL

Como se aprecia en la imagen 3.6, cada estación (E1, E2, E3, E4) implica la llegada hacia la rotonda desde ambas vías, cada una representó 4 movimientos, teniendo movimientos hacia el frente, a la derecha, a la izquierda y por último giro en u como retorno.

Ilustración 3.6: Giros. Fuente: Autor.



Conteo Vehicular

El proceso empezó con establecer una metodología de conteo para definir la manera más ágil de trabajar, por ejemplo, establecer los giros posibles en las rotondas y la división de trabajo para el conteo (las cuales han sido presentadas anteriormente).

El conteo se realizó durante las 24 horas de todos los días: Lunes 23, Martes 24, Miércoles 25, Jueves 26, Viernes 27, Sábado 28 y Domingo 29 de Enero.






El procedimiento seguido para contabilizar y clasificar los vehículos implicó el uso del esquema mostrado en el esquema 3.7, donde se registró el número de vehículos que transitan por cada estación en un intervalo de tiempo de 15 minutos intercaladamente hasta completar las 24 horas, y se categorizó los vehículos según su peso, incluyendo vehículos livianos, buses, camiones con sus características específicas de número de ejes (2 y 3), así como motocicletas.

3.1. NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VIAL

Como se indicó anteriormente, cada estación permitió evaluar 4 tipos de giro, con un total de 16 movimientos, teniendo así un total de 16 conteos realizados por cada día de conteo.

Para ingresar los datos correctamente, es necesario la utilización de un formato que tenga espacios designados para la clasificación de los vehículos según su destino. Al analizar los datos, se pueden obtener tanto los ingresos a la intersección como la matriz de giros, ya que ambos aspectos se registran en el mismo formato utilizado para la contabilización de los vehículos.

Ilustración 3.7: Esquema de conteo vehicular. Fuente: Autores.

CONTEO CLASIFICADO DE GIROS DE TRÁFICO																									
Intersección: Avenida 24 de Mayo y Calle Raí										Sentido:				Fecha:											
Encuestador: Campoverde Bustos Sebastian Alejandro, Fajardo Zc														Hora inicio: 00h00											
Estación: E#														Hora Fin: 20h00											
Periodo Horas	Periodo 15 minutos	HACIA LA IZQUIERDA					HACIA EL FRENTE					HACIA LA DERECHA					GIRO EN U								
																									
		Livianos	Buses	Camiones		Trailer	Motos	Livianos	Buses	Camiones		Trailer	Motos	Livianos	Buses	Camiones		Trailer	Motos	Livianos	Buses	Camiones		Trailer	Motos
				2 Ejes	3 Ejes					2 Ejes	3 Ejes					2 Ejes	3 Ejes					2 Ejes	3 Ejes		
0 - 1 am	0-15																								
	15-30																								
	30-45																								
	45-60																								
1 - 2 am	0-15																								
	15-30																								
	30-45																								
	45-60																								
2 - 3 am	0-15																								
	15-30																								
	30-45																								
	45-60																								
3 - 4 am	0-15																								
	15-30																								
	30-45																								
	45-60																								
4 - 5 am	0-15																								
	15-30																								
	30-45																								
	45-60																								

3.1.4. Resumen de la Hoja de Cálculo empleada

Una explicación breve del Excel utilizado para el cálculo del TPDA y Proyección se encuentra distribuido de la siguiente manera: cuatro hojas principales están destinadas a la obtención de datos de conteo. Cada una de estas hojas representa una estación (si la intersección de estudio cuenta con más o menos ramales, se agregará una estación por cada ramal), cada una de estas estaciones, como se mencionó anteriormente, cuenta con movimientos como giro a la izquierda, frente, giro a la derecha y giro de retorno. En cada uno de los movimientos la distribución de tráfico se encuentra definida en vehículos livianos, buses, camiones de 2E y 3E, y motos; el esquema de conteo se subdivide en intervalos de 15 minutos, a su vez, al completar 4 intervalos de

3.1. NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VIAL

15 minutos obtenemos 1 hora de conteo, en estas 4 hojas de ingreso de datos, permite la obtención de un resumen por hora e identificar la hora de mayor tráfico u hora pico, los parámetros como el intervalo de mayor flujo vehicular también se encuentra expresado al igual que el volumen de diseño.

Una vez obtenido el conteo por estación, se presenta una hoja denominada resumen/intersección con todas las estaciones presentadas por entradas y salidas de vehículos, esto quiere decir que la hoja automáticamente identifica los giros realizados desde cada estación hacia los ramales de la rotonda y separa los vehículos que ingresan hacia la intersección y salen de la intersección.

El Excel en cuestión automatiza el cálculo del TPDA, ya que mediante el resumen de entradas/salidas de vehículos de cada estación, se obtiene una Matriz de Origen/Destino, esta matriz representa el volumen total vehicular con el que cuenta la intersección a lo largo del día, pero distribuido por total de vehículos que entran y salen de cada estación, al final realiza una sumatoria para la obtención del volumen general. A su vez, realiza el cálculo de factores horario, diario, mensual que son esenciales para obtener el TPDA. Para la obtención de la Tabla 4.15 de Consumo de Combustibles de 2022 se calcula una proyección con los datos de los años 2019, 2020 y 2021 de consumo de combustibles en la provincia del Azuay separados por tipo de combustible y cantidad, ya que, estableciendo un promedio del consumo, podemos obtener la cantidad, si el consumo es continuo y varía, no es exacto, el porqué no se utilizó datos de la rendición de cuentas de consumos pétreos en la provincia del Azuay en 2022 se debe a que la rendición de cuentas de consumo pétreo para 2022 aún no se encuentra disponible.

Capítulo 4

Cálculos y Análisis de Resultados

4.1. Introducción

La realización de un análisis de tránsito es esencial para la gestión y la planificación de la movilidad urbana en las ciudades. Este tipo de estudio permite la medición y evaluación del flujo de vehículos, peatones y ciclistas en un área determinada o corredor callejero y proporciona información relevante para la toma de decisiones en relación con la seguridad del tráfico, la eficiencia del transporte y el bienestar de los residentes. En este estudio se utilizan varias técnicas y métodos para analizar el comportamiento del tráfico, como la velocidad, la densidad y el volumen del vehículo, así como la capacidad de la infraestructura de la calle. Según (Kim y Choi 2020), la implementación de técnicas avanzadas de análisis de datos, así como las tecnologías de información y comunicación en el análisis de transporte, puede mejorar significativamente la calidad de los resultados y la efectividad de las soluciones propuestas, por lo que este informe utiliza cámaras en Contado e incluso software de simulación de tráfico.

4.2. Cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

4.2.1. Procesamiento de Datos

El procesamiento de la información recopilada incluye convertir los datos recibidos en una tabla de acuerdo con el formato de hoja de cálculo establecido. Esta importación se realizó

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

utilizando esquemas similares a los utilizados en la recolección de datos de campo, lo que permitió crear sub intervalos de 15 minutos a intervalos de una hora para cada conteo. En este caso, se realizan sumas verticales y horizontales de los datos recolectados para obtener el primer conteo correspondiente a cada día de la semana. Los datos presentados fueron recolectados durante 24 horas de toda la semana, del 23 al 29 de enero. El día de conteo con el mayor tráfico vehicular fue el viernes 27 de enero, por lo que, a continuación, se presentan solo los resultados de este día, ya que el día con más congestión es punto de partida para la proyección.

Se muestran los conteos y cálculos de tráfico por hora para cada una de las estaciones de la intersección, en la sección de Anexos se encuentran más a detalle los conteos realizados en intervalos de 15 minutos de cada día para la obtención de estos resultados, al igual que los cálculos correspondientes de TPDA y correcciones.

Las Tablas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 que se presentan en esta sección pertenecen a la sumatoria de los intervalos con los cuales se realiza el conteo, mediante estos resúmenes de giros, es posible obtener la hora pico, esta hora pico viene dada de un cálculo más a fondo realizado donde programamos la hoja para que determine específicamente dónde se encuentre la hora con mayor tráfico por estación de igual forma se realiza un cálculo a profundidad para conocer todas las entradas y salidas que pueden darse desde cada estación. Este resumen de cantidad volumétrica de vehículos de entradas y salidas de vehículos se encuentra presente en la parte de Anexos puesto a la extensión del mismo. Este análisis de la hora de mayor influencia vehicular puede incluir la determinación de los niveles promedio y máximo de tráfico, así como el estudio de patrones de tráfico a lo largo del día.

Resumen diario de conteo de tráfico Estación 1

En la tabla 4.1 se presenta el resumen por hora del conteo vehicular referente a la Estación 1.

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Tabla 4.1: Resumen de Giros por Hora Estación 1. Fuente: Autores.

RESUMEN DIARIO DE CONTEO DE TRÁFICO POR INTERSECCIÓN (VEHÍCULOS, MOTOS y BICIS)

Interseccion: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma ESTACIÓN E1 - I1 INICIO 00H00
FECHA: viernes, 27 de enero de 2023 FIN 24H00

Periodo de hora	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			Motos	Total
			2E	3E	Trailer		
00H00-01H00	65	1	1	0	1	6	74
01H00-02H00	40	1	0	1	0	1	43
02H00-03H00	17	0	0	0	0	2	19
03H00-04H00	18	0	1	0	0	1	20
04H00-05H00	27	0	0	0	0	0	27
05H00-06H00	80	7	6	0	0	7	100
06H00-07H00	411	15	4	7	0	12	449
07H00-08H00	650	21	11	6	0	13	701
08H00-09H00	542	18	15	8	1	35	619
09H00-10H00	513	13	12	1	0	13	552
10H00-11H00	460	13	15	2	1	18	509
11H00-12H00	509	19	17	8	0	31	584
12H00-13H00	657	22	17	5	0	22	723
13H00-14H00	673	17	17	5	1	23	736
14H00-15H00	565	19	18	2	1	23	628
15H00-16H00	486	13	11	0	0	30	540
16H00-17H00	627	11	12	2	0	32	684
17H00-18H00	604	13	15	1	0	27	660
18H00-19H00	598	10	11	0	0	29	648
19H00-20H00	578	11	8	2	0	24	623
20H00-21H00	390	5	1	0	0	9	405
21H00-22H00	273	1	2	1	0	6	283
22H00-23H00	206	0	2	1	0	4	213
23H00-24H00	160	0	0	0	0	3	163
TOTAL	9,149	230	196	52	5	371	10,003
%	91.46%	2.30%	1.96%	0.52%	0.05%	3.71%	100.00%

La composición vehicular que presenta la Estación 1 es:

Vehículos livianos con un total de 9149 unidades, que representa el 91.46%

Buses con un total de 230 unidades, que representa el 2.30%

Vehículos pesados y camiones con un total de 483 unidades, que representa el 2.53%

Motos con un total de 371 unidades, que representa el 3.71%

Resumen diario de conteo de tráfico Estación 2

En la tabla 4.2 se presenta el resumen por hora del conteo vehicular referente a la Estación

2.

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Tabla 4.2: Resumen de Giros por Hora Estación 2. Fuente: Autores.

RESUMEN DIARIO DE CONTEO DE TRÁFICO POR INTERSECCIÓN (VEHÍCULOS, MOTOS y BICIS)

Interseccion: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma ESTACIÓN E2 - I1 INICIO 00H00
FECHA: viernes, 27 de enero de 2023 FIN 24H00

Periodo de hora	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			Motos	Total
			2E	3E	Trailer		
00H00-01H00	61	0	1	0	0	7	69
01H00-02H00	44	0	0	0	0	4	48
02H00-03H00	23	0	0	0	0	1	24
03H00-04H00	19	0	0	0	0	0	19
04H00-05H00	15	0	0	0	1	3	19
05H00-06H00	69	7	1	0	0	4	81
06H00-07H00	328	11	3	0	0	12	354
07H00-08H00	513	12	4	1	2	21	553
08H00-09H00	437	13	6	1	0	21	478
09H00-10H00	354	10	10	2	0	20	396
10H00-11H00	268	8	14	4	0	22	316
11H00-12H00	278	13	12	6	0	20	329
12H00-13H00	418	10	20	4	0	34	486
13H00-14H00	444	11	19	4	0	32	510
14H00-15H00	320	8	12	4	0	16	360
15H00-16H00	451	13	6	0	0	33	503
16H00-17H00	412	20	5	1	0	35	473
17H00-18H00	474	18	4	1	0	43	540
18H00-19H00	452	14	2	1	1	41	511
19H00-20H00	404	9	3	0	0	33	449
20H00-21H00	335	4	2	0	0	15	356
21H00-22H00	280	0	2	0	0	14	296
22H00-23H00	193	0	1	0	0	6	200
23H00-24H00	170	0	0	0	0	5	175
TOTAL	6,762	181	127	29	4	442	7,545
%	89.62%	2.40%	1.68%	0.38%	0.05%	5.86%	100.00%

La composición vehicular que presenta la Estación 2 es:

Vehículos livianos con un total de 6762 unidades, que representa el 89.62%

Buses con un total de 181 unidades, que representa el 2.40%

Vehículos pesados y camiones con un total de 341 unidades, que representa el 2.12%

Motos con un total de 442 unidades, que representa el 5.86%

Resumen diario de conteo de tráfico Estación 3

En la tabla 4.3 se presenta el resumen por hora del conteo vehicular referente a la Estación

3.

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Tabla 4.3: Resumen de Giros por Hora Estación 3. Fuente: Autores.

RESUMEN DIARIO DE CONTEO DE TRÁFICO POR INTERSECCIÓN (VEHÍCULOS, MOTOS y BICIS)

Interseccion: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma ESTACIÓN E3 - I1 INICIO 00H00
FECHA: viernes, 27 de enero de 2023 FIN 24H00

Periodo de hora	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			Motos	Total
			2E	3E	Trailer		
00H00-01H00	8	0	0	0	0	1	9
01H00-02H00	3	0	0	0	0	0	3
02H00-03H00	1	0	0	0	0	0	1
03H00-04H00	1	0	0	0	0	0	1
04H00-05H00	5	0	0	0	0	0	5
05H00-06H00	10	1	0	0	0	0	11
06H00-07H00	54	4	0	0	0	2	60
07H00-08H00	102	2	5	0	0	10	119
08H00-09H00	47	3	4	0	0	9	63
09H00-10H00	41	2	9	0	0	8	60
10H00-11H00	38	1	9	0	0	11	59
11H00-12H00	41	1	8	4	0	15	69
12H00-13H00	82	2	12	1	0	19	116
13H00-14H00	73	3	11	0	0	18	105
14H00-15H00	40	0	7	1	0	10	58
15H00-16H00	88	0	3	0	0	11	102
16H00-17H00	90	0	2	0	0	10	102
17H00-18H00	103	0	1	0	0	14	118
18H00-19H00	99	0	3	0	0	15	117
19H00-20H00	99	0	2	0	0	14	115
20H00-21H00	65	0	0	0	0	3	68
21H00-22H00	52	0	0	0	0	2	54
22H00-23H00	38	0	0	0	0	3	41
23H00-24H00	33	0	0	0	0	0	33
TOTAL	1,213	19	76	6	0	175	1,489
%	81.46%	1.28%	5.10%	0.40%	0.00%	11.75%	100.00%

La composición vehicular que presenta la Estación 3 es:

Vehículos livianos con un total de 1213 unidades, que representa el 81.46%

Buses con un total de 19 unidades, que representa el 1.28%

Vehículos pesados y camiones con un total de 101 unidades, que representa el 5.51%

Motos con un total de 175 unidades, que representa el 11.75%

Resumen diario de conteo de tráfico Estación 4

En la tabla 4.4 se presenta el resumen por hora del conteo vehicular referente a la Estación

4.

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Tabla 4.4: Resumen de Giros por Hora Estación 4. Fuente: Autores.

RESUMEN DIARIO DE CONTEO DE TRÁFICO POR INTERSECCIÓN (VEHÍCULOS, MOTOS y BICIS)

Intersección: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma ESTACIÓN E4 - I1 INICIO 00H00
FECHA: viernes, 27 de enero de 2023 FIN 24H00

Periodo de hora	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			Motos	Total
			2E	3E	Trailer		
00H00-01H00	112	0	4	1	0	21	138
01H00-02H00	54	0	0	0	0	5	59
02H00-03H00	27	0	0	0	0	2	29
03H00-04H00	22	0	2	0	0	1	25
04H00-05H00	31	1	2	0	0	0	34
05H00-06H00	112	3	5	0	0	4	124
06H00-07H00	522	30	5	5	2	9	573
07H00-08H00	933	31	12	6	1	22	1,005
08H00-09H00	853	28	14	7	2	21	925
09H00-10H00	675	27	12	7	0	25	746
10H00-11H00	548	27	14	5	0	22	616
11H00-12H00	549	23	14	6	0	27	619
12H00-13H00	755	28	19	7	1	33	843
13H00-14H00	879	27	12	3	1	21	943
14H00-15H00	720	23	11	7	1	21	783
15H00-16H00	927	30	17	2	0	52	1,028
16H00-17H00	930	29	24	1	2	55	1,041
17H00-18H00	982	30	17	1	0	59	1,089
18H00-19H00	971	26	19	1	0	61	1,078
19H00-20H00	976	27	22	1	0	64	1,090
20H00-21H00	845	18	12	0	0	49	924
21H00-22H00	673	6	3	0	0	39	721
22H00-23H00	599	0	3	0	0	35	637
23H00-24H00	509	0	2	0	0	25	536
TOTAL	14,204	414	245	60	10	673	15,606
%	91.02 %	2.65 %	1.57 %	0.38 %	0.06 %	4.31 %	100.00 %

La composición vehicular que presenta la Estación 4 es:

Vehículos livianos con un total de 14204 unidades, que representa el 91.02 %

Buses con un total de 414 unidades, que representa el 2.65 %

Vehículos pesados y camiones con un total de 729 unidades, que representa el 2.02 %

Motos con un total de 673 unidades, que representa el 4.31 %

Resumen diario de conteo de tráfico TOTAL

En la tabla 4.5 se presenta el resumen por hora TOTAL del conteo vehicular, el resultado viene de una sumatoria tanto horizontal como vertical de las tablas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4, obteniendo el volumen de tráfico total existente sobre la intersección.

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Tabla 4.5: Resumen de Giros por Hora Intersección. Fuente: Autores.

RESUMEN DIARIO DE CONTEO DE TRÁFICO POR INTERSECCIÓN (VEHÍCULOS)

Interseccion: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma Intersección INICIO 00H00
FECHA: viernes, 27 de enero de 2023 FIN 24H00

Periodo de hora	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			Motos	Total
			2E	3E	Trailer		
00H00-01H00	246	1	6	1	1	35	255
01H00-02H00	141	1	0	1	0	10	143
02H00-03H00	68	0	0	0	0	5	68
03H00-04H00	60	0	3	0	0	2	63
04H00-05H00	78	1	2	0	1	3	82
05H00-06H00	271	18	12	0	0	15	301
06H00-07H00	1,315	60	12	12	2	35	1,401
07H00-08H00	2,198	66	32	13	3	66	2,312
08H00-09H00	1,879	62	39	16	3	86	1,999
09H00-10H00	1,583	52	43	10	0	66	1,688
10H00-11H00	1,314	49	52	11	1	73	1,427
11H00-12H00	1,377	56	51	24	0	93	1,508
12H00-13H00	1,912	62	68	17	1	108	2,060
13H00-14H00	2,069	58	59	12	2	94	2,200
14H00-15H00	1,645	50	48	14	2	70	1,759
15H00-16H00	1,952	56	37	2	0	126	2,047
16H00-17H00	2,059	60	43	4	2	132	2,168
17H00-18H00	2,163	61	37	3	0	143	2,264
18H00-19H00	2,120	50	35	2	1	146	2,208
19H00-20H00	2,057	47	35	3	0	135	2,142
20H00-21H00	1,635	27	15	0	0	76	1,677
21H00-22H00	1,278	7	7	1	0	61	1,293
22H00-23H00	1,036	0	6	1	0	48	1,043
23H00-24H00	872	0	2	0	0	33	874
TOTAL	31,328	844	644	147	19	1,661	32,982
%	95.0 %	2.6 %	2.0 %	0.4 %	0.1 %		100.00 %

De esta forma obtenemos la composición TOTAL que existe sobre la intersección de estudio.

Los vehículos livianos con un total de 31328 unidades, que representa el 94.99 %

Buses con un total de 844 unidades, que representa el 2.56 %

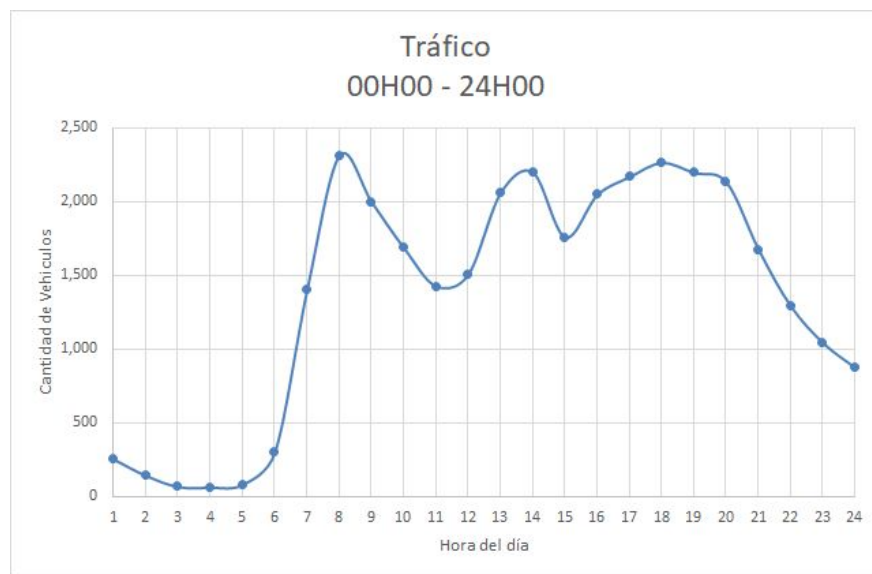
Camiones con un total de 810 unidades, que representa el 2.46 %

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Volumen de Tráfico

Basándonos en el Resumen de Giros por Hora Total de la Intersección, tabla 4.5 podemos obtener los picos horarios donde se presenta mayor volumen de tráfico, como puede apreciarse en la imagen 4.1 los picos se encuentran en los intervalos de 7H00 - 8H00, 13H00 - 14H00 y de 18H00 a 19H00 teniendo como resultado la Hora Pico de 7H00 a 8H00. Este fenómeno es similar a los demás días de conteo de la semana. En el apartado de Anexos 9 puede apreciarse de mejor manera el comportamiento del volumen de tráfico de los demás días de conteo.

Ilustración 4.1: Volumen de Tráfico. Fuente: Autor.



4.2.2. Composición de Tráfico Incluyendo Motos

De los datos obtenidos podemos obtener los componentes del tráfico teniendo así:

Tabla 4.6: Composición de Tráfico Vehicular Incluyendo Motos. Fuente: Autores.

Composición del Tráfico	Cantidad	%
Número total de vehículos y motos que circulan por la intersección	34643	100%
Livianos	3128	90.4%
Buses	844	2.4%
Camiones	810	2.3%
Motos	1661	4.8%

4.2.3. Composición de Tráfico sin Incluir Motos

De los datos obtenidos podemos obtener los componentes del tráfico, teniendo así (sin incluir motocicletas):

Tabla 4.7: Composición de Tráfico Vehicular Sin Incluir Motos Fuente: Autores

Composición del Tráfico	Cantidad	%
Número total de vehículos que circulan por la intersección	32982	100 %
Livianos	31328	95 %
Buses	844	2.6 %
Camiones	810	2.4 %

Según el análisis de composición realizado, se puede observar que el impacto de las motocicletas en el tráfico es relativamente pequeño debido a su capacidad para no ocupar un carril completo. Por esta razón, es posible que no se hayan considerado en el volumen de tráfico utilizado en el estudio. Sin embargo, es importante destacar que el Reglamento a Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (Decreto 1196, Artículo 175), (*Reglamento a Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial 2017*), establece que los vehículos deben mantener una distancia lateral de seguridad mínima de 1.5 metros al adelantar a motociclistas, aumentándola si es necesario para garantizar su seguridad.

Aunque las motocicletas no influyan significativamente en situaciones de congestión vehicular y capacidad vial, es importante tenerlas en cuenta al modelar y calcular los Niveles de Servicio. Con el fin de cumplir con el Decreto 1196 mencionado anteriormente, se incluyeron en la categoría de vehículos livianos.

4.2.4. Determinación de la Hora Pico

Usando el conteo de la semana se crea una tabla en donde se colocan las horas con picos altos de tráfico de cada día, donde esta será la hora con una demanda mayor entre los conteos.

Q15 es el volumen máximo durante 15 minutos.

VHD es el Volumen Horario de Diseño. ($VHD = Q15 * 4$)

FVH es el factor de ajuste por presencia de vehículos pesados que se calcula por la expresión:

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

$$x = \frac{100}{100 + PT \cdot (ET - 1) + PR \cdot (ER - 1)} \quad (4.1)$$

Donde PT es el Porcentaje de vehículos pesados en la corriente vehicular, incluyendo los autobuses, PR es el Porcentaje de vehículos recreativos en la corriente vehicular, ET representa los Automóviles equivalentes a un vehículo pesado y ER son los Automóviles equivalentes a un vehículo recreativo.

El resumen que se presenta en la tabla 4.8 muestra todos los valores obtenidos del cálculo realizado a cada día de conteo, se puede demostrar que el día viernes contiene los valores máximos de volumen de tráfico y hora pico.

Tabla 4.8: Resumen de la Semana de Conteo. Fuente: Autores.

INTERSECCIÓN: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma			Volumen	Q15	VHD	FMV
dia 1	lunes, 23 de enero de 2023	7H15 8H15	30,304	562	2248	0.928
dia 2	martes, 24 de enero de 2023	6H30 7H30	26,926	498	1992	0.845
dia 3	miércoles, 25 de enero de 2023	7H15 8H15	31,644	531	2124	0.994
dia 4	jueves, 26 de enero de 2023	7H0 8H0	32,027	565	2260	0.947
dia 5	viernes, 27 de enero de 2023	7H0 8H0	32,982	594	2376	0.973
dia 6	sábado, 28 de enero de 2023	18H15 19H15	26,094	520	2080	0.956
dia 7	domingo, 29 de enero de 2023	18H15 19H15	24,954	499	1996	0.987

4.2.5. Giros en la Intersección

Una vez determinada la hora pico es necesario utilizar la información del conteo para crear una matriz donde se determinan los giros en cada dirección, a esta matriz la conocemos como matriz de origen y destino. Las Estaciones (E1, E2, E3 y E4) representan el origen o punto de partida y las Salidas (S1, S2, S3 y S4) representan destino en relación con las estaciones, esto quiere decir que E1 y S1 tienen relación, E2 y S2 tienen relación, E3 y S3 tienen relación y E4 y S4 también. Como resultado, la sumatoria de todos estos giros se obtiene el total de vehículos que se presentan sobre la intersección.

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Tabla 4.9: Resumen Matriz Origen/Destino Viernes. Fuente: Autores

RESUMEN DE GIROS (Vehículos 00H00 - 24H00)

INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma
viernes, 27 de enero de 2023

INTERSECCION: I1

OVD	S1	S2	S3	S4	Total
E1	6	2,251	460	6,915	9,632
E2	2,638	12	229	4,224	7,103
E3	860	275	1	178	1,314
E4	9,669	4,958	236	70	14,933
	13,173	7,496	926	11,387	32,982

De igual forma es necesario el cálculo del porcentaje de giros, se presenta una relación entre la cantidad de vehículos existentes en cada punto para el total de vehículos que existen en la intersección. Este cálculo es clave para definir la cantidad de vehículos al momento del análisis obtenido en Aimsun, esto demuestra la relación que existe entre los datos obtenidos en campo con los simulados.

Tabla 4.10: Porcentaje de Giros Origen/Destino Viernes Fuente: Autores.

RESUMEN DE GIROS (Vehículos 00H00 - 24H00)

INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma
viernes, 27 de enero de 2023

INTERSECCIÓN: I1

OVD	S1	S2	S3	S4	Total
E1	0.06 %	23.37 %	4.78 %	71.79 %	100.00 %
E2	37.14 %	0.17 %	3.22 %	59.47 %	100.00 %
E3	65.45 %	20.93 %	0.08 %	13.55 %	100.00 %
E4	64.75 %	33.20 %	1.58 %	0.47 %	100.00 %

Estos datos nos muestran que hay una mayor concurrencia al salir de la Estación 1 con dirección a la salida S4, teniendo un 71.79%. La menor concurrencia sucede al salir de la Estación 3 con dirección a la salida S3 con tan solo un 0.08%.

4.2.6. Cálculo de Factores

El cálculo obtenido de cada uno de los días de conteo arrojó como resultado que las 24 horas de conteo del día viernes 27 de Enero de 2023 es el día con mayor flujo vehicular, teniendo un total de, 32982 vehículos sobre de la intersección.

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Factor horario y diario

Debido a que se contaron las 24 horas de los 7 días de la semana, no es necesaria ninguna corrección, por lo que ambos factores son igual a 1. Por tanto:

Factor Horario: 1.0

Factor Diario: 1.0

Factor Semanal

Para el factor Semanal se precisa una tabla donde se relaciona el número de días del mes entre los 7 días de la semana donde se obtiene:

Tabla 4.11: Tabla de factor Semanal. Fuente: Autores.

MES	No DIAS	No SEMANAS	Fs
Enero	31	4.428571429	1.107142857
Febrero	28	4	1
Marzo	31	4.428571429	1.107142857
Abril	30	4.285714286	1.071428571
Mayo	31	4.428571429	1.107142857
Junio	30	4.285714286	1.071428571
Julio	31	4.428571429	1.107142857
Agosto	31	4.428571429	1.107142857
Septiembre	30	4.285714286	1.071428571
Octubre	31	4.428571429	1.107142857
Noviembre	30	4.285714286	1.071428571
Diciembre	31	4.428571429	1.107142857
Total	365		

Fs =	1.10714286
-------------	-------------------

El estudio al ser realizado en enero tenemos que:

Factor Semanal $F_s=1.10714286$

Factor Mensual

Para el cálculo del factor mensual, disponemos del consumo de combustibles del Azuay del año 2019 al 2021.

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

La proyección de consumo de combustibles para el cálculo del tráfico futuro se basa en datos recopilados del consumo registrado desde el 2019 hasta el 2021. Estos datos abarcan todas las provincias del Ecuador, aunque para nuestros fines, nos centraremos en la provincia del Azuay. Analizando los patrones de consumo históricos y considerando factores como el crecimiento demográfico, el desarrollo económico y las tendencias de movilidad, podemos estimar la demanda futura de combustibles en esta región. Utilizando técnicas de análisis y modelado, extrapolamos los datos existentes para generar proyecciones a largo plazo. Estas proyecciones nos permiten anticipar el consumo de combustibles en el futuro y así planificar de manera adecuada las necesidades de infraestructura y transporte, contribuyendo así a una gestión eficiente y sostenible del tráfico en la provincia del Azuay.

Tabla 4.12: Tabla de Consumo de Combustibles Azuay 2019. Fuente: Recursos y Energía Gobierno del Ecuador

CONSUMO DE COMBUSTIBLES PROVINCIA DEL AZUAY 2019					
Mes	Extra	Súper	Diesel Premium	Suma	Factor Mensual
Enero	5 406 224	454 736	4 162 780	10 023 740	0.99225337
Febrero	5 113 181	454 155	3 777 981	9 345 317	1.06428598
Marzo	5 541 259	502 790	3 914 401	9 958 450	0.99875883
Abril	5 491 480	501 675	4 006 029	9 999 184	0.99469015
Mayo	5 735 689	499 588	4 148 820	10 384 097	0.95781943
Junio	5 338 320	413 718	3 833 176	9 585 214	1.03764922
Julio	5 673 036	428 387	4 179 025	10 280 448	0.9674763
Agosto	5 614 333	462 988	4 183 838	10 261 159	0.96929497
Septiembre	5 461 414	406 560	4 091 023	9 958 997	0.99870397
Octubre	5 138 052	382 761	3 547 508	9 068 321	1.09679508
Noviembre	5 568 258	421 677	4 063 805	10 053 740	0.98929253
Diciembre	5 903 610	470 050	4 060 751	10 434 411	0.95320089
	65 984 856	5 399 085	47 969 137	119 353 078	
COSTO PROMEDIO MENSUAL				\$ 9 946 090	

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Tabla 4.13: Tabla de Consumo de Combustibles Azuay 2020. Fuente: Recursos y Energía Gobierno del Ecuador

CONSUMO DE COMBUSTIBLES PROVINCIA DEL AZUAY 2020					
Mes	Extra	Super	Diesel Premium	Suma	Factor Mensual
Enero	5,571,709	416,486	4,101,582	10,089,777	0.76216974
Febrero	5,330,216	413,930	4,101,582	9,845,728	0.78106187
Marzo	3,392,737	257,011	3,732,277	7,382,025	1.04173621
Abril	1,344,429	56,325	2,446,746	3,847,500	1.99873236
Mayo	2,353,426	144,583	1,149,643	3,647,652	2.10823915
Junio	3,690,950	276,396	1,847,875	5,815,221	1.32241281
Julio	4,281,736	316,379	2,900,131	7,498,246	1.02558955
Agosto	4,208,380	343,368	3,194,968	7,746,716	0.99269455
Septiembre	4,517,270	366,734	3,261,933	8,145,937	0.94404398
Octubre	5,013,443	452,579	3,529,601	8,995,623	0.85487384
Noviembre	5,279,684	484,196	3,884,531	9,648,411	0.79703515
Diciembre	5,279,684	484,196	3,854,757	9,618,637	0.79950234
	50,263,664	4,012,183	38,005,626	92,281,473	
COSTO PROMEDIO MENSUAL				\$ 7,690,123	

Tabla 4.14: Tabla de Consumo de Combustibles Azuay 2021. Fuente: Recursos y Energía Gobierno del Ecuador

CONSUMO DE COMBUSTIBLES PROVINCIA DEL AZUAY 2021					
Mes	Extra	Super	Diesel Premium	Suma	Factor Mensual
Enero	4,675,844	399,077	3,480,425	8,555,346	1.13848751
Febrero	4,648,490	412,440	3,304,785	8,365,715	1.16429434
Marzo	5,170,699	404,948	3,767,804	9,343,451	1.04245793
Abril	4,574,423	326,243	3,465,984	8,366,650	1.16416422
Mayo	4,420,854	299,164	4,178,804	8,898,822	1.09454426
Junio	5,055,097	362,108	4,614,578	10,031,783	0.97092955
Julio	5,421,990	411,595	4,827,320	10,660,905	0.913633
Agosto	5,291,276	393,056	4,713,002	10,397,334	0.93679347
Septiembre	5,237,703	372,716	4,743,268	10,353,687	0.94074262
Octubre	5,379,903	402,645	4,704,750	10,487,298	0.9287573
Noviembre	5,266,828	371,575	4,597,030	10,235,433	0.95161139
Diciembre	5,912,326	419,071	4,854,034	11,185,431	0.87078939
	61,055,433	4,574,638	51,251,784	116,881,855	
COSTO PROMEDIO MENSUAL				\$ 9,740,155	

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Tabla 4.15: Tabla de Consumo de Combustibles Azuay 2022. Fuente: Proyección de Autores.

CONSUMO DE COMBUSTIBLES PROVINCIA DEL AZUAY 2022					
Mes	Extra	Super	Diesel Premium	suma	factor mensual
Enero	5,041,034	426,907	3,821,603	9,289,543	1.05959165
Febrero	4,880,836	433,298	3,541,383	8,855,516	1.11152441
Marzo	5,355,979	453,869	3,841,103	9,650,951	1.01991221
Abril	5,032,952	413,959	3,736,007	9,182,917	1.07189493
Mayo	5,078,272	399,376	4,163,812	9,641,460	1.0209162
Junio	5,196,709	387,913	4,223,877	9,808,499	1.00352997
Julio	5,547,513	419,991	4,503,173	10,470,677	0.94006554
Agosto	5,452,805	428,022	4,448,420	10,329,247	0.9529371
Septiembre	5,349,559	389,638	4,417,146	10,156,342	0.96916018
Octubre	5,258,978	392,703	4,126,129	9,777,810	1.00667969
Noviembre	5,417,543	396,626	4,330,418	10,144,587	0.97028324
Diciembre	5,907,968	444,561	4,457,393	10,809,921	0.91056375
	63,520,145	4,986,862	49,610,461	118,117,467	
COSTO PROMEDIO MENSUAL				\$ 9,843,122	

El factor mensual se calculó considerando que el conteo se llevó a cabo en Enero, lo que implica un Factor Mensual: FM= 1.05959165

Una vez obtenidos estos factores se procede a Calcular el TPDA para el año 2023

$$TPDA_{2023} = T_o * F_h * F_d * F_s * F_m \quad (4.2)$$

Donde:

T_o , tráfico observado en un periodo de horas de un día en particular.

F_h , factor horario= 1.0

F_d , factor diario= 1.0

F_s , factor semanal= 1. 10714286

F_m , factor mensual= 1.05959165

Tenemos que:

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

$$TPDA_{2023} = T_o * 1 * 1 * 1,10714286 * 1,05959165 \quad (4.3)$$

Y despejando los valores, obtenemos el valor de corrección:

$$TPDA_{2023} = T_o * 1,1731193 \quad (4.4)$$

El tráfico promedio anual de esta intersección es 32,982 vehículos por día que a su vez multiplicado por 1.1731193 que nos da 38,692 vehículos/día.

Los resultados obtenidos hacen posible obtener la matriz de composición en la hora pico 07H00 a 08H00 para el viernes 27 de Enero del 2023.

Tabla 4.16: Resumen de tráfico observado HORA PICO. Fuente: Autores.

Tipo de Vehículo\Estación	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	650	513	102	933	2,198
B	21	12	2	35	70
2E	11	4	5	10	30
3E	6	1	0	6	13
4E - 6E	0	2	0	2	4
Motos	13	21	10	19	66
TOTAL	688	532	109	986	2,312

De igual forma es posible obtener la matriz de composición de tráfico observado total durante las 24 horas de conteo del día viernes.

Tabla 4.17: Resumen de tráfico observado en la INTERSECCIÓN. Fuente: Autores.

Tipo de Vehículo\Estación	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	9,149	6,762	1,213	14,204	31,328
B	230	181	19	414	844
2E	196	127	76	245	644
3E	52	29	6	60	147
4E - 6E	5	4	0	10	19
TOTAL	9,632	7,103	1,314	14,933	32,982

Considerando que las tablas 4.16 y 4.17 no presentan resultados con el factor de corrección

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

TPDA2023, incluimos las tablas 4.18 y 4.19, esta corrección se realiza para tener en cuenta las variaciones estacionales y los eventos atípicos que pueden afectar el flujo de tráfico, permitiendo obtener una estimación más precisa del volumen de tráfico promedio diario anual en una vía.

Tabla 4.18: Corrección por factor del TPDA HORA PICO. Fuente: Autores:

Tipo de Vehículo\Estación	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	763	602	120	1,095	2,579
B	25	14	2	41	82
2E	11	5	4	12	31
3E	5	1	0	7	13
4E - 6E	0	2	0	2	5
TOTAL	774	603	111	992	2,481

Tabla 4.19: Corrección de tráfico observado en la INTERSECCIÓN. Fuente: Autores.

Tipo de Vehículo\Estación	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	10,733	7,933	1,423	16,663	36,751
B	270	212	22	486	990
2E	230	149	89	287	755
3E	61	34	7	70	172
4E - 6E	6	5	0	12	22
TOTAL	11,299	8,333	1,541	17,518	38,692

De acuerdo con los datos proporcionados, se observa que durante la hora pico, de 7:00 a 8:00, el volumen de tráfico es de 2,481 vehículos. De igual forma, para el tráfico total durante el día se obtiene un volumen de 38,692 vehículos.

Utilizando estos datos como base, se realiza una proyección para estimar el tráfico futuro, esta estimación se presenta a continuación.

4.2.7. Proyecciones del Tráfico

La proyección del tráfico es el proceso de estimar el crecimiento y desarrollo de los volúmenes de tráfico en una determinada red vial en el futuro. Este pronóstico se basa en el uso del tráfico diario promedio TPDA o el tráfico por hora estimado VHD como indicadores que representan la demanda actual de tráfico de la red. Para realizar la proyección de tráfico se parte de la TPDA actual correspondiente al año base objeto de estudio TPDA2023. Sobre la base de

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

este valor, se aplican métodos y técnicas de pronóstico, teniendo en cuenta varios factores como el crecimiento de la población, el desarrollo económico, las tendencias de movilidad y los planes de desarrollo de las ciudades y áreas.

El resultado del pronóstico de tráfico es una estimación del TPDA o VHD al final del período de diseño, generalmente alrededor de 20 años en el sector vial y de transporte. Esta proyección permite a los planificadores y diseñadores de caminos predecir los requisitos futuros de capacidad de la red de caminos y hacer los ajustes necesarios al diseño geométrico, la capacidad del camino y otras propiedades, otras capacidades de infraestructura para garantizar una operación segura y eficiente. Es de vital importancia encontrar una tasa de crecimiento para cada tipo de vehículo, puesto que no crecen de igual forma vehículos livianos y camiones.

Tasa de Motorización

Para el cálculo de las tasas de vehículos livianos se hace uso de métodos que parte de la tasa de motorización representada por T_m que indica la cantidad de vehículos por cada mil habitantes tiene la ciudad para un año k . Con un registro histórico de datos T_m es posible encontrar una Tasa de Saturación T_s donde T_m tiende a ser constante. T_m se obtiene mediante la expresión:

$$T_m = \frac{T_s}{1 + e^{(a+bt)}} \quad (4.5)$$

Donde:

T_m Tasa de Motorización para un año k (vehículos/1000 habitantes)

T_s Tasa de Saturación (vehículos/1000 habitantes)

e Base del logaritmo natural

a, b Constantes a determinar

t Tiempo

Como esta ecuación tiene tres variables, es posible darle la forma de una recta mediante las regresiones adecuadas, que llega a:

$$(a + bt) = \ln \left(\frac{T_s}{T_m} - 1 \right) \quad (4.6)$$

T_s es un valor impuesto y T_m es un dato obtenido para cada año, obtenemos una ecuación

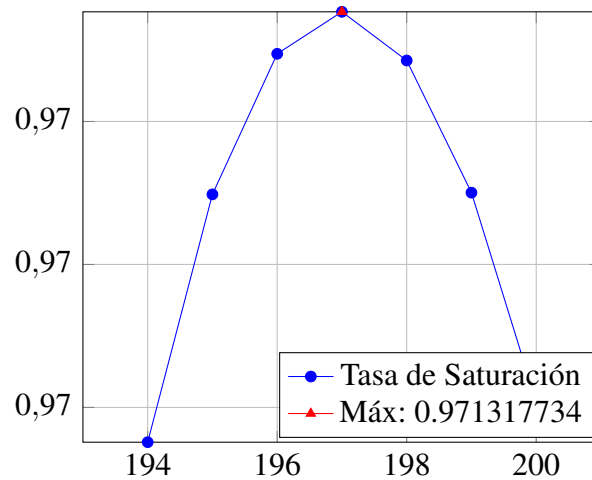
4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

en forma de recta donde es posible practicar una regresión lineal que sirve para encontrar la variable “a” como ordenada y la variable “b” como pendiente.

$$Y = a + bt \quad (4.7)$$

$$Y = 2,354 - 0,079t \quad (4.8)$$

Con la tasa de saturación de 197 obtenemos que:



Esta tasa compara para que el crecimiento vehicular coincida con el crecimiento poblacional, con la finalidad de ayudar a no exceder el movimiento logístico en cuanto a los vehículos por habitante a lo largo de la proyección.

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Tabla 4.20: Proyección de vehículos según modelo logístico. Fuente: Autores

PROYECCIÓN DE TRÁFICO						
PROYECCIONES DE VEHÍCULOS LIVIANOS SEGÚN EL MODELO LOGÍSTICO						
AÑO	POBLACIÓN CUENCA	VEHÍCULOS LIVIANOS	Tm	Y=Ln(Ts/Tm -1)	Tm AJUSTADO	VEH. AJUSTADO. LIVIANOS
1969	183.862	1,935	10.52	2.87	17.08	3,141
1970	189.695	2,435	12.84	2.66	18.35	3,481
1971	195,528	3,173	16.23	2.41	19.70	3,853
1972	201,361	3,529	17.53	2.33	21.14	4,258
1973	207,194	3,921	18.92	2.24	22.68	4,698
1974	213,027	4,638	21.77	2.09	24.30	5,177
1975	220,782	5,710	25.86	1.89	26.03	5,747
1976	228,538	6,588	28.83	1.76	27.86	6,367
1977	236,293	8,106	34.30	1.56	29.79	7,040
1978	244,049	8,877	36.37	1.49	31.84	7,770
1979	251,804	11,193	44.45	1.23	33.99	8,560
1980	259,559	11,632	44.81	1.22	36.26	9,413
1981	267,315	12,070	45.15	1.21	38.65	10,332
1982	275,070	13,383	48.65	1.11	41.15	11,320
1983	282,065	14,695	52.10	1.02	43.77	12,347
1984	289,060	15,453	53.46	0.99	46.51	13,444
1985	296,054	16,113	54.43	0.96	49.36	14,614
1986	303,049	18,887	62.32	0.77	52.33	15,859
1987	310,044	18,847	60.79	0.81	55.41	17,179
1988	317,039	18,806	59.32	0.84	58.60	18,577
1989	324,033	23,028	71.07	0.57	61.88	20,053
1990	331,028	20,648	62.38	0.77	65.27	21,607
1991	338,901	22,202	65.51	0.70	68.75	23,299
1992	346,774	22,353	64.46	0.72	72.31	25,076
1993	354,647	22,504	63.45	0.74	75.95	26,935
1994	362,520	21,940	60.52	0.81	79.65	28,875
1995	370,393	25,658	69.27	0.61	83.41	30,895
1996	378,267	27,067	71.56	0.56	87.22	32,991
1997	386,140	30,957	80.17	0.38	91.06	35,160
1998	394,013	31,006	78.69	0.41	94.92	37,399
1999	401,886	35,703	88.84	0.20	98.79	39,702
2000	409,759	42,924	104.75	-0.13	102.66	42,067
2001	417,632	44,586	106.76	-0.17	106.52	44,487
2002	427,405	45,513	106.49	-0.16	110.36	47,167
2003	437,177	49,245	112.64	-0.29	114.16	49,906
2004	446,950	58,775	131.50	-0.70	117.91	52,698
2005	456,722	66,601	145.82	-1.05	121.60	55,538
2006	466,495	74,657	160.04	-1.47	125.23	58,418
2007	476,268	67,353	141.42	-0.93	128.78	61,332
2008	486,040	74,846	153.99	-1.28	132.24	64,275
2009	495,813	68,302	137.76	-0.84	135.61	67,239
2010	505,585	73,703	145.78	-1.05	138.89	70,220
2011	517,085	79,424	153.60	-1.26	142.06	73,457
2012	528,585	83,675	158.30	-1.41	145.12	76,709
2013	540,085	84,929	157.25	-1.38	148.07	79,971
2014	551,585	84,644	153.46	-1.26	150.91	83,238
2015	563,085	89,864	159.59	-1.45	153.63	86,505
2016	574,585	85,961	149.61	-1.15	156.23	89,767
2017	586,085	86,966	148.38	-1.12	158.71	93,020
2018	597,585	92,906	155.47	-1.32	161.08	96,261
2019	609,085	93,825	154.04	-1.28	163.34	99,486
2020	620,585	94,125	151.67	-1.21	165.48	102,692
2021	632,085	95,632	151.30	-1.20	167.50	105,876
2022	643,585	99,890	155.21	-1.31	169.42	109,038
2023	657,285				171.24	112,551
2024	664,627		a = 2.354		172.95	114,946
2025	671,231				174.56	117,170
2026	677,297		b = -0.079		176.08	119,257
2027	682,961				177.50	121,228
2028	688,328		r = 0.9713		178.84	123,103
2029	692,712				180.10	124,757
2030	699,262		r2 = 0.94345814		181.28	126,759
2031	706,320				182.38	128,816
2032	714,174		Ts = 197		183.41	130,984
2033	722,877				184.37	133,276
2034	732,288		Y = a+bt		185.27	135,670
2035	742,292				186.11	138,145
2036	752,794		Y = 2.354 -0.079 t		186.89	140,689
2037	763,716				187.62	143,286
2038	774,993				188.30	145,928
2039	786,581				188.93	148,607
2040	798,432				189.51	151,315
2041	812,971				190.06	154,514
2042	825,571				190.57	157,328
2043	838,117				191.04	160,115
2044	851,150				191.48	162,977
2045	864,591				191.89	165,903
2046	878,385				192.26	168,881
2047	892,492				192.61	171,906
2048	906,867				192.94	174,970
2049	921,469				193.24	178,065
2050	936,268				193.52	181,186
2051	951,229				193.78	184,328
2052	967,536				194.02	187,720
2053	984,986				194.24	191,325

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

En la tabla 4.20 se muestra un cuadro de ajuste que corresponde a la curva logística y el cálculo de Tm ajustado que hace posible encontrar el parque automotor para cada año k. Los valores del parque automotor de vehículos livianos y la información de la población de cuenca desde 1969 hasta el 2022 sirven para el Valor Tm ajustado. Para encontrar la tasa de proyección de vehículos medianos usamos la siguiente expresión:

$$i = \sqrt[n]{\frac{TF}{TA}} - 1 \quad (4.9)$$

Donde:

TF = Tráfico Futuro para el año n+5.

TA= Tráfico Actual para el año n.

n = Número de años transcurridos entre TA y TF (n+5-n=5).

i = Tasa de crecimiento para los cinco años.

Con el fin de determinar las tasas de crecimiento de los autobuses y camiones, aplicaremos la hipótesis de que la demanda de estos vehículos en la ciudad está directamente relacionada con el crecimiento de la población. Esto implica que crecerán al mismo ritmo que la población. Utilizando los datos poblacionales actuales y proyectados hasta el año 2036, podemos calcular la tasa de crecimiento para los autobuses y camiones utilizando la misma ecuación mencionada previamente. Sin embargo, en lugar de utilizar "TF" para representar la población futura, utilizaremos "PF", y en lugar de "TA" para representar la población actual, emplearemos "PA". Siguiendo estos criterios, el cuadro que se muestra proporciona las tasas de crecimiento para vehículos livianos y camiones.

Tabla 4.21: Tasa de Crecimiento Vehicular. Fuente: Autores.

TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR			
PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2023-2028	1.81 %	0.00 %	0.93 %
2028-2033	1.60 %	0.00 %	0.98 %
2033-2038	1.83 %	0.00 %	1.40 %
2038-2043	1.87 %	0.00 %	1.58 %

Estas tasas permiten llevar el tráfico observado corregido a una proyección cada cinco años. Los resultados de las proyecciones de la Tasa de Paso Diario Promedio Anual TPDA desde el año 2023 hasta el año 2043 se presentan en las tablas #. Estas tablas muestran las proyecciones tanto

4.2. CÁLCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

por estaciones y su composición, así como el desglose de la TPDA para toda la intersección en diferentes categorías de vehículos considerados en el conteo vehicular.

Tabla 4.22 Proyecciones del TPDA cada cinco años:

Tabla 4.22: Proyección Progresiva cada 5 años. Fuente: Autores.

ESTACION	VEHICULOS	TPDA 2023	TPDA 2028	TPDA 2033	TPDA 2038	TPDA 2043
E1	L	10,733	11,739	12,709	13,916	15,269
	B	270	270	270	270	270
	E2	230	241	253	271	293
	E3	61	64	67	72	78
	E4 - E6	6	6	6	7	7
	TOTAL	11,299	12,320	13,305	14,535	15,917
E2	L	7,933	8,676	9,393	10,285	11,285
	B	212	212	212	212	212
	E2	149	156	164	176	190
	E3	34	36	37	40	43
	E4 - E6	5	5	5	6	6
	TOTAL	8,333	9,085	9,812	10,719	11,737
E3	L	1,423	1,556	1,685	1,845	2,024
	B	22	22	22	22	22
	E2	89	93	98	105	114
	E3	7	7	8	8	9
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	TOTAL	1,541	1,679	1,813	1,981	2,169
E4	L	16,663	18,225	19,731	21,604	23,705
	B	486	486	486	486	486
	E2	287	301	316	339	366
	E3	70	74	77	83	90
	E4 - E6	12	12	13	14	15
	TOTAL	17,518	19,098	20,623	22,526	24,662
TOTAL	L	36,751	40,197	43,519	47,650	52,282
	B	990	990	990	990	990
	E2	755	791	831	891	963
	E3	172	181	190	203	220
	E4 - E6	22	23	25	26	28
	TOTAL	38,692	42,182	45,554	49,761	54,484

Mediante el uso de esta tabla, se establecieron las bases para la simulación del tráfico actual y el tráfico a futuro, los datos obtenidos son introducidos en el software para obtener Niveles de Servicio y analizar la geometría de la vía o modificar los ciclos semafóricos de calles aledañas logrando la obtención de soluciones al congestionamiento.

4.3. Obtención de Niveles de Servicio a través de AIMSUN

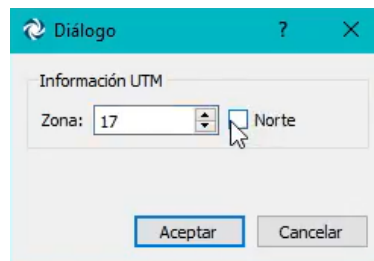
En el siguiente apartado se presentan los pasos implementados para el diseño de la intersección y la obtención de resultados en el software Aimsun, para así comparar datos recogidos en campo y los provenientes de la simulación.

Una vez iniciado el programa, se genera la red para comenzar el modelamiento de las secciones; existen varias maneras para modelar: Importar bases cartográficas desde Open Street Maps, Importar base de un archivo ACAD o Gis y Sin Referencia.

Para aspirar a la precisión de los resultados se realizó el levantamiento de todos los puntos topográficos necesarios de la Avenida 24 de mayo, tanto de secciones de carriles, ejes, diámetro de redondeles y pendientes, son puntos importantes para la obtención del mejor resultado. Una vez realizado el levantamiento, se importan los puntos obtenidos a CivilCAD 3D, estos puntos permiten dar forma al corredor.

Para iniciar con la simulación tal y como se muestra en la imagen 4.2 nos aparecerá un cuadro de diálogo de definición de la zona horaria UTM, nos encontramos en la zona 17 Sur, por lo que implementamos estos datos.

Ilustración 4.2: Coordenadas. Fuente: Autores.



Una vez identificado el sistema de coordenadas UTM 17 Sur, se procede a introducir el fondo que será necesario para diseñar la intersección vial, se deberá activar el sistema de "Unidades Geo" en Metros, esto permitirá visualizar la intersección en escala 1:1. La imagen 4.3 muestra donde se localiza la opción de importar el archivo de Autocad con los puntos tomados y la imagen 4.4 el sistema métrico para la visualización del fondo, cabe destacar que esta importación se colocará como una capa de decoración.

4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

Ilustración 4.3: Importación de fondo ACAD. Fuente: Autores.

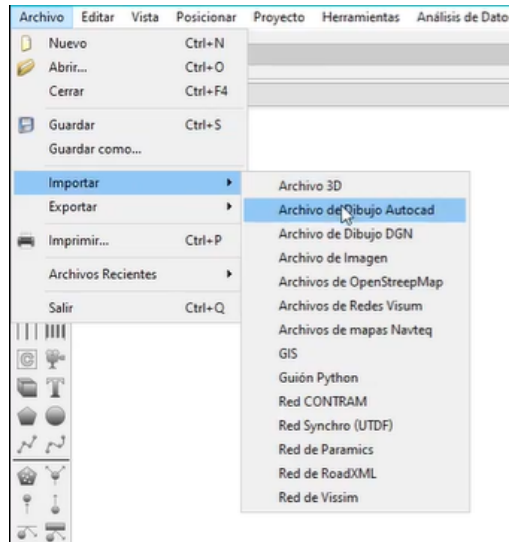
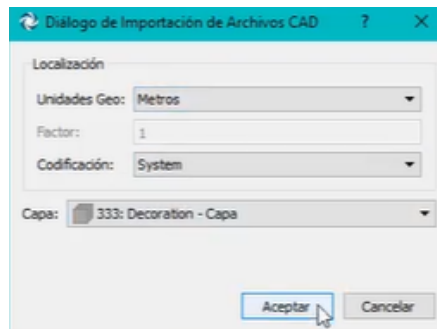


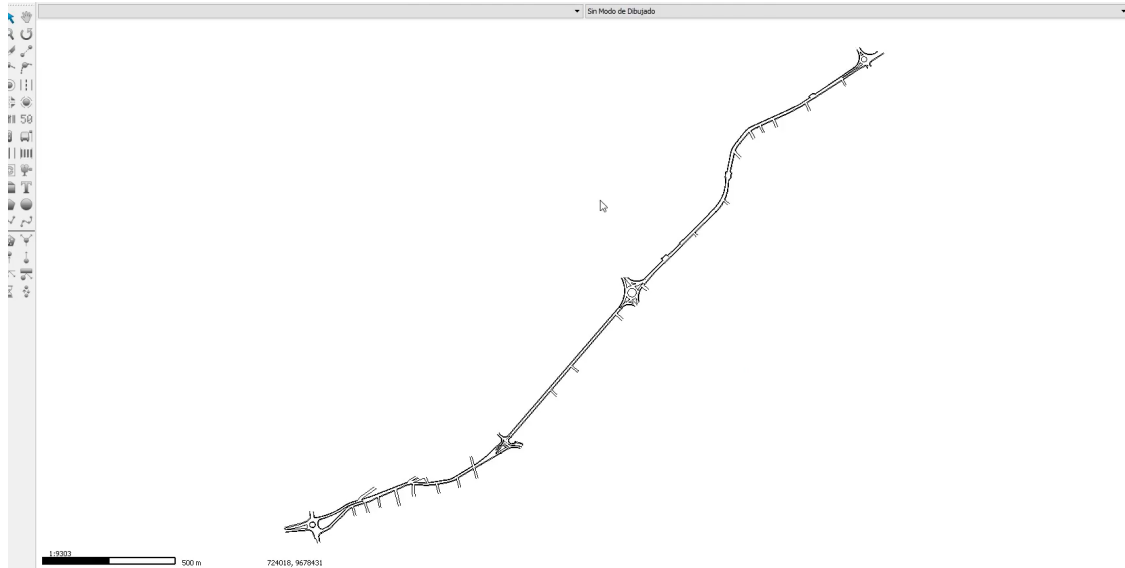
Ilustración 4.4: Sistema métrico para importación de fondo. Fuente: Autores.



En la imagen 4.5 se muestra el levantamiento de la Avenida 24 de Mayo que es utilizado como fondo para el modelamiento y análisis de resultados.

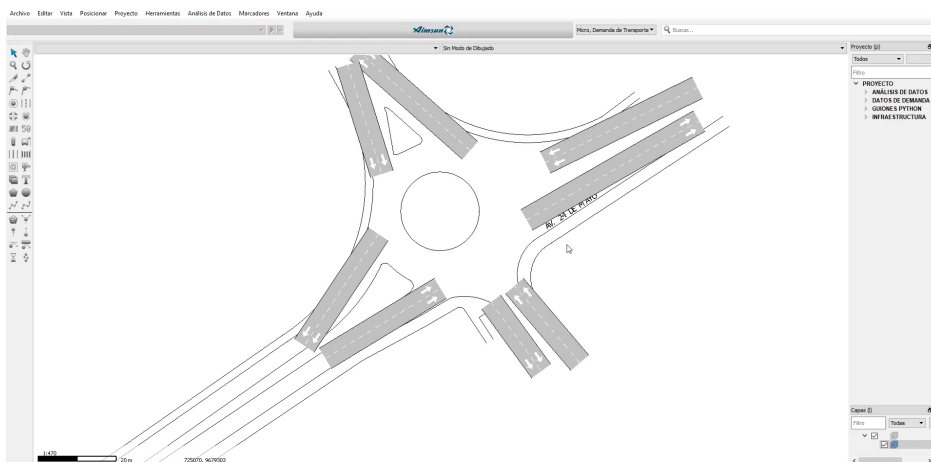
4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

Ilustración 4.5: Fondo levantado con RTK. Fuente: Autores.



Para el modelamiento de las secciones de la intersección, empezamos a partir de "Dibujar sección", cada sección de la vía da dirección desde el punto de inicio de dibujado hacia el punto de destino. Se tiene la opción de establecer el número de carriles y los anchos del mismo, el fondo implementado a raíz de Autocad permite modelar de manera más ágil cada carril, puesto a que al estar geo referenciado solo basta con dibujar sobre el mismo, obteniendo las secciones reales de cada carril. La imagen 4.6 presenta el modelamiento de las secciones presentes en la rotonda.

Ilustración 4.6: Ubicación de las secciones en la rotonda. Fuente: Autores.

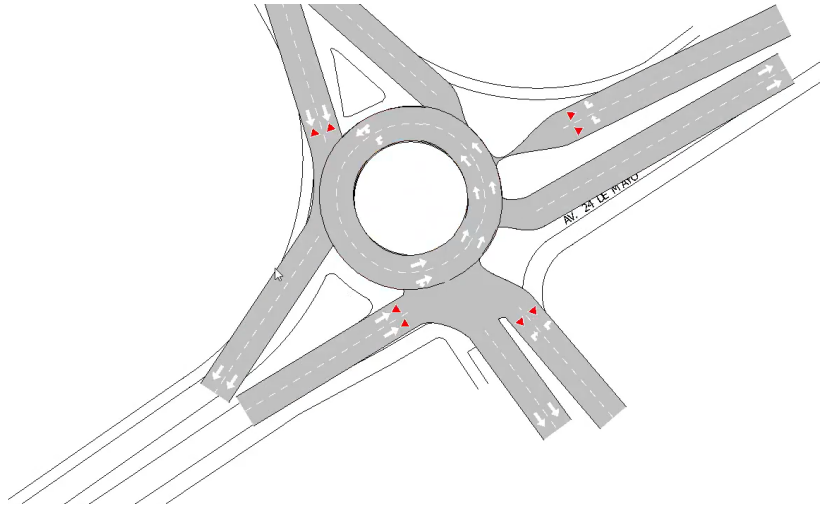


Una vez implementadas las secciones que conforman los ramales de la rotonda, se procede a crear la glorieta, esta glorieta se modela a través de nudos, cada nudo conecta las secciones y

4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

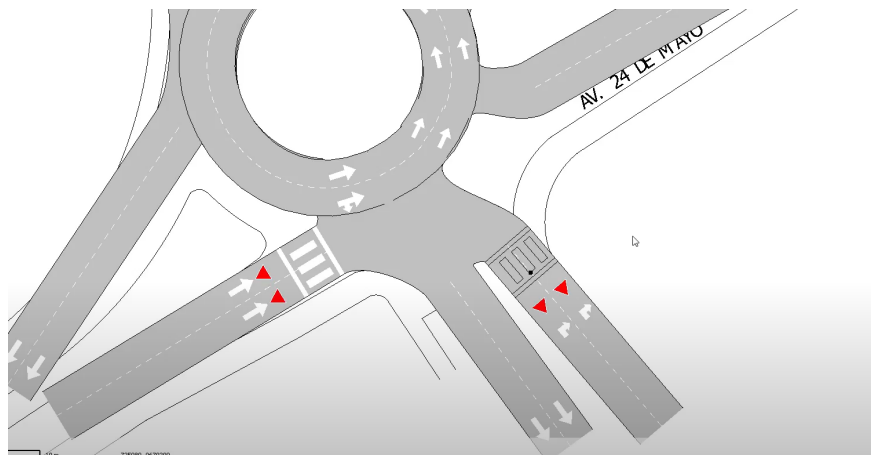
establece los giros, es así como podemos definir los giros de izquierda, derecha, frente y retorno que ya se establecieron anteriormente de acuerdo a cada estación, tal y como se presenta en la imagen 4.7.

Ilustración 4.7: Creación de rotonda mediante nudos. Fuente: Autores.



El propio software es capaz de identificar los conflictos que pueden llegar a presentarse a la salida de cada estación, tal y como se muestra en la imagen 4.8, la implementación automática de señalización de tránsito como lo son los "Ceda el Paso" son importantes, anteriormente se define como funciona esta opción.

Ilustración 4.8: Especificación de señales de tránsito (Ceda el paso). Fuente: Autores.

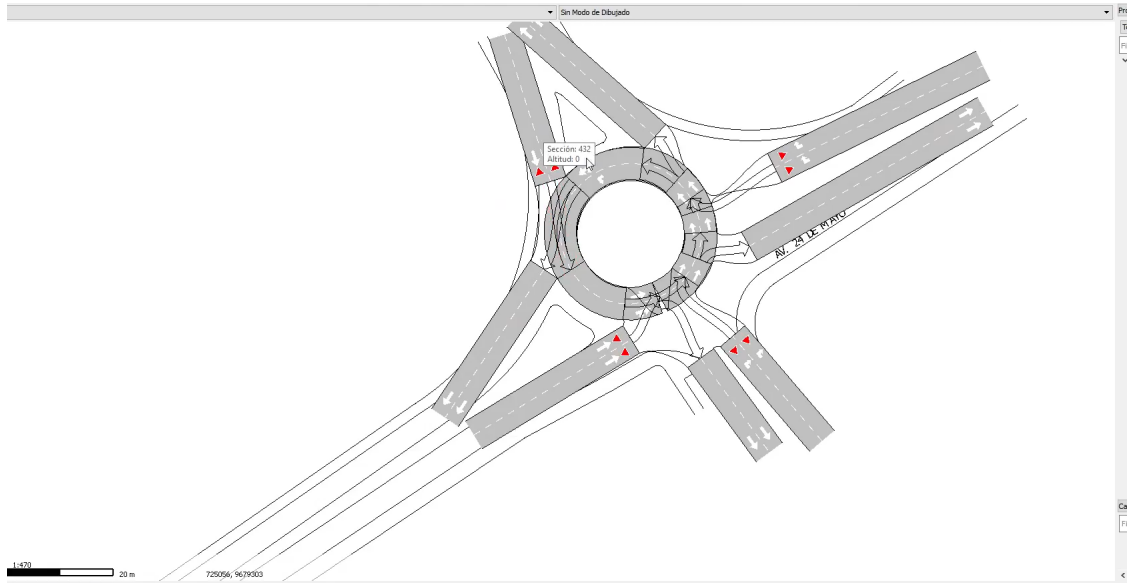


En la imagen 4.9 presentada a continuación puede apreciarse de mejor manera como están presentados los nudos dentro de la rotonda, anteriormente se estableció que cada cruce de giros

4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

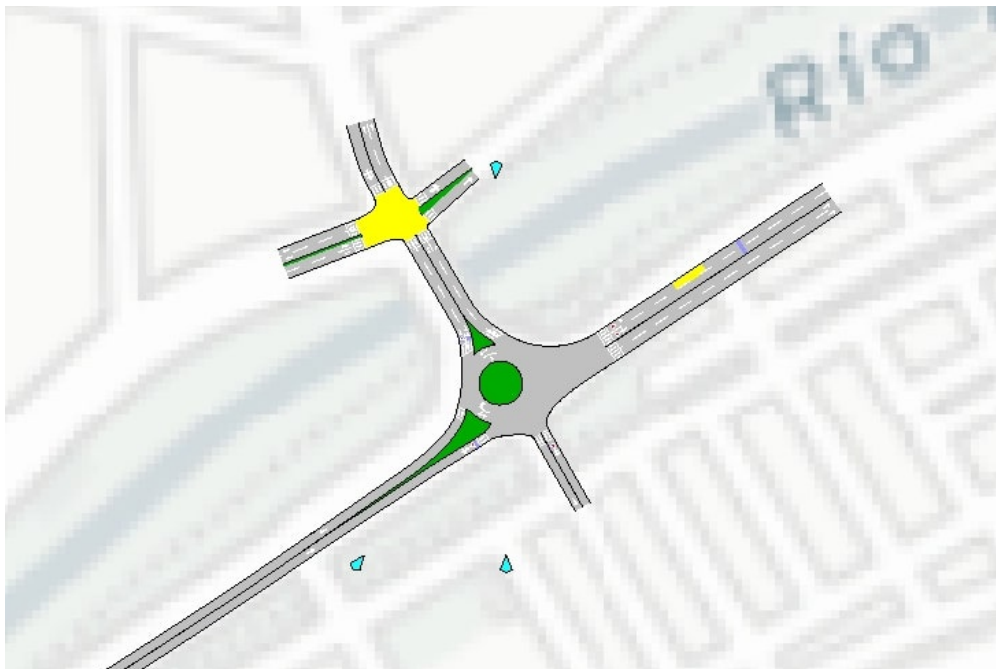
que inciden en la circulación de los usuarios se considera como un conflicto.

Ilustración 4.9: Definición de giros en los nudos. Fuente: Autores.



Luego de establecer el radio de la rotonda y definir la sección de los carriles de ingreso al área de estudio, se puede obtener una imagen clara del modelamiento de nuestra intersección.

Ilustración 4.10: Rotonda Configurada. Fuente: Autores.

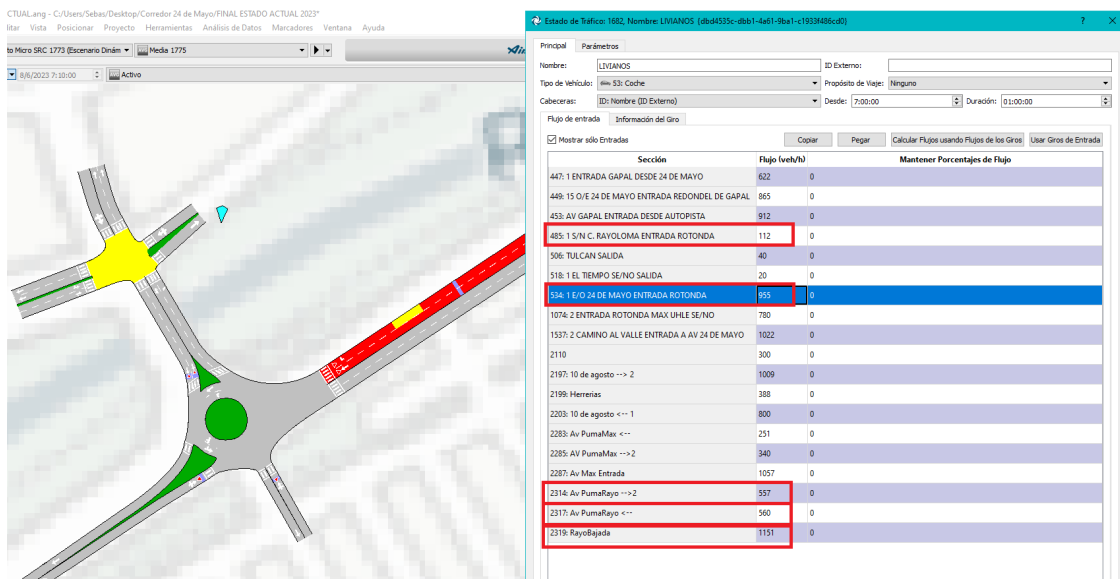


Para la implementación de datos, se definen los tipos de vehículos presentes en el análisis,

4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

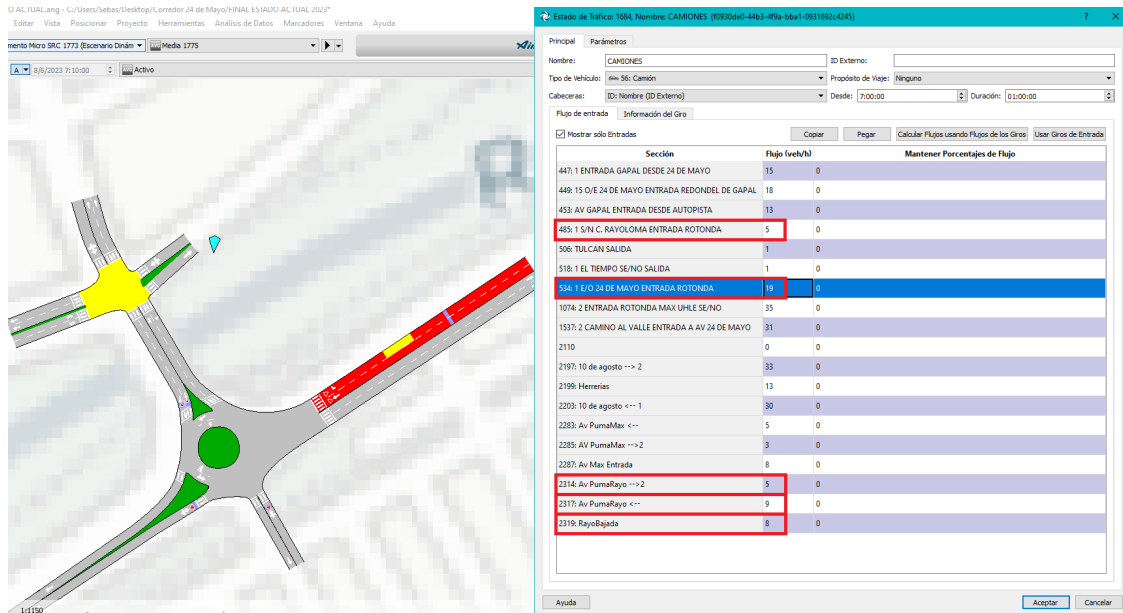
en este caso tenemos vehículos livianos (incluyendo motos) y camiones, los buses son obviados de momento debido a que su implementación se define de forma distinta. Los datos de entrada para las intersecciones de la Avenida 24 de Mayo influyen directamente en las entradas de cada una de las intersecciones, es por esto que los puntos que conectan con las intersecciones de otros tramos no se introducen sino hasta la comprobación de datos. Los datos tomados para la simulación vienen dados por la tabla de Hora Pico Observada 4.16. Datos que son fundamentales para que el propio software realice las réplicas de simulación correspondientes.

Ilustración 4.11: Implementación de datos de conteo vehículos livianos. Fuente: Autores.



4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

Ilustración 4.12: Implementación de datos de conteo camiones. Fuente: Autores.



En las imágenes 4.11 y 4.12 se aprecia dentro de los recuadros rojos, los datos obtenidos en campo, para vehículos livianos se sumó (vehículos livianos + motos) anteriormente se especificó que las motos ocupan un carril siendo considerado un vehículo liviano. De igual forma se introducen datos de camiones de la intersección.

Una vez implementado los datos de la Hora Pico, se procede a introducir el porcentaje de giros que pueden llegar a presentarse dentro de la rotonda, para este caso se utiliza la tabla 4.10 de Porcentaje de Giros Origen/Destino que se presentó en los cálculos. Este procedimiento se realiza tanto para vehículos livianos como camiones.

4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

Ilustración 4.13: Definición de porcentaje de giros para vehículos livianos. Fuente: Autores.

Secciones del Giro	Porcentaje de Giro
486: 1 N/S C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA hasta 698: 2 E/O 24 DE MAYO SALIDA ROTONDA	17
486: 1 N/S C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA hasta 1950: ROTONDA 24 DE MAYO Y RAYOLOMA ESTE	83
506: TULCAN SALIDA hasta 1877: 7 O/E 24 DE MAYO ENTRADA NUDO ROTONDA	98
506: TULCAN SALIDA hasta 1877: 10 E/O 24 DE MAYO	2
512: 7 O/E 24 DE MAYO ENTRADA NUDO ROTONDA hasta 513: 6 O/E 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA	25
512: 7 O/E 24 DE MAYO ENTRADA NUDO ROTONDA hasta 476: CONEXION SALIDA NUDO NO/SE MAX UHLE	75
513: 6 O/E 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA hasta 480: 5 O/E 24 DE MAYO SALIDA ROTONDA	80
513: 6 O/E 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA hasta 1083: ROTONDA MAX UHLE SURESTE 2	20
518: 1 EL TIEMPO SE/NO SALIDA hasta 1264: 4 O/E 24 DE MAYO SALIDA ROTONDA 2	40
518: 1 EL TIEMPO SE/NO SALIDA hasta 1279: 2 EL TIEMPO SE/NO ENTRADA ROTONDA	60
534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA hasta 536: 1 S/N C. RAYOLOMA SALIDA ROTONDA	70
534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA hasta 987: ROTONDA 24 DE MAYO Y RAYOLOMA NORTE	30
536: 1 S/N C. RAYOLOMA SALIDA ROTONDA hasta 2318: Rayo Subida	58
536: 1 S/N C. RAYOLOMA SALIDA ROTONDA hasta 2316: Av PumaRayo -->	9
536: 1 S/N C. RAYOLOMA SALIDA ROTONDA hasta 2315: Av PumaRayo <-2	33
697: 2 O/E 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA hasta 484: 1 N/S C. RAYOLOMA SALIDA ROTONDA	2
697: 2 O/E 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA hasta 544: 1 O/E 24 DE MAYO SALIDA ROTONDA	65
697: 2 O/E 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA hasta 536: 1 S/N C. RAYOLOMA SALIDA ROTONDA	33
987: ROTONDA 24 DE MAYO Y RAYOLOMA NORTE hasta 698: 2 E/O 24 DE MAYO SALIDA ROTONDA	98
987: ROTONDA 24 DE MAYO Y RAYOLOMA NORTE hasta 1950: ROTONDA 24 DE MAYO Y RAYOLOMA ESTE	2

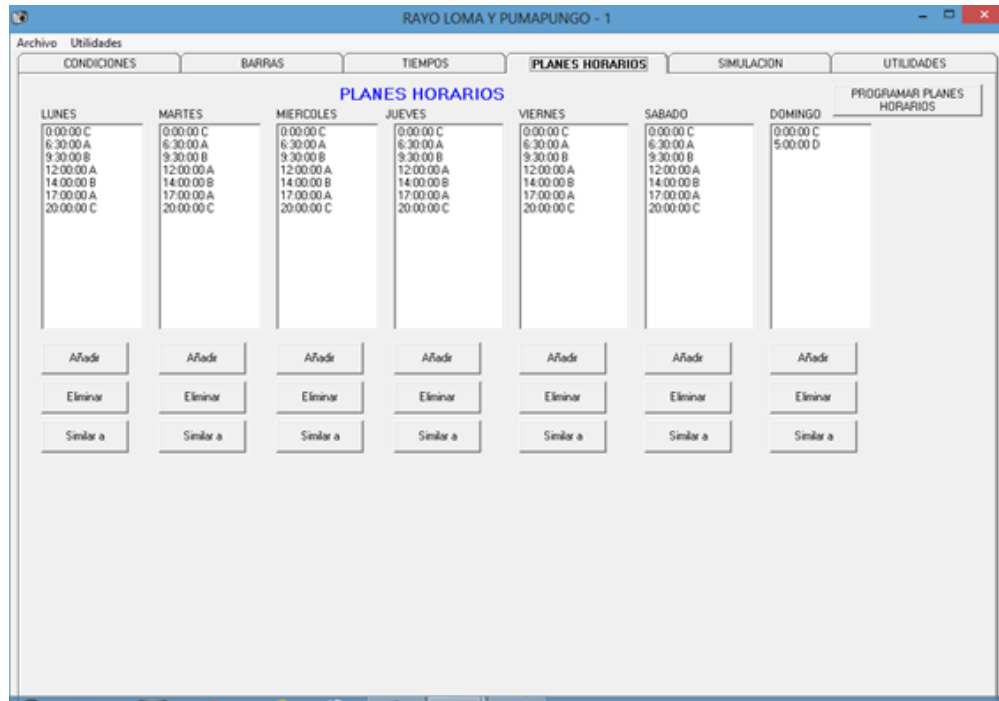
Ilustración 4.14: Definición de porcentaje de giros para camiones. Fuente: Autores.

Secciones del Giro	Porcentaje de Giro
506: TULCAN SALIDA hasta 1877: 10 E/O 24 DE MAYO	1
512: 7 O/E 24 DE MAYO ENTRADA NUDO ROTONDA hasta 513: 6 O/E 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA	45
512: 7 O/E 24 DE MAYO ENTRADA NUDO ROTONDA hasta 476: CONEXION SALIDA NUDO NO/SE MAX UHLE	55
513: 6 O/E 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA hasta 480: 5 O/E 24 DE MAYO SALIDA ROTONDA	100
513: 6 O/E 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA hasta 1083: ROTONDA MAX UHLE SURESTE 2	0
518: 1 EL TIEMPO SE/NO SALIDA hasta 1264: 4 O/E 24 DE MAYO SALIDA ROTONDA 2	85
518: 1 EL TIEMPO SE/NO SALIDA hasta 1279: 2 EL TIEMPO SE/NO ENTRADA ROTONDA	15
534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA hasta 536: 1 S/N C. RAYOLOMA SALIDA ROTONDA	27
534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA hasta 987: ROTONDA 24 DE MAYO Y RAYOLOMA NORTE	53
536: 1 S/N C. RAYOLOMA SALIDA ROTONDA hasta 2318: Rayo Subida	50
536: 1 S/N C. RAYOLOMA SALIDA ROTONDA hasta 2316: Av PumaRayo -->	13
536: 1 S/N C. RAYOLOMA SALIDA ROTONDA hasta 2315: Av PumaRayo <-2	37
697: 2 O/E 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA hasta 484: 1 N/S C. RAYOLOMA SALIDA ROTONDA	0
697: 2 O/E 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA hasta 544: 1 O/E 24 DE MAYO SALIDA ROTONDA	57
697: 2 O/E 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA hasta 536: 1 S/N C. RAYOLOMA SALIDA ROTONDA	43
987: ROTONDA 24 DE MAYO Y RAYOLOMA NORTE hasta 698: 2 E/O 24 DE MAYO SALIDA ROTONDA	83
987: ROTONDA 24 DE MAYO Y RAYOLOMA NORTE hasta 1950: ROTONDA 24 DE MAYO Y RAYOLOMA ESTE	17
1020: 4 E/O 24 DE MAYO ENTRADA NUDO ROTONDA hasta 1016: 5 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA	78
1020: 4 E/O 24 DE MAYO ENTRADA NUDO ROTONDA hasta 1043: CONEXION SALIDA NUDO SE/NO MAX UHLE	22
1035: 1 MAX UHLE SALIDA DE ROTONDA hasta 2289: Av Mar. 2 Salida	63

Una manera más asertiva para la obtención de resultados reales, viene dada de la implementación de la intersección que se encuentra cruzando el puente. La intersección se encuentra semaforizada y para obtener los datos de ciclos semaforicos, se solicitó información a la *Dirección de Movilidad y Transporte de Cuenca 2023* quienes nos brindaron los siguientes ciclos semaforicos que se encuentran funcionando al año de este estudio:

4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

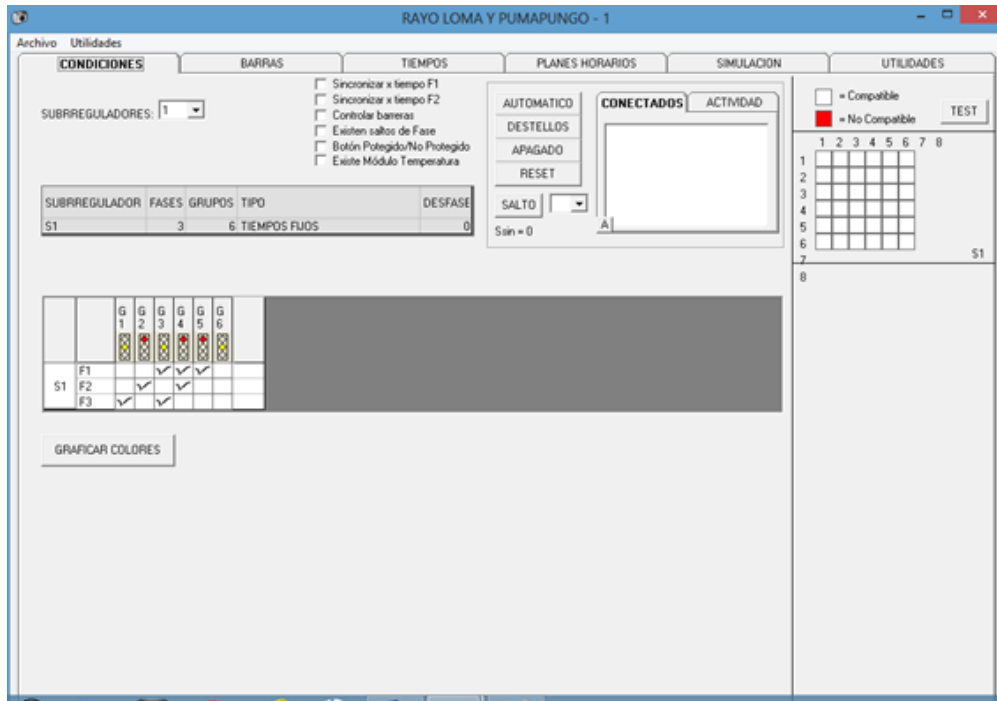
Ilustración 4.15: Planes Horarios. Fuente: Dirección de Movilidad y Transporte de Cuenca 2023.



Al ser la hora pico de 7:00 am a 8:00 am del día viernes, se escogió el plan que funciona en este horario, de acuerdo a la imagen 4.15 se tiene un Plan A, de igual forma se determina que existen 3 Fases semafóricas que permiten el flujo debido:

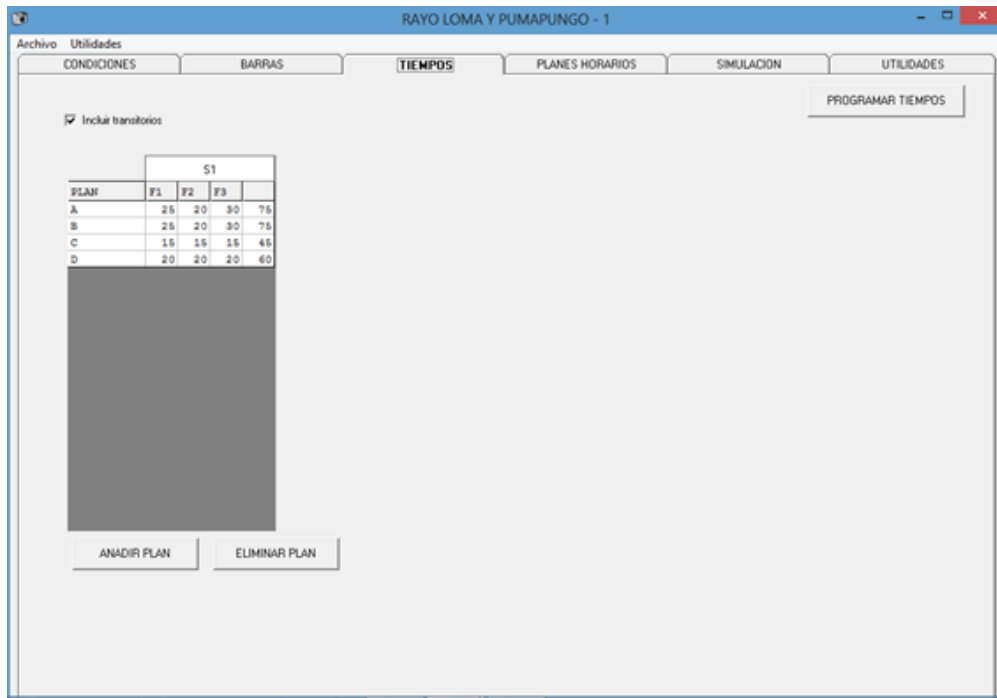
4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

Ilustración 4.16: Condiciones del Semáforo. Fuente: *Dirección de Movilidad y Transporte de Cuenca* 2023.



La imagen 4.17 presenta el ciclo semafórico de 75 segundos.

Ilustración 4.17: Ciclos Semafóricos. Fuente: *Dirección de Movilidad y Transporte de Cuenca* 2023.

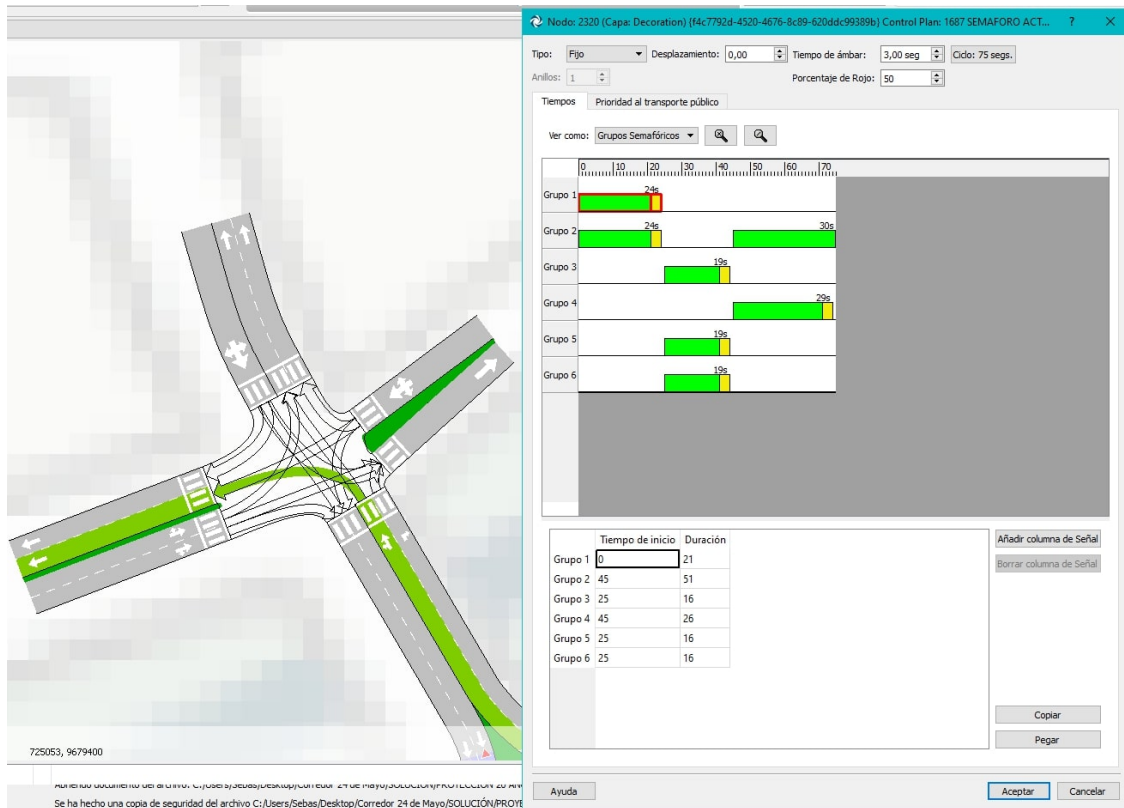


Mediante esta información, se simula el nudo con cada grupo semafórico existente. Tal y

4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

como se muestra en la imagen 4.18.

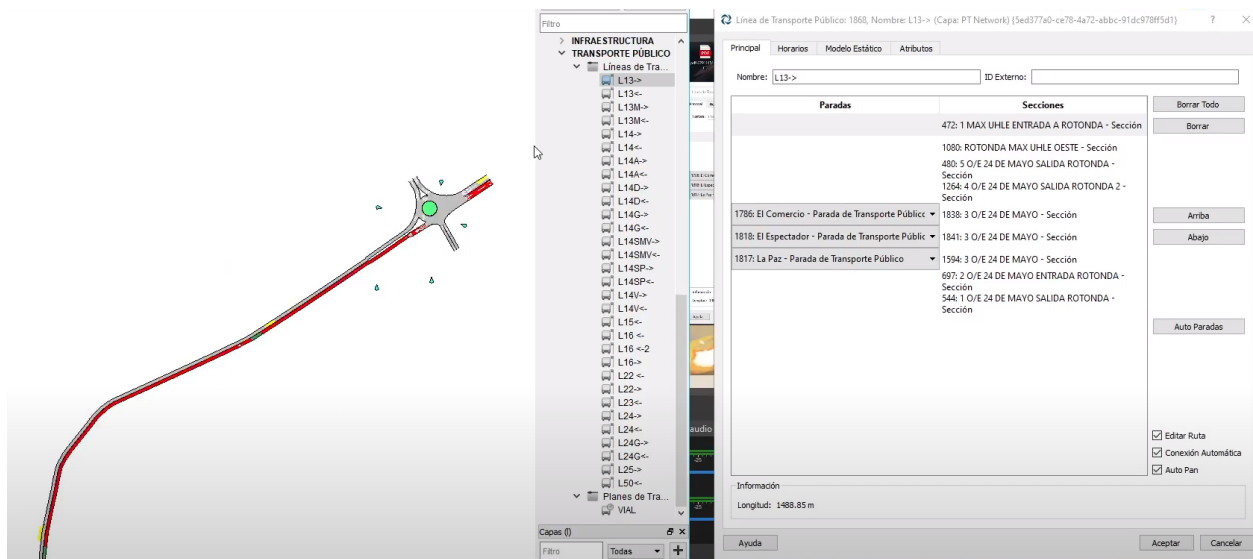
Ilustración 4.18: Ciclos Semafóricos de 7:00 am a 8:00 am. Fuente: Autores.



Una vez establecida la cantidad de vehículos para el modelamiento, se configuran los buses, funciona de manera diferente a la implementación de vehículos livianos y camiones debido a que los buses se mueven por ciclos, primero se establecen las paradas de buses y los recorridos que realizan, creando un plan de recorrido de transporte público, se introduce cada una de las líneas que circula por la intersección y la Av. 24 de Mayo. Tal y como se muestra en la imagen 4.19.

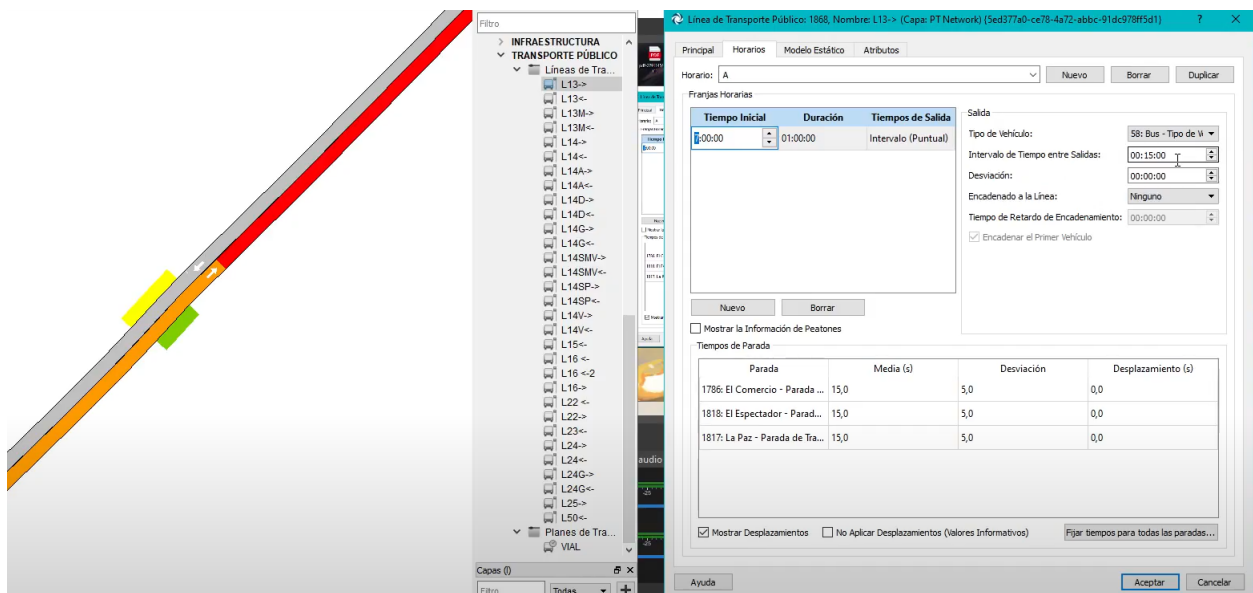
4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

Ilustración 4.19: Implementación de líneas de buses. Fuente: Autores.



Como se mencionó anteriormente, los buses funcionan por ciclos, estos ciclos fueron presentados directamente por la Guía de Transporte Público facilitado por la alcaldía en la *Dirección de Movilidad y Transporte de Cuenca 2023*. Es por esto que se define un ciclo entre buses de 15 a 20 minutos, con tiempo de parada de 15 segundos, tal y como se muestra en la imagen 4.20.

Ilustración 4.20: Intervalos de llegada de buses. Fuente: Autores.

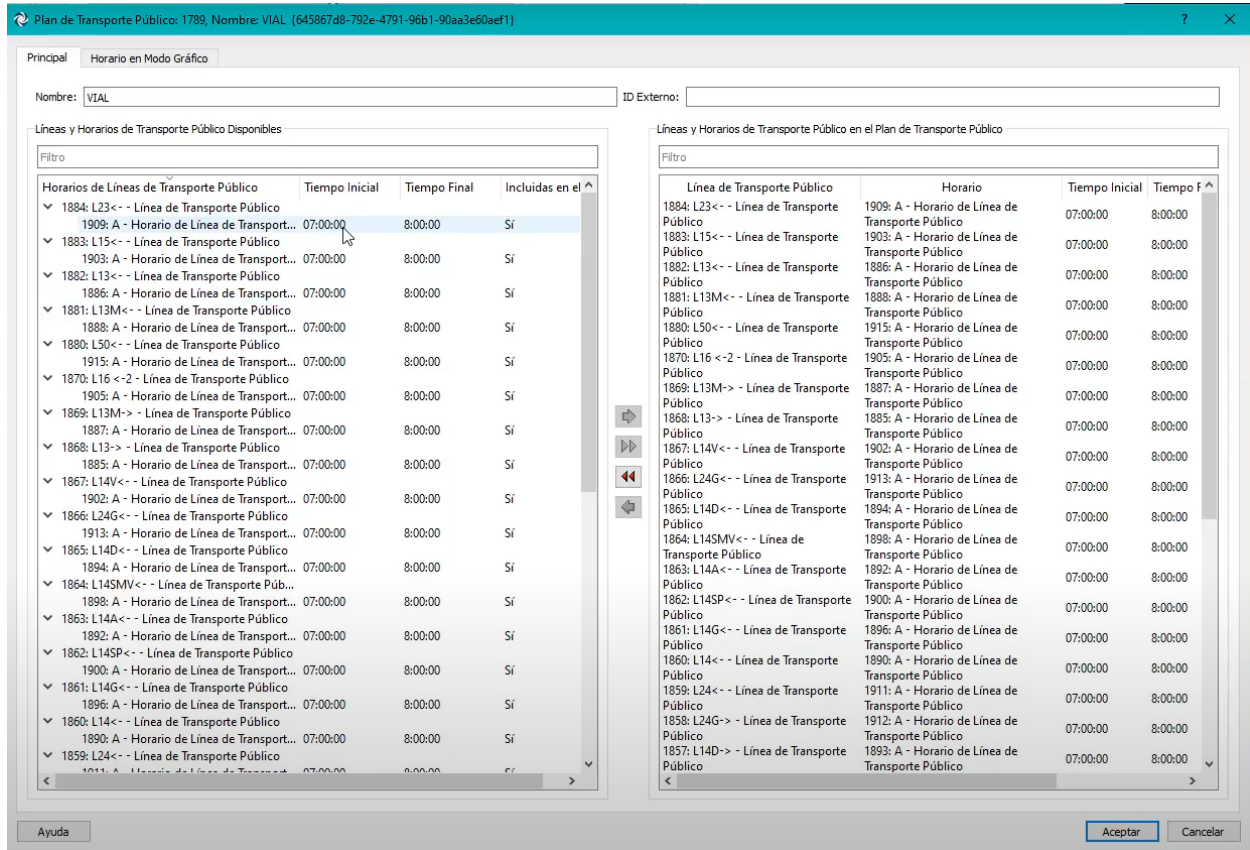


Una vez establecido el ciclo de llegada de buses, todas las líneas de transporte público

4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

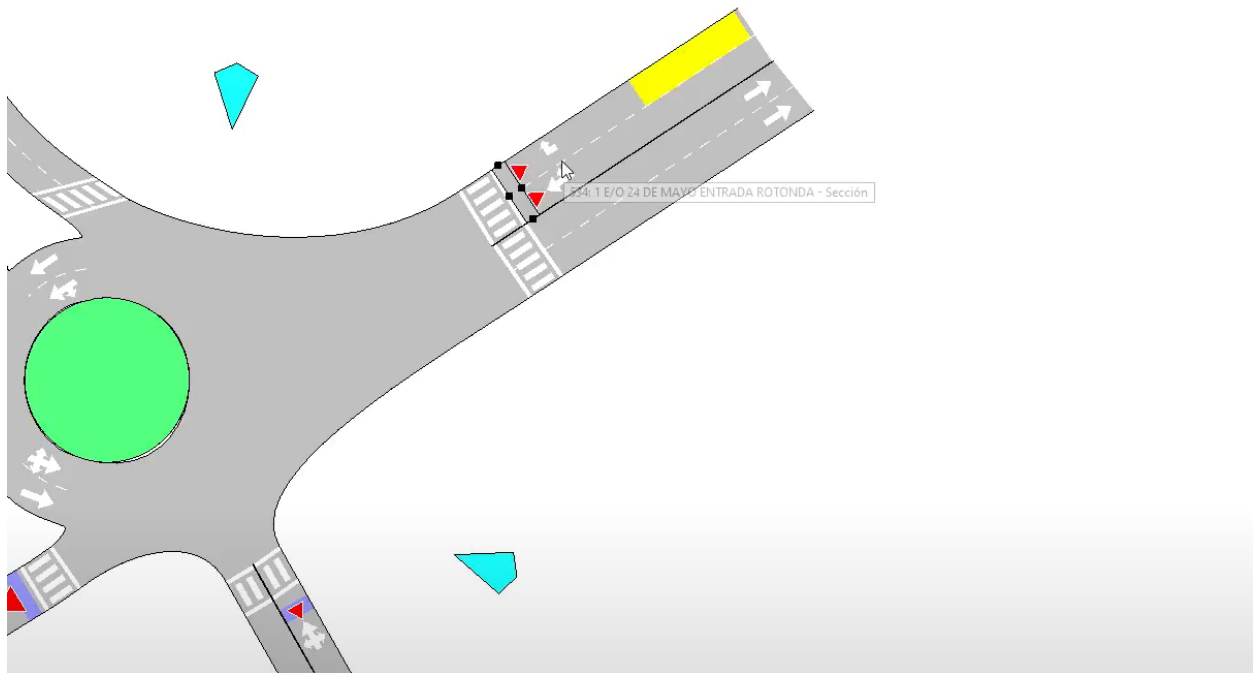
entran al "Plan de Transporte Público", opción que nos permite simular estos ciclos. La imagen 4.21 permite demostrar esta implementación de líneas de transporte público.

Ilustración 4.21: Activación de líneas de buses a lo largo del corredor. Fuente: Autores.



Una vez introducidos todos los datos a simular, se colocan "detectores", estos detectores influyen en la comprobación de los resultados obtenidos en campo, con los que el propio programa ofrece una vez terminada la simulación. En la imagen 4.22 se aprecia uno de los detectores ubicado antes del paso cebra de la Av. 24 de Mayo en dirección a la Empresa Eléctrica, cada uno de estos detectores es ubicado en los ramales de entrada de la rotonda.

Ilustración 4.22: Colocación de detectores. Fuente: Autores.



Se definen varios parámetros necesarios para la implementación de datos, la mayoría de estos parámetros se ajusta automáticamente una vez iniciada la simulación.

La lectura de datos por parte de los detectores se encuentra en "Importación de Datos Reales", como se menciona anteriormente, cada uno de estos detectores comprueba que la simulación coincida con los datos obtenidos en campo y el conteo realizado, es por esto que se procesa un archivo de Excel en CSV con el volumen de flujo real que pasa sobre cada detector. En este archivo se especifica el tiempo (este tiempo es la hora final en la que termina la simulación) como nuestra hora pico es de 7H00 a 8H00 agregamos los datos obtenidos en este lapso de tiempo tal y como se muestra en la tabla 4.16. La imagen 4.23 muestra la plantilla que se implementa en el software, seccionada por Tiempo, ID del detector (estos ID deben coincidir con los nombres de cada uno de los detectores implementados en la simulación) y por último el flujo vehicular en cada detector.

4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

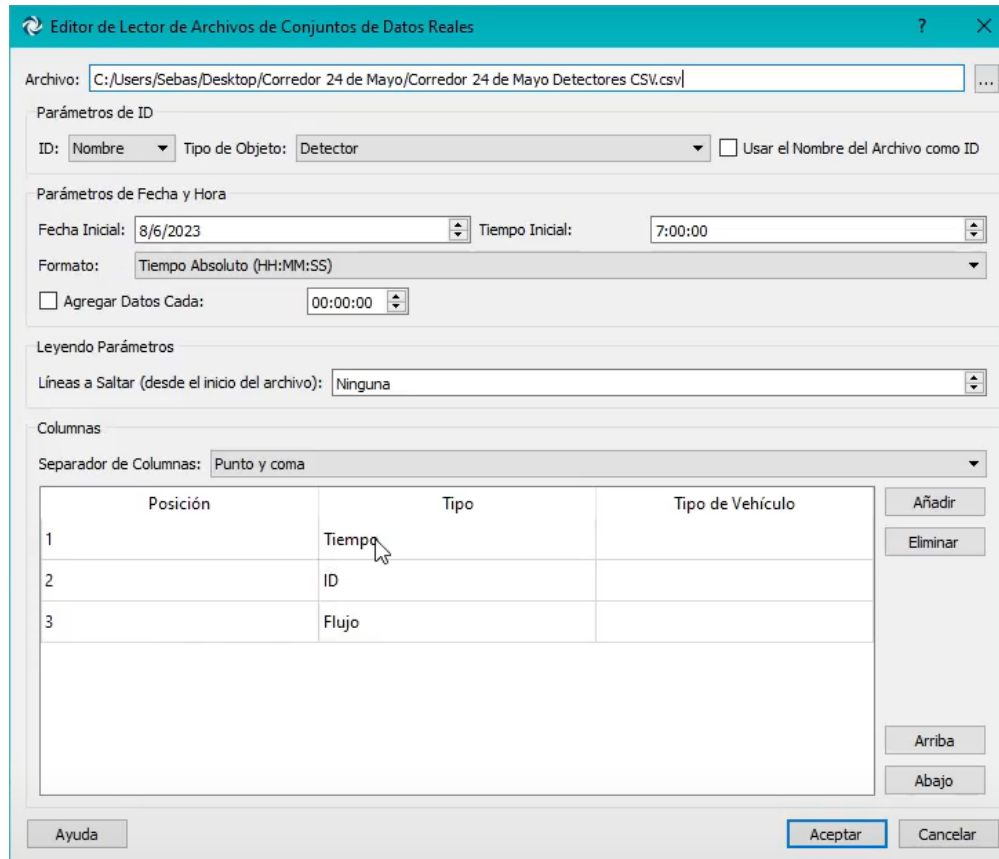
Ilustración 4.23: Datos tomados en campo para detectores. Fuente: Autores.

8:00:00	D1	740
8:00:00	D2	553
8:00:00	D3	119
8:00:00	D4	1005
8:00:00	D11	485
8:00:00	D12	960
8:00:00	D13	735
8:00:00	D14	818
8:00:00	D21	1096
8:00:00	D22	193
8:00:00	D23	900
8:00:00	D31	655
8:00:00	D32	797
8:00:00	D33	887
8:00:00	D34	958

Los detectores D3 y D4, que respectivamente corresponden a las estaciones de la intersección, se encuentran señalados en rojo debido a que estos datos se usaron para la calibración, en el D1 (detector 1) y D2 (detector 2) influye la conexión que existe con la intersección semaforizada, de la cual los conteos y datos obtenidos fueron dados gracias a la *Dirección de Movilidad y Transporte de Cuenca 2023* de igual forma debe coincidir con los testistas de la intersección aledaña.

Se implementa el archivo de CSV en el software Aimsun de tal forma que los datos expresados en Excel coincidan con los de la simulación. Tal y como se muestra en la imagen 4.24.

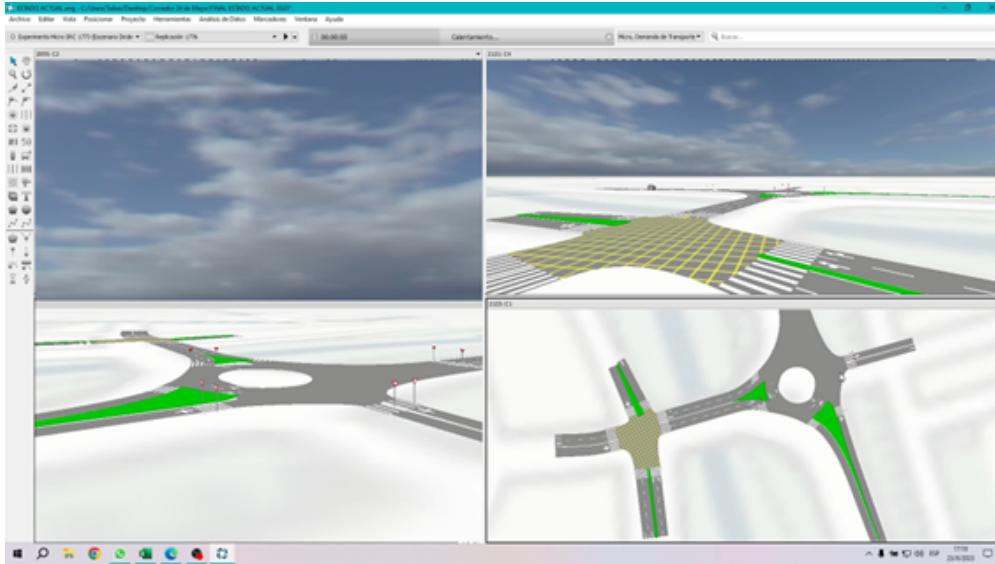
Ilustración 4.24: Editor de archivos conjuntos. Fuente: Autores.



Para la visualización 3D del tráfico que se presenta en la rotonda, es necesaria la colocación de simuladores de cámaras, en la imagen 4.25 se presentan unos polígonos azules junto a la rotonda, cada uno de estos representa una cámara que agiliza la visualización del comportamiento de tránsito.

4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

Ilustración 4.25: Ubicación de cámaras para comportamiento de tránsito. Fuente: Autores.



Para la obtención de resultados tales como lo son los Niveles de Servicio, una vez establecidos todos los parámetros y condiciones de la intersección de estudio, se procede a crear 5 réplicas, cada una de estas réplicas simula de diferentes condiciones el tránsito insertado, tal y como se aprecia en la imagen 4.26.

Ilustración 4.26: Simulación de tránsito actual. Fuente: Autores.

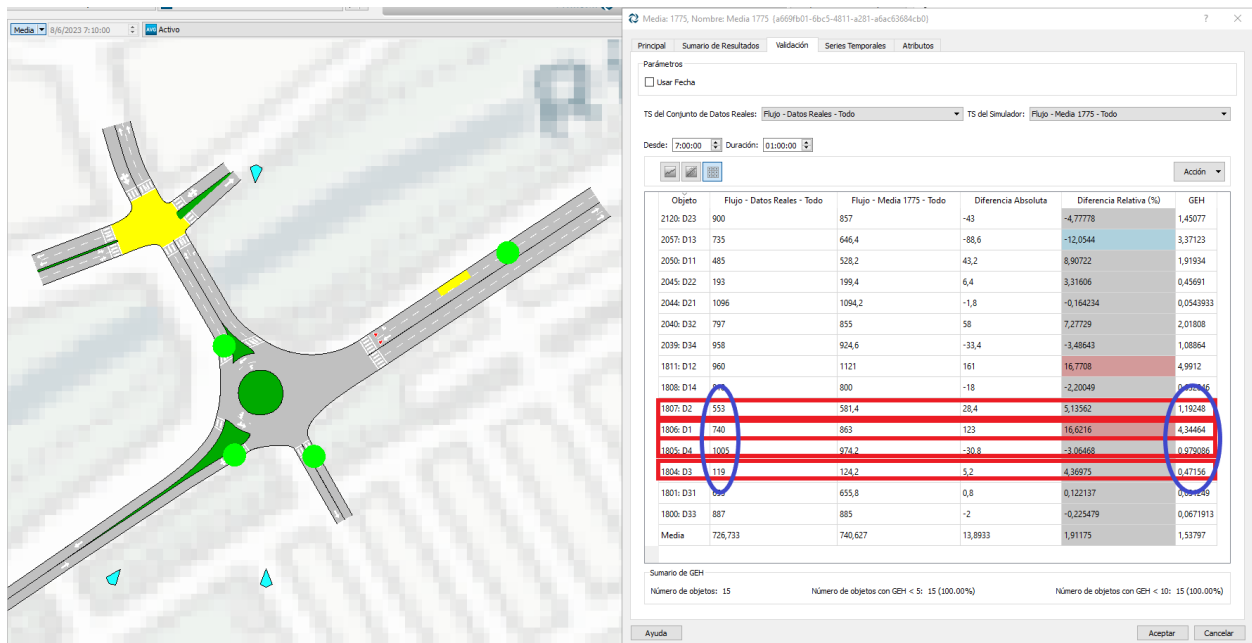


Una vez realizado este proceso durante 5 réplicas de simulación, se obtiene la Media de estas replicaciones con la finalidad de acercarse más a un resultado real. Una vez sacada la

4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

Media, se procede a calibrar, la calibración consiste en comparar los datos obtenidos en campo con los simulados, estos valores no pueden sobrepasar la fórmula estadística en procesos de micro simulación donde generalmente se acepta que el modelo de asignación de tráfico estará satisfactoriamente calibrado si al menos el 60% de los arcos tengan un GEH < 5 , esta fórmula se encarga de comparar dos conjuntos de volúmenes de tránsito vehicular como lo son el Flujo de Datos Reales y la Media obtenida de las 5 réplicas simuladas. Como se aprecia en las imágenes 4.27, los valores reales introducidos en cada uno de los detectores, coincide con la Media simulada, esto a su vez indica que los valores obtenidos por el resto de tesis encargados de analizar los rondones cercanos se encuentra correcto y que hay coincidencia entre flujos vehiculares. (C. M. Moyano Tobar, Chávez Araujo y Cubides Álvarez 2018)

Ilustración 4.27: Calibración de datos reales con los simulados. Fuente: Autores.



Por último se establece la capa de niveles de servicio, esta capa demuestra mediante un código de colores la representación de los niveles: A, B, C, D, E y F, el rango de valores para cada uno de los Niveles de Servicio se encuentra expresado en la tabla 2.3.

Obteniendo como resultado lo que se presenta en la imagen 4.28.

4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

Ilustración 4.28: Niveles de servicio obtenidos. Fuente: Autores.

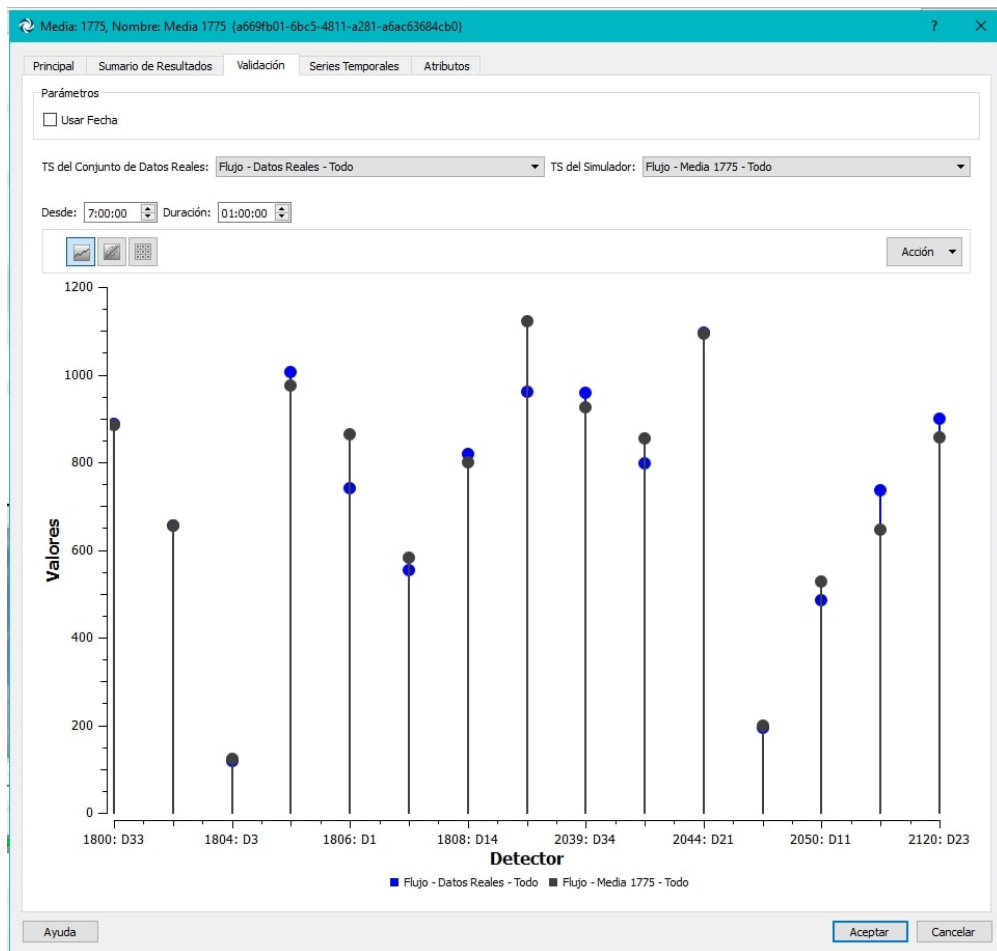


Como se aprecia en la imagen, los Niveles de Servicio varían en la intersección, teniendo ramales con niveles A, B y D. Son notorias las secciones donde se presentan esta inconformidad por parte de los usuarios, teniendo un NS-D para la entrada a la rotonda desde el hospital del IESS, un NS-B en la entrada a la rotonda desde el Puente de la Calle Rayoloma así como en la entrada desde la Calle Popayán. Y con un NS-D a lo largo de la Av. 24 de Mayo desde el redondel de la Empresa Eléctrica hacia la entrada a nuestra zona de estudio. Una de las razones por las cuales el programa nos da NS-A, se da debido a que no se simula la salida desde la intersección hacia el Hospital quedando un flujo libre, haciendo que el desfogue vehicular no impacte.

Las gráficas que hemos obtenido a partir de este análisis con respecto a lo simulado se presenta a continuación:

4.3. OBTENCIÓN DE NIVELES DE SERVICIO A TRAVÉS DE AIMSUN

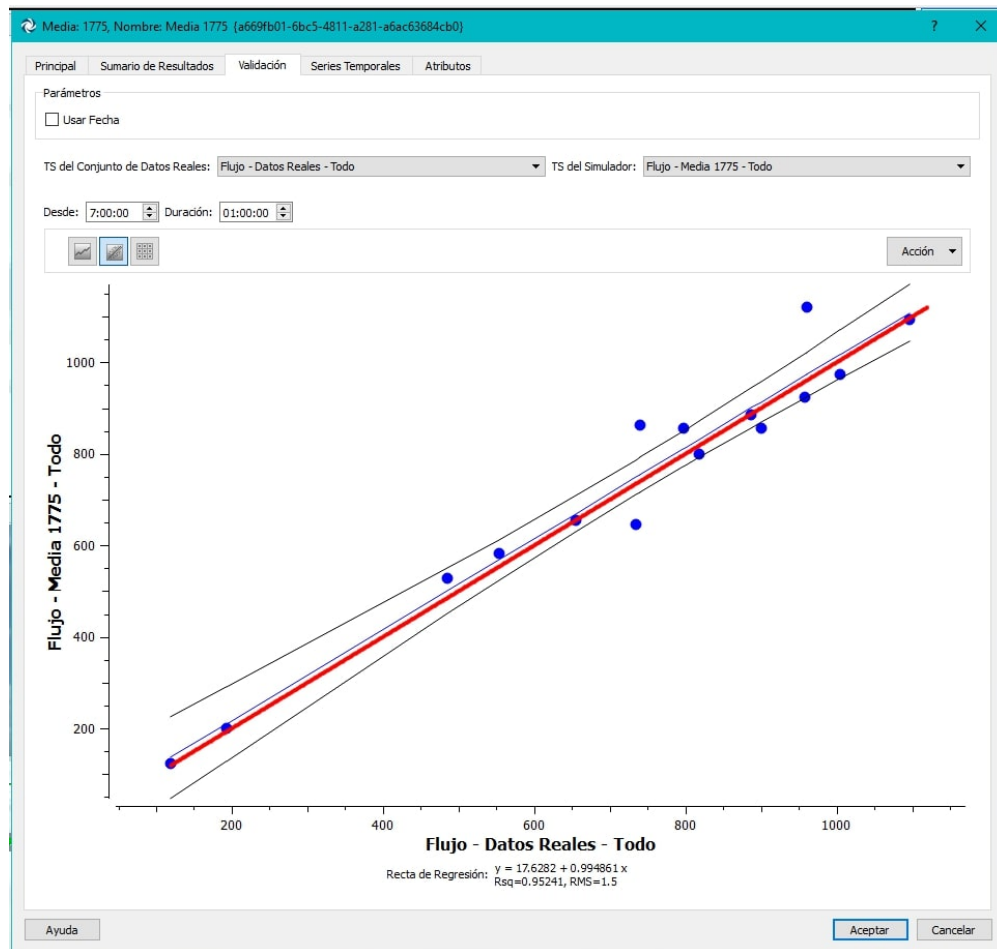
Ilustración 4.29: Media Lineal en Relación con el GEH. Fuente: Autores.



En la imagen presentada, se puede observar el conjunto de variables que se obtuvo entre los datos reales y los simulados, mientras más cercanos se encuentren los valores reales a los simulados, se comprueba que la simulación cumple con los datos introducidos.

4.4. SIMULACIÓN DE TRÁFICO A 20 AÑOS

Ilustración 4.30: Media Regresión en Relación con el GEH. Fuente: Autores.



De igual forma, la regresión lineal que se presenta, permite apreciar la dispersión (con respecto a la línea roja) de datos obtenidos, teniendo un rango aceptable.

4.4. Simulación de Tráfico a 20 años

Una vez realizada la simulación del tráfico actual, se procedió a introducir los datos obtenidos de acuerdo a nuestra proyección, una manera factible que encontramos para su simulación, fue la de exportar los datos hacia Excel e introducirlos de igual forma, de esta forma se puede multiplicar la tasa de crecimiento de livianos y camiones, de manera directa, teniendo relación con los calculados. Cabe destacar que para el uso de este método, se multiplican los datos por el Factor de corrección TPDA2023 obtenido en el apartado de cálculos, de esta manera se

4.4. SIMULACIÓN DE TRÁFICO A 20 AÑOS

proyecta hasta el año de la simulación que vendría a ser el 2043 en relación con la Hora Pico.

Ilustración 4.31: Proyección a 20 años mediante tasa de crecimiento vehicular. Fuente: Autores.

TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR						
PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			
2023-2028	1.81%	0.00%	0.93%			
2028-2033	1.60%	0.00%	0.98%			
2033-2038	1.83%	0.00%	1.40%			
2038-2043	1.87%	0.00%	1.58%			
F TPDA		1.173119328				

LIVIANOS						
Flujo ACTUAL	CORREGIDO	ID	5 AÑOS	10 AÑOS	15 AÑOS	20 AÑOS
622	730	447: 1 ENTRADA GAPAL DESDE 24 DE MAYO	744	756	770	785
865	1015	449: 15 O/E 24 DE MAYO ENTRADA REDONDEL DE GAPAL	1034	1051	1071	1092
912	1070	453: AV GAPAL ENTRADA DESDE AUTOPISTA	1090	1108	1129	1151
112	132	485: 1 S/N C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA	135	138	141	144
40	47	506: TULCAN SALIDA	48	49	50	51
20	24	518: 1 EL TIEMPO SE/NO SALIDA	25	26	27	28
955	1121	534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA	1142	1161	1183	1206
780	916	1074: 2 ENTRADA ROTONDA MAX UHLE SE/NO	933	948	966	985
1022	1199	1537: 2 CAMINO AL VALLE ENTRADA A AV 24 DE MAYO	1221	1241	1264	1288
300	352	2110	359	365	372	379
1009	1184	2197: 10 de agosto --> 2	1206	1226	1249	1273
388	456	2199: Herrerias	465	473	482	492
800	939	2203: 10 de agosto <-- 1	956	972	990	1009
251	295	2283: Av PumaMax <--	301	306	312	318
340	399	2285: AV PumaMax -->2	407	414	422	430
1057	1240	2287: Av Max Entrada	1263	1284	1308	1333
557	654	2314: Av PumaRayo -->2	666	677	690	703
560	657	2317: Av PumaRayo <--	669	680	693	706
1151	1351	2319: RayoBajada	1376	1399	1425	1452

CAMIONES						
Flujo ACTUAL		ID	5 AÑOS	10 AÑOS	15 AÑOS	20 AÑOS
15	18	447: 1 ENTRADA GAPAL DESDE 24 DE MAYO	19	20	21	22
18	22	449: 15 O/E 24 DE MAYO ENTRADA REDONDEL DE GAPAL	23	24	25	26
13	16	453: AV GAPAL ENTRADA DESDE AUTOPISTA	17	18	19	20
5	6	485: 1 S/N C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA	7	8	9	10
0	0	506: TULCAN SALIDA	0	0	0	0
0	0	518: 1 EL TIEMPO SE/NO SALIDA	0	0	0	0
19	23	534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA	24	25	26	27
35	42	1074: 2 ENTRADA ROTONDA MAX UHLE SE/NO	43	44	45	46
31	37	1537: 2 CAMINO AL VALLE ENTRADA A AV 24 DE MAYO	38	39	40	41
0	0	2110	0	0	0	0
33	39	2197: 10 de agosto --> 2	40	41	42	43
13	16	2199: Herrerias	17	18	19	20
30	36	2203: 10 de agosto <-- 1	37	38	39	40
5	6	2283: Av PumaMax <--	7	8	9	10
3	4	2285: AV PumaMax -->2	5	6	7	8
8	10	2287: Av Max Entrada	11	12	13	14
5	6	2314: Av PumaRayo -->2	7	8	9	10
9	11	2317: Av PumaRayo <--	12	13	14	15
8	10	2319: RayoBajada	11	12	13	14

De igual forma se realizó la proyección de los detectores, esto permite el incremento a medida que la tasa de incremento vehicular aumenta.

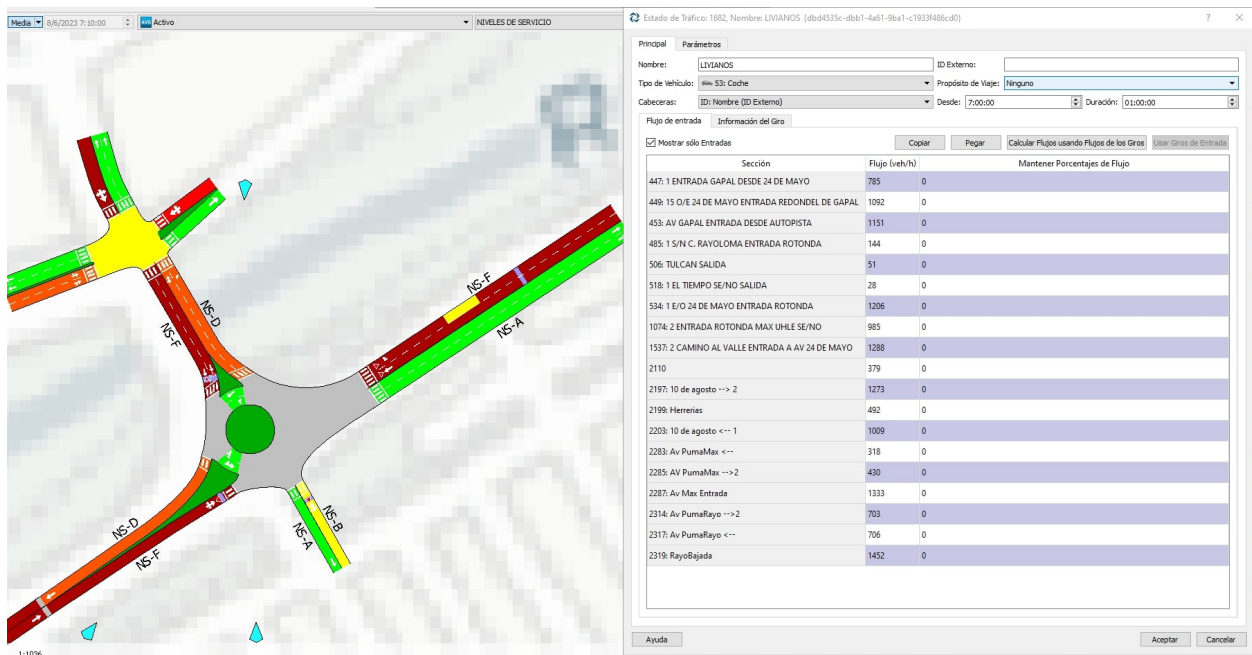
4.4. SIMULACIÓN DE TRÁFICO A 20 AÑOS

Ilustración 4.32: Proyección a 20 años mediante tasa de crecimiento vehicular para detectores. Fuente: Autores.

DETECTORES PARA CALIBRACIÓN DE DATOS							
AÑO 0			AÑO 0 CALIBRADO	5	10	15	20
740	8:00:00	D1	869	885	900	917	935
553	8:00:00	D2	649	661	672	685	698
119	8:00:00	D3	140	143	146	149	152
1005	8:00:00	D4	1179	1201	1221	1244	1268
485	8:00:00	D11	569	580	590	601	613
960	8:00:00	D12	1127	1148	1167	1189	1212
735	8:00:00	D13	863	879	894	911	929
818	8:00:00	D14	960	978	994	1013	1032
1096	8:00:00	D21	1286	1310	1331	1356	1382
193	8:00:00	D22	227	232	236	241	246
900	8:00:00	D23	1056	1076	1094	1115	1136
655	8:00:00	D31	769	783	796	811	827
797	8:00:00	D32	935	952	968	986	1005
887	8:00:00	D33	1041	1060	1077	1097	1118
958	8:00:00	D34	1124	1145	1164	1186	1209

Una vez se obtuvo los datos proyectados para 20 años, de igual forma en la que se simuló el estado actual de la intersección, se verifican los niveles de servicio que se prevé, estarán presentes en 20 años.

Ilustración 4.33: Nivel de Servicio Proyección a 20 años. Fuente: Autores.



Como se aprecia en la imagen 4.33 los Niveles de Servicio están en el rango más bajo, esto nos permite apreciar que la vía y su geometría generará un congestionamiento deficiente para sus

4.4. SIMULACIÓN DE TRÁFICO A 20 AÑOS

usuarios.

De igual forma, mediante el análisis podemos obtener la relación del GEH para corroborar la dispersión simulada con respecto a los datos proyectados.

Ilustración 4.34: Estadística GEH de la proyección a 20 años. Fuente: Autores.

Objeto	Flujo - Datos Reales - Todo	Flujo - Media 1775 - Todo	Diferencia Absoluta	Diferencia Relativa (%)	GEH
2120: D23	1136	499	-637	-56,0739	22,279
2057: D13	929	87,6	-841,4	-90,5705	37,3201
2050: D11	1400	163,6	-1236,4	-88,3143	44,2192
2045: D22	320	42,2	-277,8	-86,8125	20,643
2044: D21	1382	873,6	-508,4	-36,7873	15,1387
2040: D32	1005	961	-44	-4,37811	1,40338
2039: D34	1209	1020,6	-188,4	-15,5831	5,64264
1811: D12	1212	177,2	-1034,8	-85,3795	39,2635
1808: D14	1032	92	-940	-91,0853	39,6515
1807: D2	698	94	-604	-86,533	30,3521
1806: D1	935	107,2	-827,8	-88,5346	36,2631
1805: D4	1268	209,4	-1058,6	-83,4858	38,9491
1804: D3	152	30,8	-121,2	-79,7368	12,6774
1801: D31	827	526,8	-300,2	-36,2999	11,5385

Sumario de GEH
Número de objetos: 15 Número de objetos con GEH < 5: 1 (6,67%) Número de objetos con GEH < 10: 2 (13,33%)

Esto permite aclarar que el flujo vehicular con respecto a los detectores es deficiente, debido a que la cantidad vehicular no satisface los tiempos de demora que le toma a cada vehículo pasar por la rotonda.

Para un mejor entendimiento, a continuación se presentan las gráficas de la Media Lineal de lo Simulado vs Datos Proyectados y la Regresión Lineal vs Datos Proyectados:

4.4. SIMULACIÓN DE TRÁFICO A 20 AÑOS

Ilustración 4.35: Media Lineal GEH de la proyección a 20 años. Fuente: Autores.

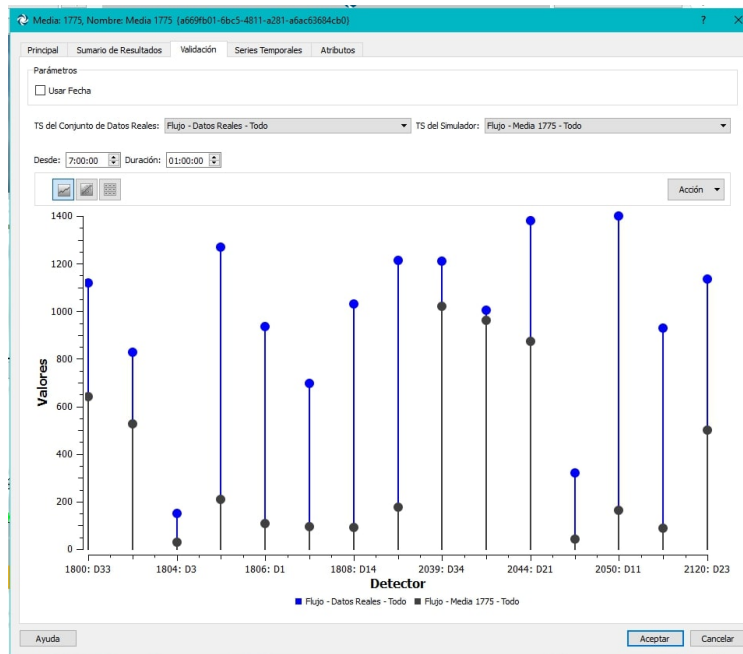
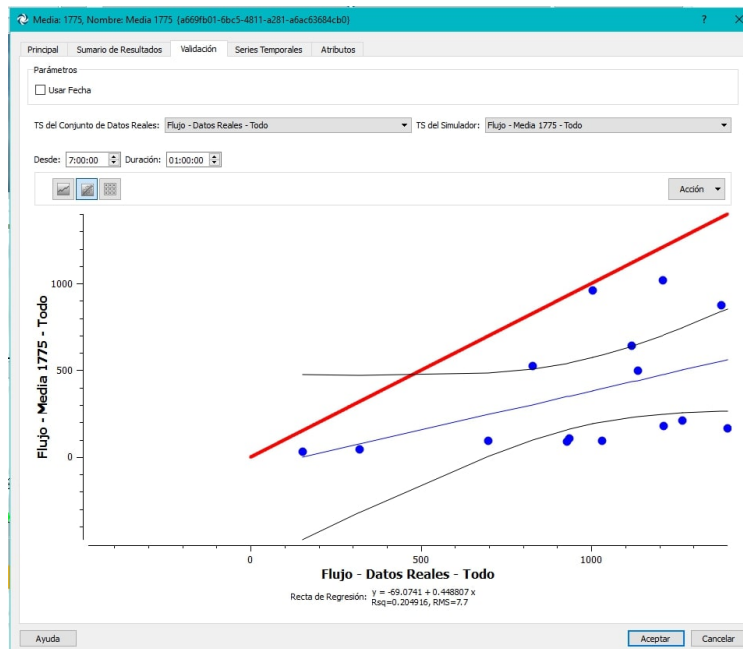


Ilustración 4.36: Regresión Lineal para dispersión con respecto a los datos proyectados GEH de la proyección a 20 años. Fuente: Autores.



Mediante el análisis exhaustivo y el uso de software especializado como lo es el AIMSUN, se tuvo la capacidad de buscar la solución más adecuada para abordar una problemática específica.

4.4. SIMULACIÓN DE TRÁFICO A 20 AÑOS

En este caso, se enfocó en mejorar la experiencia de los usuarios que transitarán por una determinada área o ruta.

Al utilizar herramientas de software como AIMSUN, hemos podido evaluar diferentes escenarios y considerar diversas variables para encontrar la solución más viable y efectiva.

El análisis y uso del software AIMSUN brindaron una visión más completa y detallada de los factores que influyen en la circulación y el desplazamiento de los usuarios. Esto nos ha permitido identificar posibles cuellos de botella, determinar los puntos críticos donde se producen retrasos o congestiones, y proponer estrategias para optimizar el flujo vehicular y reducir los tiempos de viaje.

Capítulo 5

Resultados

5.1. Posibles Soluciones al Congestionamiento

5.1.1. Conversión de la Rotonda a un Cruce Semaforizado y Ampliación de Carriles

La conversión de una rotonda a un cruce semaforizado y la ampliación de carriles es una estrategia efectiva para mejorar el nivel de servicio de una intersección vial, especialmente cuando se tiene en cuenta la geometría existente. Esta transformación permite aumentar la capacidad de la intersección al proporcionar carriles adicionales que se adaptan a las condiciones específicas del flujo vehicular y las demandas de tráfico en el área. Mediante la implementación de semáforos y señales de tráfico adecuadas, se logra una mejor regulación y control del tráfico, lo que resulta en una mayor eficiencia y fluidez en el movimiento de los vehículos. Además, la ampliación de carriles garantiza una mayor capacidad de almacenamiento y un mejor reparto de los flujos vehiculares, reduciendo los tiempos de espera y los conflictos entre los diferentes movimientos de tráfico. En resumen, esta estrategia de conversión y ampliación de carriles representa una solución óptima para mejorar el nivel de servicio de una intersección, maximizando la capacidad de la infraestructura vial existente y mejorando la experiencia de conducción de los usuarios.

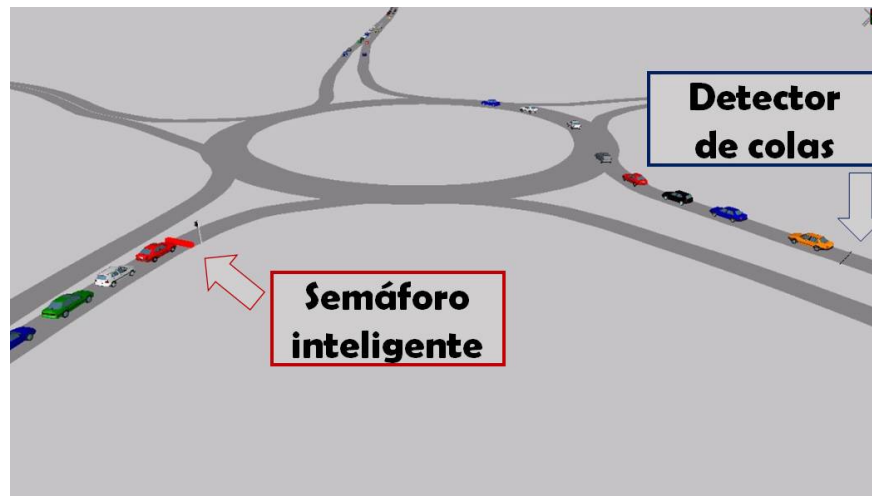
5.1.2. Ampliación de Carriles

Ampliar carriles en las rotondas es una estrategia utilizada para mejorar el nivel de servicio y la eficiencia del tráfico en estas intersecciones, ya que tiene como objetivo reducir la congestión y aumentar la capacidad de la rotonda para acomodar mayores volúmenes de tráfico. Aumentar la cantidad de carriles crea más espacio para los vehículos que ingresan y salen de la rotonda, lo que evita la congestión y la congestión. El estudio de (Montella, De Luca y Galante 2012) encontró que agregar carriles en las rotondas puede ayudar a mejorar la eficiencia de los vehículos. Los resultados muestran que aumentar el número de carriles puede mejorar el flujo de tráfico y reducir significativamente el tiempo de espera de los automóviles. Además, un estudio realizado por el Instituto de Ingenieros de Transporte de UC Berkeley ha demostrado que las rotondas con carriles adicionales tienen menos accidentes que las rotondas tradicionales. La disponibilidad de carriles múltiples aumenta la seguridad vial al brindar a los conductores más maniobrabilidad y reducir los conflictos entre vehículos. (Iacobucci y Haight 2013)

5.1.3. Sistemas Inteligentes para Disminuir los Atascos en Rotondas

Otra posible solución al problema del congestionamiento considerada, es aplicar un sistema inteligente de transporte desarrollado por científicos de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), denominada Ramp meter". (Martin-Gasulla, Alfredo García y Moreno 2016) expone que el sistema utiliza un enfoque inteligente de control del tráfico para ajustar la cantidad de vehículos que ingresan a la carretera principal cuando está congestionada. Para ello, se utiliza un sensor magnético colocado en una entrada de alto tráfico para activar un semáforo inteligente en otra entrada con menos tráfico. La investigación ha implementado este sistema y los retrasos se han reducido en un 60%.

Ilustración 5.1: Funcionamiento de sistemas inteligentes. Fuente: (SINC Fecha de acceso: 2023-06-12)



5.1.4. Turbo Rotonda

Son intersecciones que combinan las características de una rotonda tradicional con elementos adicionales que mejoran el volumen y la capacidad del tráfico. (Darter et al. 2011) expone que estas intersecciones incluyen carriles de tráfico adicionales alrededor del perímetro de la rotonda, así como carriles de aceleración y desaceleración para facilitar el movimiento de entrada y salida. También dice que las rotondas turbo alimentadas también ofrecen beneficios de eficiencia y flujo de tráfico. Al reducir los tiempos de espera y los retrasos, mejoran la experiencia de conducción de los conductores y reducen el consumo de combustible.

Ilustración 5.2: Ejemplo de Turbo rotonda. Fuente: (SoyMotero.net Fecha de acceso: 2023-06-12)



5.2. Determinación de la Solución más Idónea

La elección de la conversión de la rotonda a un cruce semaforizado y ampliación de carriles como la solución más idónea para abordar el problema de congestión de tráfico se basa en varias razones clave.

En primer lugar, la ampliación de carriles se descarta debido a las limitaciones geométricas de la rotonda. La estructura y diseño de una rotonda suelen tener un espacio limitado, lo que dificulta la incorporación de carriles adicionales de manera eficiente. En el libro "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003" preparado por el "T.A.M.S" se encuentra una tabla que respalda la preferencia por intersecciones semaforizadas sobre redondeles en términos de capacidad de flujo vehicular. Según esta tabla adjunta, se especifica que para rotondas con un diámetro de 20 metros, solo es posible tener dos carriles para lograr un diseño óptimo. Esta limitación de capacidad puede provocar congestión y dificultades en el flujo vehicular en momentos de alto tráfico. Por lo tanto, al optar por intersecciones normales semaforizadas en lugar de redondeles, se supera esta restricción y se permite una mayor capacidad de flujo vehicular, mejorando así la eficiencia del sistema de transporte.

5.2. DETERMINACIÓN DE LA SOLUCIÓN MÁS IDÓNEA

Ilustración 5.3: Tabla de número de carriles según diámetro de rotondas Fuente: (T.A.M.S. - ASTEC 2003)

Diámetro de la isla central, m	20	40	60	80	≥100
Número de carriles de tránsito en el anillo	2	2	3	3	3
Ancho de la calzada, m	6	6	9,5	9,5	9,5

En segundo lugar, los sistemas inteligentes para disminuir los atascos en rotondas pueden presentar limitaciones en cuanto a su implementación y disponibilidad en el país. Estos sistemas requieren tecnología avanzada, como sensores y sistemas de control de tráfico sofisticados, así como una infraestructura de comunicación robusta. La implementación de estos sistemas puede llevar tiempo y requerir una inversión significativa, lo que puede no ser factible en todas las ubicaciones.

En cuanto a las turbo rotondas, si bien pueden ser eficientes en el manejo del tráfico en ciertas situaciones, su implementación conlleva complejidades adicionales. Las turbo rotondas tienen un diseño más complejo y requieren una señalización y marcado vial especializados. Además, su implementación puede requerir modificaciones significativas en la geometría y el diseño de la rotonda existente, lo que puede generar retrasos y desafíos adicionales en su aplicación.

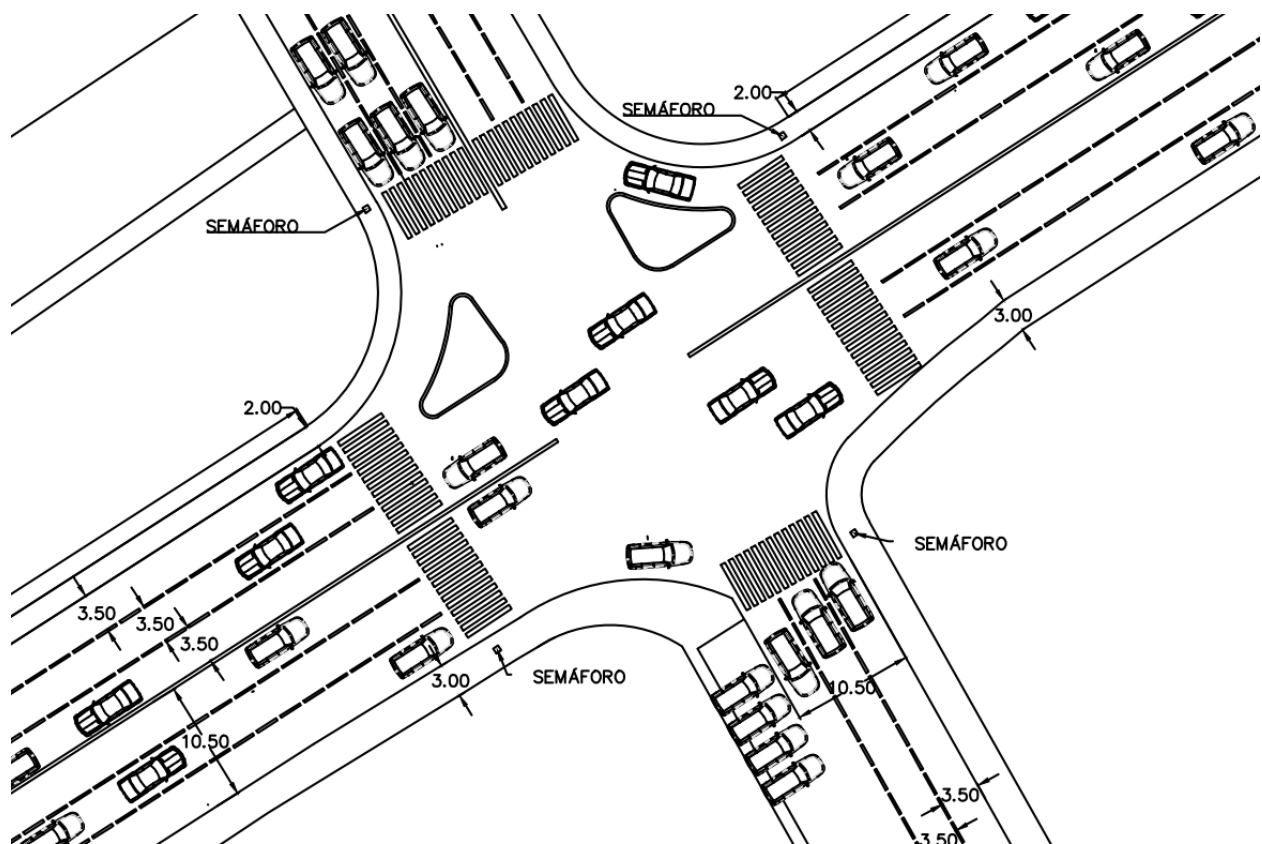
El reemplazo de redondeles por intersecciones normales semaforizadas ofrece varias ventajas significativas para mitigar el congestionamiento vehicular. Según (Smith 2018), las intersecciones semaforizadas permiten un control más preciso y eficiente del flujo vehicular, ya que los semáforos regulan el tráfico en diferentes direcciones, evitando así conflictos y choques potenciales. Además, (A. García y López 2020) señalan que las intersecciones semaforizadas facilitan la coordinación del tráfico en función de la demanda y la capacidad de las vías, lo que permite ajustar los tiempos de los semáforos según las necesidades del tráfico en tiempo real. Esta capacidad de adaptación mejora el flujo vehicular y reduce los tiempos de espera, lo que a su vez reduce la congestión. Por último, los estudios han demostrado que las intersecciones semaforizadas pueden mejorar la seguridad vial al reducir el número de accidentes graves en comparación con los redondeles. En resumen, la adopción de intersecciones normales semaforizadas en lugar de redondeles presenta beneficios considerables en términos de control de tráfico, eficiencia del flujo vehicular y seguridad vial.

5.2. DETERMINACIÓN DE LA SOLUCIÓN MÁS IDÓNEA

Además, aunque la ampliación de carriles podría llevar a la generación de tráfico inducido. Al seleccionar la propuesta de Conversión de la Rotonda a un Cruce Semaforizado y Ampliación de Carriles, es esencial considerar la presencia de dicho tráfico adicional. Para abordar esta cuestión, resulta imperativo tener en cuenta un porcentaje específico relacionado con el tráfico inducido. Este porcentaje se ha obtenido mediante una minuciosa revisión bibliográfica, destacándose, entre las diversas fuentes consultadas, el estudio realizado por (Torres Leveau 2019). Si bien la adopción de esta propuesta puede ocasionar un aumento en el tráfico, también se debe considerar que el reemplazo de una rotonda por una intersección semaforizada implica un impacto significativo en la gestión del tráfico, lo cual podría conducir a una propuesta más adecuada en términos globales.

5.2.1. Simulación de la Solución Propuesta

Ilustración 5.4: Diseño de la solución. Fuente: Autores

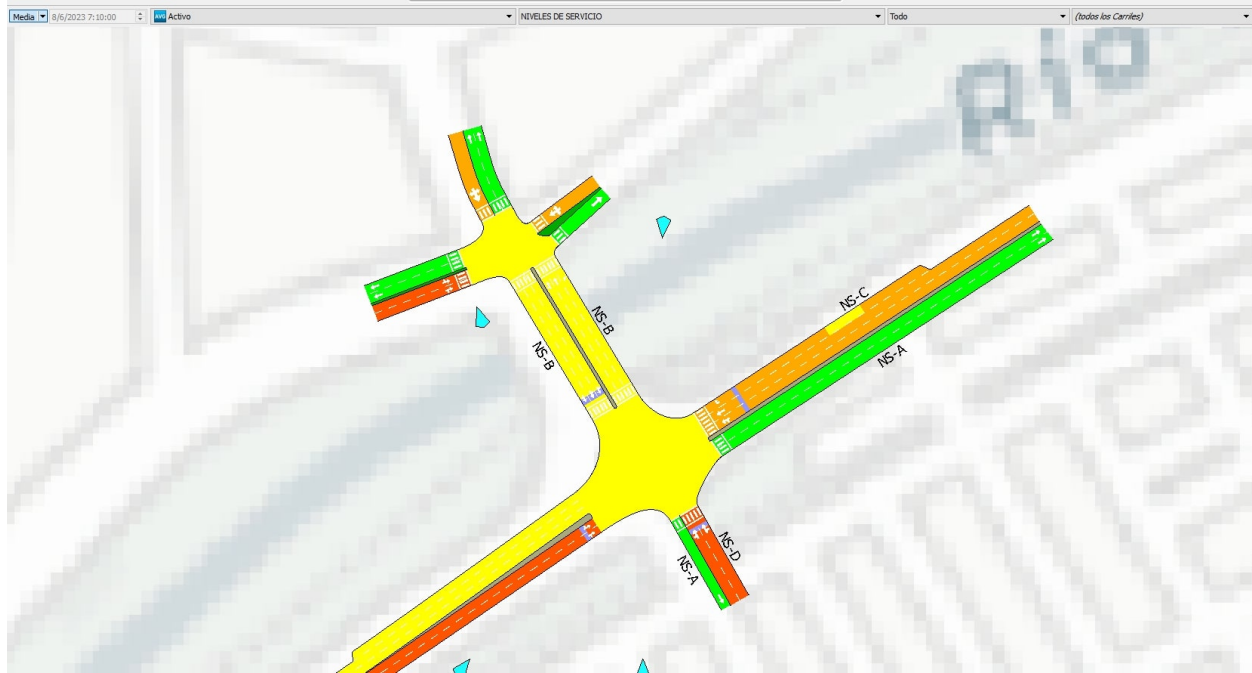


Se indicó anteriormente que la geometría actual del redondel no permite implementar o ampliar carriles para mejorar la infraestructura actual, teniendo en cuenta lo que deseamos

5.2. DETERMINACIÓN DE LA SOLUCIÓN MÁS IDÓNEA

construir, se diseñó la nueva intersección semaforizada para la obtención de resultados más asertivos en cuanto a mejorar el nivel de servicio.

Ilustración 5.5: Simulación de la solución. Fuente: Autores



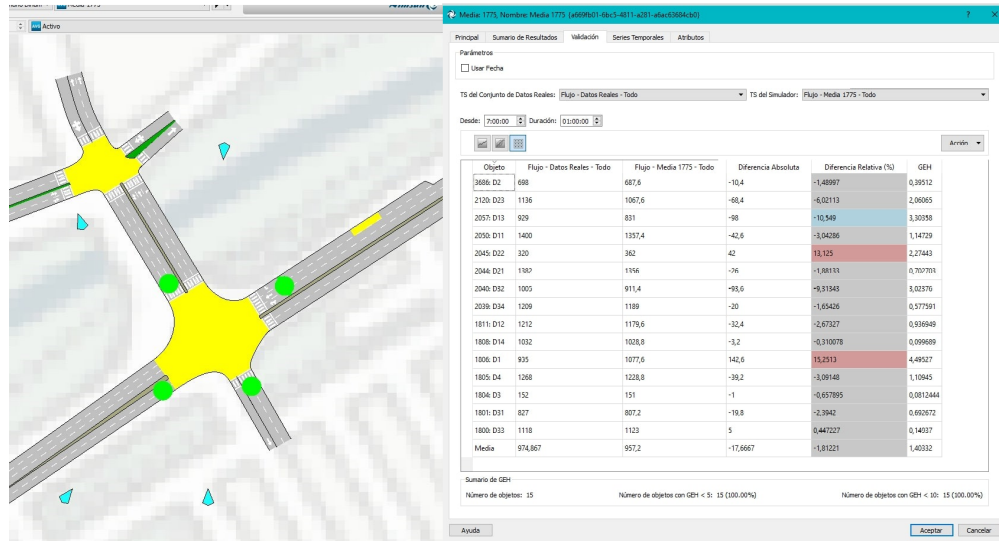
De acuerdo a la imagen mostrada, los datos para la simulación de esta propuesta son los que se encuentran en la Proyección a 20 años, tomando esto como punto de partida, se procede a generar el nodo semaforizado, de igual forma cada uno de los cruces que existe en la nueva intersección producen conflictos, lo cuales son capaces de mejorar con la ubicación de los semáforos.

La figura 5.5 muestra niveles de servicio capaces de satisfacer el tráfico a futuro, teniendo una mejora notable en la Av. 24 de Mayo, a su vez se realiza la calibración de los datos para tener una percepción de como se comportará el flujo a futuro. Si bien la Calle Rayoloma desde la salida de la Calle Popayán tiene un NS-D, se tiene en cuenta que el sector no tienen un crecimiento notable, según los datos dispuestos por *Dirección de Movilidad y Transporte de Cuenca 2023* la zona no tienen aumento, por lo que se prevé que no será un problema notorio.

La calibración de datos mostrada a continuación muestra que con la implementación de la solución tendría una mejora notable en el flujo a 20 años.

5.2. DETERMINACIÓN DE LA SOLUCIÓN MÁS IDÓNEA

Ilustración 5.6: Calibración de datos de la solución. Fuente: Autores



De igual forma, las gráficas de la estadística del GEH no sobrepasa >5 , es por esto que tenemos una dispersión media de los datos proyectados con relación a los simulados con un comportamiento notorio, a continuación se muestran las gráficas.

Ilustración 5.7: Gráfica de la Media Lineal de Solución. Fuente: Autores

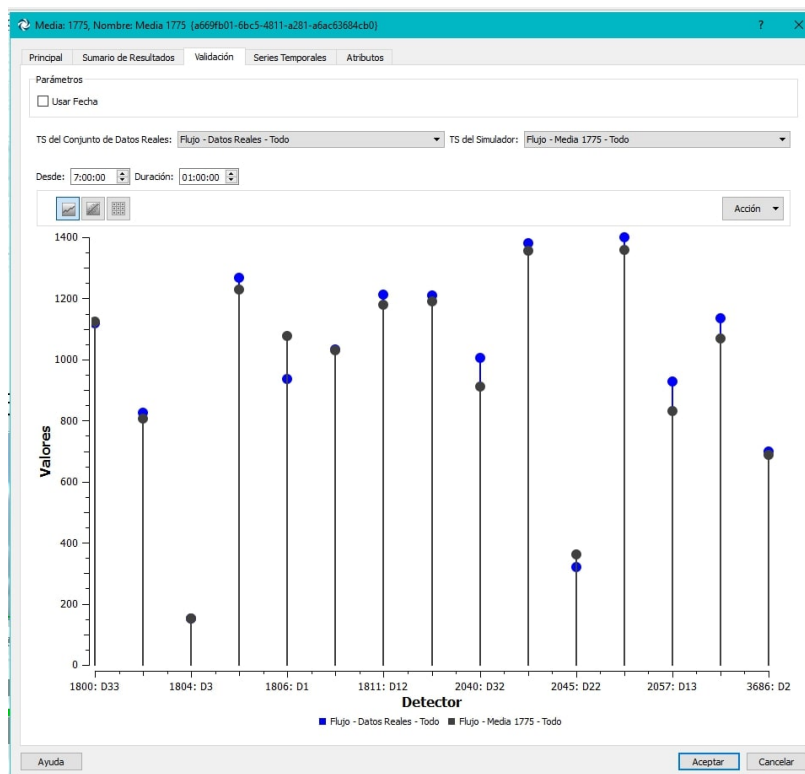
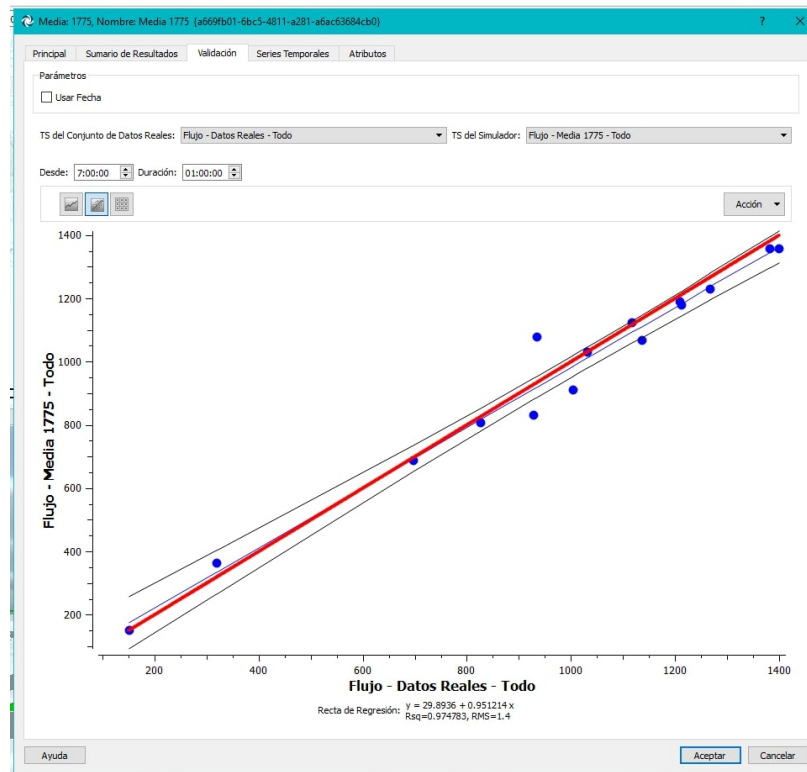


Ilustración 5.8: Regresión Lineal de la Solución. Fuente: Autores



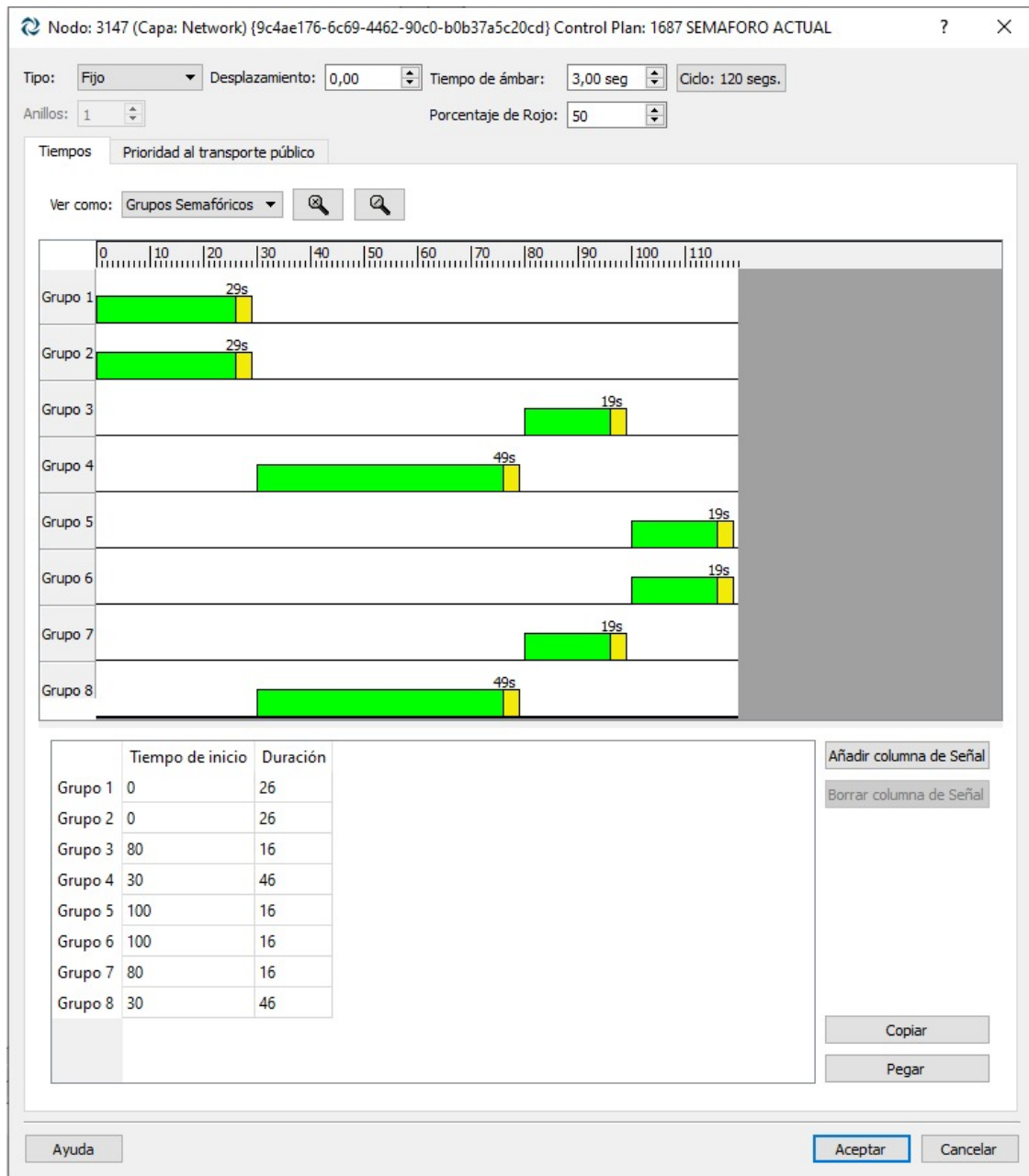
Ambas gráficas muestran una dispersión pareja de lo esperado como solución, esto da a entender que nuestra propuesta es viable para ser implementada a futuro.

La solución propuesta, viene acompañada de cierto número de criterios, debido a que los ciclos semafóricos varían según la hora del día y factores como el número de carriles, geometría de la vía, pasos peatonales, parterre, etc. Con la ayuda de la *Dirección de Movilidad y Transporte de Cuenca 2023* y de las Ingenieras Gisella Chavez y Berenice Cubides, se nos indicó que los ciclos semafóricos tienden a tener patrones a la hora de su cálculo, es por esto que se nos brindó la Normativa (*REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 004:2012 PARTE 5: SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 5. SEMAFORIZACIÓN 2012*) para implementación de semáforos en intersecciones, esta normativa indica los procesos que se deben seguir para analizar los tiempos que se encuentran en los semáforos, así como el número de fases, grupos, etc. Debido a que el estudio de señalización semaforizada es un tema más profundo, los conocimientos y criterios de la *Dirección de Movilidad y Transporte de Cuenca 2023* indican que el ciclo semafórico que podemos implementar (debido a que los semáforos tienden a tener ciclos repetitivos) para nuestra solución

5.2. DETERMINACIÓN DE LA SOLUCIÓN MÁS IDÓNEA

es el siguiente:

Ilustración 5.9: Ciclo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores



Como se aprecia en la figura, se ha propuesto un ciclo semafórico de 120 segundos. Acompañado de 8 Grupos o Fases, cada una de ellas interpreta los giros disponibles de cada vehículo y los tiempos en que pueden avanzar. A continuación se muestra como se establecieron estos grupos dependiendo el movimiento que pueden hacer.

5.2. DETERMINACIÓN DE LA SOLUCIÓN MÁS IDÓNEA

Ilustración 5.10: Grupo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores

Principal	Nombre	ID Externo	Clase de Vehículo	Distancia (m)	Nuevo
3160	Grupo 1	Grupo 1	Cualquiera	0,00	Borrar
3161	Grupo 2	Grupo 2	Cualquiera	0,00	
3162	Grupo 3	Grupo 3	Cualquiera	0,00	
3163	Grupo 4	Grupo 4	Cualquiera	0,00	
3164	Grupo 5	Grupo 5	Cualquiera	0,00	
3165	Grupo 6	Grupo 6	Cualquiera	0,00	
3166	Grupo 7	Grupo 7	Cualquiera	0,00	
3167	Grupo 8	Grupo 8	Cualquiera	0,00	

Grupos

- Desde 486: 1 N/S C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 1871: 3 E/O 24 DE...
- Desde 534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA Hacia 536: 1 S/N C. RAYO...
- Desde 1594: 3 O/E 24 DE MAYO Hacia 544: 1 O/E 24 DE MAYO SALIDA ROTON...
- Desde 534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA Hacia 1871: 3 E/O 24 DE M...
- Desde 485: 1 S/N C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 536: 1 S/N C. RAY...
- Desde 486: 1 N/S C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 484: 1 N/S C. RAY...
- Desde 485: 1 S/N C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 544: 1 O/E 24 DE H...
- Desde 485: 1 S/N C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 1871: 3 E/O 24 DE H...
- Desde 534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA Hacia 484: 1 N/S C. RAYO...
- Desde 1594: 3 O/E 24 DE MAYO Hacia 536: 1 S/N C. RAYOLOMA SALIDA ROTOT...
- Desde 486: 1 N/S C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 544: 1 O/E 24 DE H...
- Desde 1594: 3 O/E 24 DE MAYO Hacia 484: 1 N/S C. RAYOLOMA SALIDA ROTOT...

Pasos de Peatones

- Paso de Peatones 1991
- Paso de Peatones 1969
- Paso de Peatones 1992
- Paso de Peatones 1970
- Paso de Peatones 1968
- Paso de Peatones 1993

Ilustración 5.11: Grupo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores

Principal	Nombre	ID Externo	Clase de Vehículo	Distancia (m)	Nuevo
3160	Grupo 1	Grupo 1	Cualquiera	0,00	Borrar
3161	Grupo 2	Grupo 2	Cualquiera	0,00	
3162	Grupo 3	Grupo 3	Cualquiera	0,00	
3163	Grupo 4	Grupo 4	Cualquiera	0,00	
3164	Grupo 5	Grupo 5	Cualquiera	0,00	
3165	Grupo 6	Grupo 6	Cualquiera	0,00	
3166	Grupo 7	Grupo 7	Cualquiera	0,00	
3167	Grupo 8	Grupo 8	Cualquiera	0,00	

Grupos

- Desde 486: 1 N/S C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 1871: 3 E/O 24 DE...
- Desde 534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA Hacia 536: 1 S/N C. RAYO...
- Desde 1594: 3 O/E 24 DE MAYO Hacia 544: 1 O/E 24 DE MAYO SALIDA ROTONE...
- Desde 534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA Hacia 1871: 3 E/O 24 DE M...
- Desde 485: 1 S/N C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 536: 1 S/N C. RAY...
- Desde 486: 1 N/S C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 484: 1 N/S C. RAY...
- Desde 485: 1 S/N C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 544: 1 O/E 24 DE H...
- Desde 485: 1 S/N C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 1871: 3 E/O 24 DE H...
- Desde 534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA Hacia 484: 1 N/S C. RAYO...
- Desde 1594: 3 O/E 24 DE MAYO Hacia 536: 1 S/N C. RAYOLOMA SALIDA ROTOT...
- Desde 486: 1 N/S C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 544: 1 O/E 24 DE H...
- Desde 1594: 3 O/E 24 DE MAYO Hacia 484: 1 N/S C. RAYOLOMA SALIDA ROTOT...

Pasos de Peatones

- Paso de Peatones 1991
- Paso de Peatones 1969
- Paso de Peatones 1992
- Paso de Peatones 1970
- Paso de Peatones 1968
- Paso de Peatones 1993

5.2. DETERMINACIÓN DE LA SOLUCIÓN MÁS IDÓNEA

Ilustración 5.12: Grupo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores

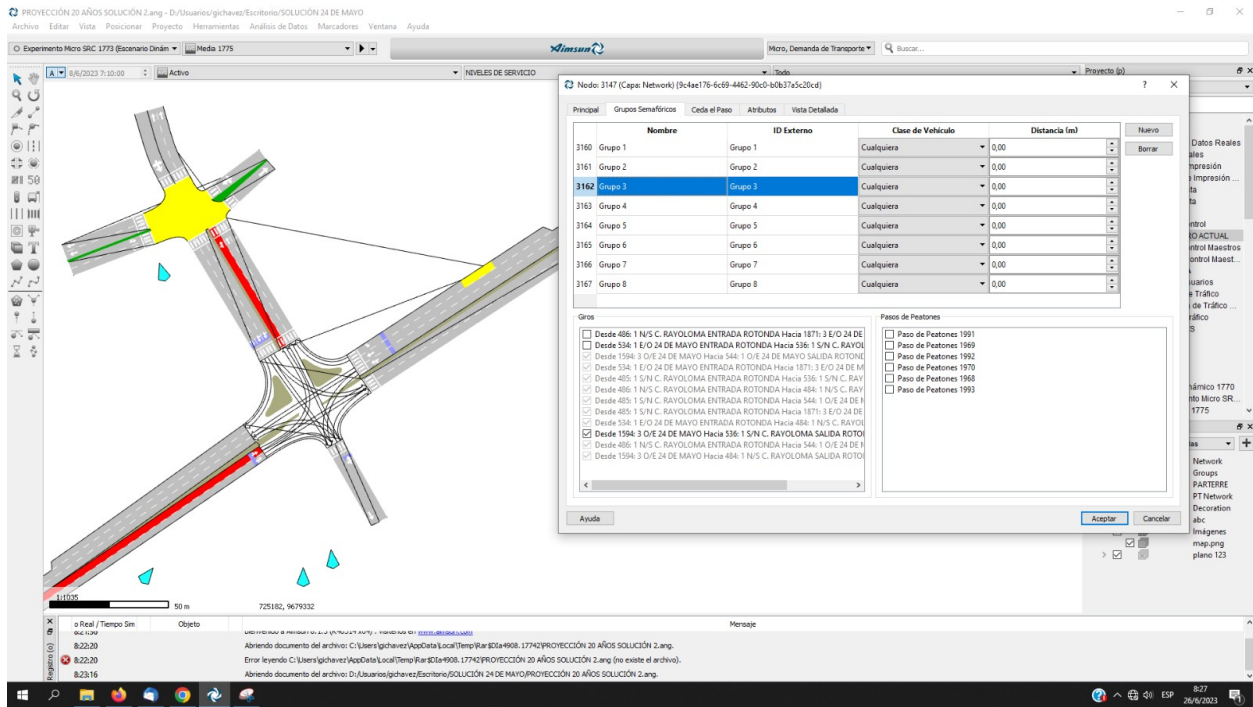
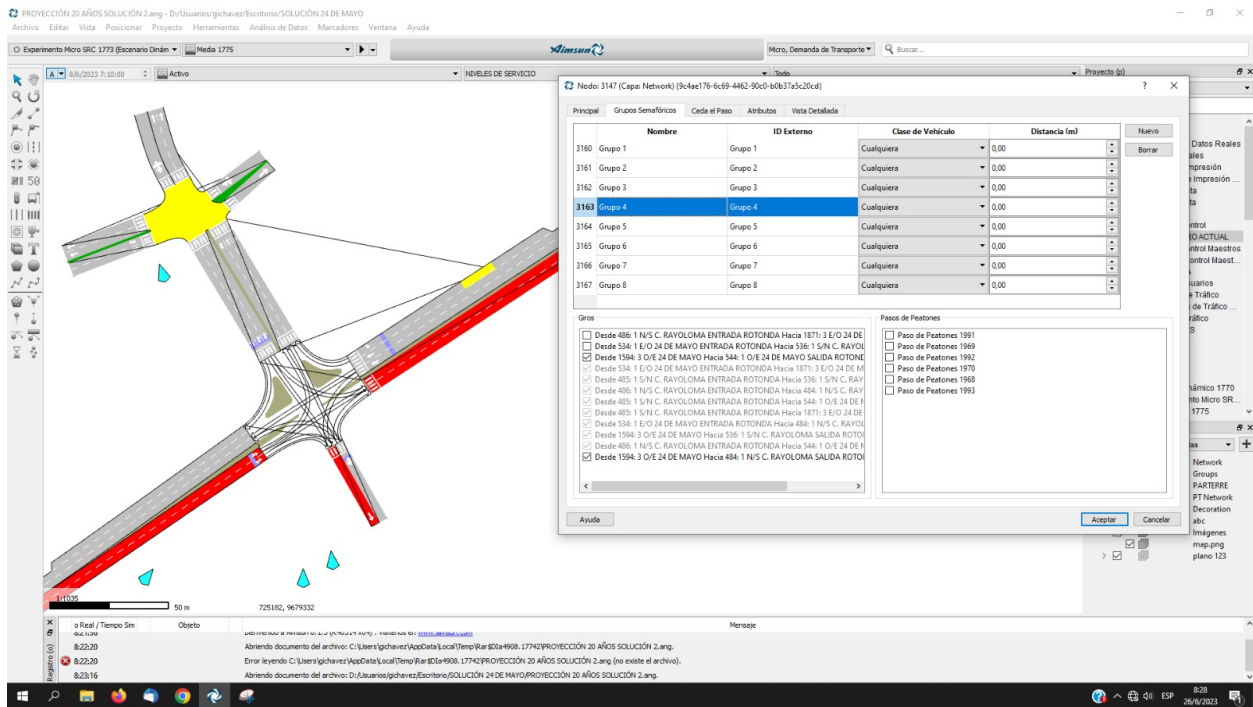


Ilustración 5.13: Grupo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores



5.2. DETERMINACIÓN DE LA SOLUCIÓN MÁS IDÓNEA

Ilustración 5.14: Grupo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores

Principal	Nombre	ID Externo	Clase de Vehículo	Distancia (m)	Nuevo
3160	Grupo 1	Grupo 1	Cualquiera	0,00	Borrar
3161	Grupo 2	Grupo 2	Cualquiera	0,00	
3162	Grupo 3	Grupo 3	Cualquiera	0,00	
3163	Grupo 4	Grupo 4	Cualquiera	0,00	
3164	Grupo 5	Grupo 5	Cualquiera	0,00	
3165	Grupo 6	Grupo 6	Cualquiera	0,00	
3166	Grupo 7	Grupo 7	Cualquiera	0,00	
3167	Grupo 8	Grupo 8	Cualquiera	0,00	

Grupos

- Desde 486: 1 N/S C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 1871: 3 E/O 24 DE
- Desde 534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA Hacia 536: 1 S/N C. RAYO
- Desde 1594: 3 O/E 24 DE MAYO Hacia 544: 1 O/E 24 DE MAYO SALIDA ROTON
- Desde 534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA Hacia 1871: 3 E/O 24 DE M
- Desde 485: 1 S/N C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 536: 1 S/N C. RAY
- Desde 486: 1 N/S C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 484: 1 N/S C. RAY
- Desde 485: 1 S/N C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 544: 1 O/E 24 DE E
- Desde 485: 1 S/N C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 1871: 3 E/O 24 DE
- Desde 534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA Hacia 484: 1 N/S C. RAYO
- Desde 1594: 3 O/E 24 DE MAYO Hacia 536: 1 S/N C. RAYOLOMA SALIDA ROTO
- Desde 486: 1 N/S C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 544: 1 O/E 24 DE E
- Desde 1594: 3 O/E 24 DE MAYO Hacia 484: 1 N/S C. RAYOLOMA SALIDA ROTO

Pasos de Peatones

- Paso de Peatones 1991
- Paso de Peatones 1969
- Paso de Peatones 1992
- Paso de Peatones 1970
- Paso de Peatones 1968
- Paso de Peatones 1993

Ilustración 5.15: Grupo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores

Principal	Nombre	ID Externo	Clase de Vehículo	Distancia (m)	Nuevo
3160	Grupo 1	Grupo 1	Cualquiera	0,00	Borrar
3161	Grupo 2	Grupo 2	Cualquiera	0,00	
3162	Grupo 3	Grupo 3	Cualquiera	0,00	
3163	Grupo 4	Grupo 4	Cualquiera	0,00	
3164	Grupo 5	Grupo 5	Cualquiera	0,00	
3165	Grupo 6	Grupo 6	Cualquiera	0,00	
3166	Grupo 7	Grupo 7	Cualquiera	0,00	
3167	Grupo 8	Grupo 8	Cualquiera	0,00	

Grupos

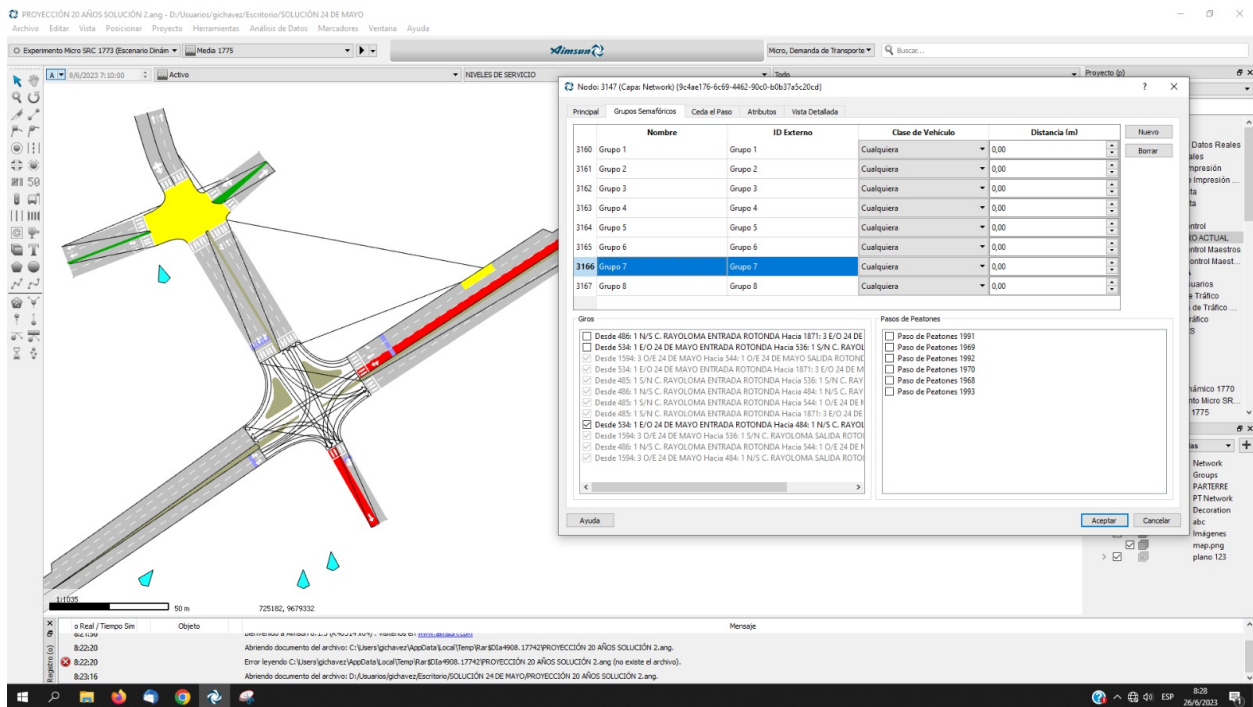
- Desde 486: 1 N/S C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 1871: 3 E/O 24 DE
- Desde 534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA Hacia 536: 1 S/N C. RAYO
- Desde 1594: 3 O/E 24 DE MAYO Hacia 544: 1 O/E 24 DE MAYO SALIDA ROTON
- Desde 534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA Hacia 1871: 3 E/O 24 DE M
- Desde 485: 1 S/N C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 536: 1 S/N C. RAY
- Desde 486: 1 N/S C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 484: 1 N/S C. RAY
- Desde 485: 1 S/N C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 544: 1 O/E 24 DE E
- Desde 485: 1 S/N C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 1871: 3 E/O 24 DE
- Desde 534: 1 E/O 24 DE MAYO ENTRADA ROTONDA Hacia 484: 1 N/S C. RAYO
- Desde 1594: 3 O/E 24 DE MAYO Hacia 536: 1 S/N C. RAYOLOMA SALIDA ROTO
- Desde 486: 1 N/S C. RAYOLOMA ENTRADA ROTONDA Hacia 544: 1 O/E 24 DE E
- Desde 1594: 3 O/E 24 DE MAYO Hacia 484: 1 N/S C. RAYOLOMA SALIDA ROTO

Pasos de Peatones

- Paso de Peatones 1991
- Paso de Peatones 1969
- Paso de Peatones 1992
- Paso de Peatones 1970
- Paso de Peatones 1968
- Paso de Peatones 1993

5.2. DETERMINACIÓN DE LA SOLUCIÓN MÁS IDÓNEA

Ilustración 5.16: Grupo Semafórico de la Solución. Fuente: Autores



De esta forma podemos también observar que 2 giros se encuentran libres, el giro hacia el puente desde la Av. 24 de Mayo y el giro desde el puente con incorporación a la Av. 24 de Mayo. Puesto que nuestra solución también es permitir a los vehículos incorporarse de manera directa con la segregación y ampliación de carriles.

Capítulo 6

Cronograma

Tabla 6.1: Cronograma. Fuente: Autores.

Actividades\Mes	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.
Reconocimiento de las calles de estudio.	X							
Realización de encuestas a usuarios de las calles de estudio.		X						
Revisión de Investigaciones previas relacionadas con el tráfico en Cuenca.		X						
Instalación de cámaras en las calles de estudio para conteo vehicular.			X					
Análisis de videos obtenidos y cuantificación del tráfico actual.			X	X	X	X	X	X
Obtención del tráfico proyectado a 20 años.							X	X
Simulación por medio de Software.								X
Propuestas de soluciones con base en los resultados obtenidos.								X
Elaboración de la Memoria Técnica.								X
Sustentación.								X

Capítulo 7

Presupuesto

Tabla 7.1: Presupuesto Referencial de la Solución Propuesta (cronograma valorado y fórmula polinómica en Anexos). Fuente: Autores.

PRESUPUESTO						
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		DEMOLICION ESTRUCTURA EXISTENTE				11,449.48
1.1	549039	Demolición de estructuras de hormigón simple con rotomartillo.	m3	721.00	15.88	11,449.48
2		MOVIMIENTO DE TIERRAS				52,936.24
2.1	501008	Replanteo y nivelación mayor a 1 Km	km	0.60	504.82	302.89
2.2	504279	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	962.50	1.99	1,915.38
2.3	549005	Excavación manual en suelo sin clasificar	m3	346.50	12.79	4,431.74
2.4	506002	Cargado de material con minicargadora	m3	1,701.70	1.98	3,369.37
2.5	506005	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	1,701.70	2.22	3,777.77
2.6	506007	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, distancia >6 Km	m3-km	170,170.00	0.23	39,139.10
3		ESTRUCTURA DE LA VIA				125,912.49
3.1	505008	Relleno compactado con material de sitio	m3	50.00	8.32	416.00
3.2	552744	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo liviano e= 15 cm	m2	2.50	4.73	11.83
3.3	505004	Subbase conformación y compactación con equipo pesado	m3	770.00	31.93	24,586.10
3.4	548005	Base Clase II conformación y compactación con equipo pesado	m3	962.50	37.04	35,651.00
3.5	548010	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	3,850.00	1.27	4,889.50
3.6	548011	Carpeta asfáltica (e=3") Ho. Asf. mezclado en planta	m2	3,850.00	14.59	56,171.50
3.7	552363	Bordillo incorporado de 10x30 cm, f' c = 240Kg/cm2	m	336.00	12.46	4,186.56
4		PUENTE				282,345.52
4.1		INFRAESTRUCTURA				48,854.53
4.1.1	504279	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	400.00	1.99	796.00
4.1.2	512011	Encofrado metálico para muros	m2	1.00	13.06	13.06
4.1.3	513040	Acero de Refuerzo fy=4200 Kg/cm2 (Incluye corte y doblado)	Kg	7,000.00	2.36	16,520.00
4.1.4	507002	Hormigón simple f' c = 180 kg/cm2	m3	8.33	123.16	1,025.92
4.1.5	552953	Mechinales de PVC d= 4"	m	44.00	4.57	201.08
4.1.6	505015	Material filtrante para drenes, suministro y colocación	m3	40.00	32.40	1,296.00
4.1.7	551455	Placas de Neopreno (400x300x58)mm	u	6.00	331.81	1,990.86
4.1.8	505003	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m3	136.10	25.28	3,440.61
4.1.9	507307	Hormigón Simple f' c = 240 kg/cm2 (incluye aditivo superplastificante)	m3	150.00	157.14	23,571.00
4.2		SUPERESTRUCTURA				233,490.99
4.2.1	513A7G	Acero estructural A36 en placas	kg	3,386.00	20.62	69,819.32
4.2.2	513A1J	Acero estructural ASTM A572 gr 50 en perfiles(Incluye Pintura Contra incendios), suministro y montaje con equipo (2)	Kg	25,982.00	3.43	89,118.26
4.2.3	513040	Acero de Refuerzo fy=4200 Kg/cm2 (Incluye corte y doblado)	Kg	25,982.00	2.36	61,317.52
4.2.4	552953	Mechinales de PVC d= 4"	m	3.60	4.57	16.45
4.2.5	507431	Hormigón Simple f' c = 280 Kg/cm2	m3	5.25	164.16	861.84
4.2.6	551418	Pasamano, parante y mangón tubo de acero inoxidable 2", travesaño acero inoxidable 1", e=1.5mm	ml	60.00	205.96	12,357.60
5		MISCELANEOS				29,780.16
5.1	504279	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	1,140.00	1.99	2,268.60
5.2	549AF0	Demolición de estructura de hormigón armado, con martillo hidráulico	m3	118.00	67.13	7,921.34
5.3	507576	Hormigón simple f' c=210 kg/cm2 bombeado para losa	m3	16.80	148.93	2,502.02
5.4	513040	Acero de Refuerzo fy=4200 Kg/cm2 (Incluye corte y doblado)	Kg	3,325.00	2.36	7,847.00
5.5	527022	Muro de gaviones	m3	90.00	102.68	9,241.20
6		SEÑALIZACION				19,240.83
6.1	531696	Letreros de Información del Proyecto (Socio Comunidad)	u	1.00	374.47	374.47
6.2	550322	Señalización - Letrero tipo 2	u	8.00	120.58	964.64
6.3	531707	Letrero informativo de tool de 2.00 x 1.50 m	u	1.00	336.90	336.90
6.4	507003	Hormigón simple f' c = 210 kg/cm2	m3	62.00	128.53	7,968.86
6.5	532710	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	20.00	6.59	131.80
6.6	551747	Obra civil para semaforización	global	1.00	922.64	922.64
6.7	551A8L	Suministro e Instalación de Semáforo Vehicular incluye poste de 3mts	u	4.00	835.06	3,340.24
6.8	551731	Marcas de pintura (pintura termoplástica, pasos cebra)	m2	250.00	16.37	4,092.50
6.9	551467	Marcas de pintura termoplástica de pavimento (Pintura Amarilla, ancho=100mm)	m	350.00	4.24	1,484.00
6.10	551468	Marcas de pintura termoplástica de pavimento (Pintura Blanca, ancho=100mm)	m	560.00	4.24	2,374.40
6.11	532024	Difusión Social	u	1.00	700.80	700.80
SUBTOTAL						525,115.15
IVA						63,013.82
TOTAL						588,128.97

Capítulo 8

Conclusiones y Recomendaciones

8.1. Conclusiones

- El presente estudio analizó el congestionamiento vehicular en la rotonda de la Avenida 24 de Mayo y Calle Rayoloma, ubicada en el sector del Bosque de Monay. Se identificaron diversas causales que contribuyen a la saturación de tráfico en esta intersección. Estas causales incluyen el crecimiento demográfico y, como resultado, el aumento del parque automotor en la zona. Además, la intersección se encuentra estratégicamente ubicada en un área de alto flujo vehicular, ya que es el punto de entrada y salida para los usuarios procedentes de la parte sureste de la ciudad, conectándolos directamente con el Hospital Regional José Carrasco Arteaga. Asimismo, la intersección es elegida por los transeúntes que entran y salen de la ciudad desde los sectores de Monay, Totoracocha y Paccha, considerando que la Avenida 24 de Mayo es el principal corredor vial hacia el Control Sur.
- El análisis del nivel de servicio actual en la Avenida 24 de Mayo y Calle Rayoloma reveló que las condiciones existentes apenas satisfacen las necesidades del flujo vehicular actual, presentando niveles de servicio deficientes. Esta situación es atribuible al aumento de la demanda de tráfico en la zona, combinado con la infraestructura vial insuficiente para afrontar dicho incremento.
- Como resultado de la simulación realizada, se propuso una solución integral para abordar el problema de saturación vehicular en la mencionada intersección. La solución propuesta

consiste en la conversión de la rotonda a un cruce semaforizado y la ampliación de carriles. Esta medida permitirá una mejor gestión del tráfico y proporcionará una capacidad adecuada para afrontar la demanda presente y futura.

- La simulación con la infraestructura propuesta demostró una notable mejoría en el nivel de servicio tanto para las necesidades actuales como para el tráfico proyectado a 20 años. Los resultados indicaron que la solución propuesta sería capaz de satisfacer los requerimientos de fluidez vehicular, proporcionando niveles de servicio aceptables en ambas situaciones.
- Durante el desarrollo de la investigación, se llevó a cabo un conteo vehicular exhaustivo a lo largo de una semana en el mes de enero, con el fin de obtener información detallada sobre los patrones de tráfico en la intersección de la Avenida 24 de Mayo y Calle Rayoloma. A partir de este análisis, se determinó que el día de mayor tráfico es el viernes, mientras que la hora pico de tráfico se ubica entre las 7:00 a.m. y las 8:00 a.m.

8.2. Recomendaciones

- Evaluar la posibilidad de implementar estrategias de gestión de la demanda, como la promoción del uso compartido de vehículos, el fomento del transporte público durante los momentos críticos o la incentivación de alternativas de movilidad, como el uso de bicicletas.
- Realizar un monitoreo continuo y sistemático del tráfico en la intersección después de implementar las soluciones propuestas. Esto permitirá evaluar la efectividad de las medidas tomadas y realizar ajustes o mejoras adicionales en caso necesario.
- Considerar la implementación de políticas macro en cuanto a gestión y movilidad de tránsito. Estas políticas podrían incluir:
 - Planificación urbana y de transporte: Desarrollar planes integrales que consideren la demanda actual y futura, así como el crecimiento de la población y las necesidades de movilidad. Esto implica la planificación de la infraestructura vial, la ubicación estratégica de zonas residenciales, comerciales e industriales, y la integración de sistemas de transporte público eficientes.

- Regulación y control del tráfico: Establecer normas y regulaciones efectivas para controlar y gestionar el tráfico, incluyendo la señalización vial, la asignación de carriles, los límites de velocidad y las restricciones de circulación. Además, implementar medidas de control del tráfico, como semáforos inteligentes y sistemas de gestión del flujo vehicular.
 - Transporte público sostenible: Fomentar el uso del transporte público mediante mejoras en la calidad del servicio, la expansión de la red de transporte, la integración de diferentes modos de transporte y la implementación de tarifas atractivas. Además, promover la adopción de vehículos de transporte público con bajas emisiones de gases contaminantes.
 - Seguridad vial: Implementar políticas y programas de seguridad vial que incluyan la educación y concientización de los usuarios de la vía, la mejora de la señalización y la infraestructura vial, la aplicación efectiva de leyes y regulaciones, y la promoción de comportamientos seguros en el tránsito.
 - Movilidad sostenible: Promover el uso de medios de transporte sostenibles, como caminar, utilizar la bicicleta y utilizar vehículos eléctricos. Esto implica la creación de infraestructuras adecuadas, como aceras peatonales y ciclovías, así como la implementación de políticas de estacionamiento y cargadores de vehículos eléctricos.
- Considerar la posibilidad de realizar un estudio de impacto ambiental para evaluar los efectos de las soluciones propuestas en términos de emisiones de gases de efecto invernadero y calidad del aire. Esto permitirá asegurar que las mejoras en la infraestructura vial no generen impactos negativos adicionales en el entorno.
 - Establecer una estrategia de divulgación y comunicación para informar a la comunidad sobre las medidas propuestas y los beneficios esperados. Es importante involucrar a los usuarios de la vía y fomentar su participación activa en la adopción de hábitos de movilidad sostenible.

Estas recomendaciones adicionales permitirán abordar de manera más completa los desafíos específicos identificados en relación con el día de mayor tráfico y la hora pico determinada por el conteo vehicular. Al implementar estas recomendaciones, se promoverá una gestión más

8.2. RECOMENDACIONES

eficiente en el flujo de tráfico en la intersección de la Avenida 24 de Mayo y Calle Rayoloma, mejorando el tiempo de movilidad de los usuarios y garantizando un desarrollo vial sostenible en la zona.

Glosario

AASHTO Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes – American Association of State Highway and Transportation Officials.

EMOV EP Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca – Municipal Public Company of Mobility, Transit and Transportation of Cuenca.

ESALs Ejes Equivalentes – Equivalent Simple Axial Load).

GAD Gobierno Autónomo Descentralizado – Decentralized Autonomous Government.

HCM Highway Capacity Manual – Manual de Capacidad de vías.

IESS Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social – Ecuadorian Social Security Institute.

INEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – National Statistics and Census Institute .

INVIAS Instituto Nacional de Vías – National Road Institute.

MOP Ministerio de Obras Públicas – Ministry of Public Works.

NEVI Norma Ecuatoriana Vial – Ecuadorian Road Standard.

TPDA Tráfico Promedio Diario Anual – Annual Average Daily Traffic.

VHD Volumen Horario de Diseño.

Referencias

- AASHTO Green Book: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* (2018). American Association of State Highway y Transportation Officials. Washington, D.C.
- Arias Montaña, Elmer Israel y José Andrés Ludeña Ayala (2018). “Estimación del consumo de combustible y niveles de emisiones contaminantes de un vehículo de categoría M1 en rutas con mayor grado de saturación en la ciudad de Cuenca”. B.S. thesis.
- Balador, Ali et al. (ene. de 2022). “Survey on decentralized congestion control methods for vehicular communication”. En: *Vehicular Communications* 33, pág. 100394. DOI: 10.1016/j.vehcom.2021.100394.
- Bañón, Luis y José Francisco Beviá García (2000). *Manual de carreteras. Volumen I: elementos y proyecto*.
- Başkan, Özgür y Cenk Ozan (2018). “Determining Optimum Configuration of One-Way and Two-Way Streets Using Shortest Path Travel Costs Based on Results of Traffic Assignment”. En: *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences* 24.6, págs. 1087-1092. DOI: 10.5505/pajes.2017.21208.
- Board, Transportation Research (2010). *Highway Capacity Manual*. Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- Ciudad de Cuenca, Archivo Histórico de la (2001). *Parroquia Santa Teresa de Jesús "Monay"*. Folleto. Cuenca, Ecuador.
- Darter, Michael et al. (2011). “Turbo Roundabouts: State of the Practice”. En: *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2232, págs. 77-87. DOI: 10.3141/2232-09.
- Dirección de Movilidad y Transporte de Cuenca* (2023). Informe interno. Área de trabajo. Dirección de Movilidad y Transporte de Cuenca.
- Estadísticas y Censos, Instituto Nacional de (2016-2021). URL: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda-2010/>

- Fernández-Fernández, Alba-Maria (ene. de 2021). “Movilidad urbana de la población en la ciudad de Encarnación Paraguay. Desarrollo urbano y gestión ambiental”. En: *Revista de Arquitectura* 23.1. DOI: 10.14718/revarq.2021.2286.
- FIA Guide for Road Safety Measures* (2009). Fédération Internationale de l'Automobile. Paris, France.
- Garcia, Joao Nuno Pinto Miranda et al. (2012). “Studying street geometry influence in PM₁₀ concentration”. En: *International Journal of Environment and Pollution* 50.1/2/3/4, pág. 283. DOI: 10.1504/ijep.2012.051200.
- García, A. y M. López (2020). “Comparative Analysis of Roundabouts and Signalized Intersections in Urban Areas”. En: *Transportation Research* 56.3, págs. 167-182.
- Grisales, James Cárdenas (2015). *Diseño geométrico de carreteras*. Ecoe ediciones.
- Iacobucci, Laura y Fred Haight (2013). *Roundabout Design and Safety*. Inf. téc. California Department of Transportation.
- Jiang, Bin (ago. de 2009). “Street hierarchies: a minority of streets account for a majority of traffic flow”. En: *International Journal of Geographical Information Science* 23.8, págs. 1033-1048. DOI: 10.1080/13658810802004648.
- Kadim, Zulaikha et al. (abr. de 2020). “Real-Time Deep-Learning Based Traffic Volume Count for High-Traffic Urban Arterial Roads”. En: *2020 IEEE 10th Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE)*. IEEE. DOI: 10.1109/iscaie47305.2020.9108799.
- Kim, J. y J. Choi (2020). “Development of data-driven traffic flow modeling and analysis framework for smart cities”. En: *Journal of Advanced Transportation* 2020, págs. 1-12.
- Knoop, Victor y Serge Hoogendoorn (2022). “Free Flow Capacity and Queue Discharge Rate: Long-Term Changes”. En: *Transportation Research Record* 2676.7, págs. 483-494.
- La, Hoang-Phong et al. (nov. de 2020). “Vehicle Counting: Survey and Experiments”. En: *2020 7th NAFOSTED Conference on Information and Computer Science (NICS)*. IEEE. DOI: 10.1109/nics51282.2020.9335840.
- Li, Shuang, Chunsheng Liu y Faliang Chang (jun. de 2022). “Time-Spatial Multiscale Net for Vehicle Counting and Traffic Volume Estimation”. En: *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems* 14.2, págs. 740-751. DOI: 10.1109/tcds.2021.3073694.
- Martin-Gasulla, Marilo, Alfredo García y Ana Tsui Moreno (2016). “Benefits of Metering Signals at Roundabouts with Unbalanced Flow”. En: *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2585, págs. 20-28. DOI: 10.3141/2585-03.

- Mondéjar Jiménez, Juan Antonio et al. (2009). “La Fundación Turismo de Cuenca: Un nuevo modelo de gestión pública y privada”. En.
- Montella, Alfonso, Stefano De Luca y Francesco Galante (2012). “Effect of Number of Lanes and Entry Capacity on the Performances of Roundabouts”. En: *Journal of Transportation Engineering* 138.11, págs. 1324-1332. DOI: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000417.
- Moyano Tobar, Christian (jun. de 2014). *Guía de uso de Aimsun 8.02 para análisis microscópico, mesoscópico, híbrido y macroscópico*. Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones, Tránsito y Transporte.
- Moyano Tobar, Christian Marcelo, Gissella Anabel Chávez Araujo y Berenice Estefanía Cubides Álvarez (2018). “Estimación de la contaminación del aire generada por el efecto de la circulación vehicular motorizada en la Av. Don Bosco de la ciudad de Cuenca – Ecuador, usando la herramienta de micro simulación Aimsun 8.1”. En: *Universidad del Azuay*.
- Municipalidad de Cuenca (2021). *Parroquias Rurales*. <https://www.cuenca.gob.ec/parroquias-rurales/>. Accessed: May 15, 2023.
- Municipio de Cuenca (2015). *Plan de Movilidad y Espacios Públicos de Cuenca*. Documento en línea. URL: <https://www.cuenca.gob.ec/content/plan-de-movilidad>.
- Nascimento, Henrique, Paulo Rogério Pereira y Naercio Magaia (mar. de 2020). “Congestion-Aware Geocast Routing in Vehicular Delay-Tolerant Networks”. En: *Electronics* 9.3, pág. 477. DOI: 10.3390/electronics9030477.
- Oficial, El (oct. de 2019). *Carretera en concesión: Loja – Catamayo*. URL: <https://eloficial.ec/carretera-en-concesion-loja-catamayo/>.
- Olariu, Stephan (mayo de 2021). “Vehicular Crowdsourcing for Congestion Support in Smart Cities”. En: *Smart Cities* 4.2, págs. 662-685. DOI: 10.3390/smartcities4020034.
- Peralta, P. (2015). “Crecimiento urbano y movilidad en Cuenca”. En: *Revista de Geografía Norte Grande* 62, págs. 49-64.
- Pérez, Sócrates Muñoz, José Salcedo Reátegui y Arturo Sotomayor Mendoza (2021). “Contaminación ambiental producida por el tránsito vehicular y sus efectos en la salud humana: revisión de literatura”. En: *INVENTUM* 16.30, págs. 20-30. DOI: 10.26620/uniminuto.inventum.16.30.2021.20-30.
- Quintero-González, Julián-Rodrigo (jun. de 2017). “Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible”. En: *Ambiente y Desarrollo* 21.40, pág. 57. DOI: 10.11144/javeriana.ayd21-40.citm.

- Qureshi, Kashif Naseer et al. (nov. de 2018). "A Dynamic Congestion Control Scheme for safety applications in vehicular ad hoc networks". En: *Computers & Electrical Engineering* 72, págs. 774-788. DOI: 10.1016/j.compeleceng.2017.12.015.
- Ramesh, K., A Lakshna y P.N. Renjith (nov. de 2020). "Smart Traffic Congestion model in IoT-A Review". En: *2020 4th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)*. IEEE. DOI: 10.1109/iceca49313.2020.9297631.
- Reglamento a Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial* (2017). LOTAIP. Decreto Ejecutivo 1196. URL: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/08/LOTAIP_6_Reglamento-a-Ley-de-Transporte-Terrestre-Transito-y-Seguridad-Vial-2021.pdf.
- REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 004:2012 PARTE 5: SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 5. SEMAFORIZACIÓN* (2012). Documento normativo. Publicado por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Quito, Ecuador.
- Riera Portoviejo, Sonia Eugenia (2017). "Gobierno local y participación ciudadana en el cantón Cuenca en la última década, interés social o estrategia de legitimidad?" En.
- Sepulcre, Miguel et al. (feb. de 2016). "Integration of congestion and awareness control in vehicular networks". En: *Ad Hoc Networks* 37, págs. 29-43. DOI: 10.1016/j.adhoc.2015.09.010.
- SINC, Agencia (Fecha de acceso: 2023-06-12). *Nuevo sistema inteligente para reducir los atascos en las rotondas*. <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Nuevo-sistema-inteligente-para-reducir-los-atascos-en-las-rotondas>.
- Smith, J. (2018). "The Benefits of Signalized Intersections". En: *Journal of Traffic Engineering* 45.2, págs. 78-91.
- Sosa Martinez, Pedro Alexander e Iván Dario Dueñas Bohorquez (2018). "Estudio comparativo entre una glorieta target y una glorieta convencional por medio de su diseño geométrico y microsimulación de tráfico como alternativa de intersección vial en Bogotá". En.
- SoyMotero.net (Fecha de acceso: 2023-06-12). *Turbo rotondas: una posible solución a los atascos en las ciudades*. <https://soymotero.net/turbo-rotondas-una-posible-solucion-a-los-atascos-en-las-ciudades-15419/>.
- Sun, Yaohang, Zhen Liu y Zhisong Pan (dic. de 2019). "Intersection Traffic Flow Counting Based on Hybrid Regression Model". En: *2019 IEEE International Conference on Signal, Information and Data Processing (ICSIDP)*. IEEE. DOI: 10.1109/icsidp47821.2019.9173285.

- T.A.M.S. - ASTEC (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*. Preparado por T.A.M.S. – ASTEC y revisado por el Consorcio de Consultores LOUIS BERGER INTERNACIONAL, INC. (New Jersey, USA) - PROTECVIA CIA. LTDA. (Quito-Ecuador).
- Torres Leveau, Franz (2019). *Evaluación y diseño de la trocha carrozable de la carretera Dep. SM 116 Dv. San Pedro Km 5+000 Aucasoma para el mejoramiento de la calidad de vida de la localidad de Aucasoma, San Roque de Cumbaza, provincia de Lamas - 2018*. Tesis. Universidad Cesar Vallejo.
- Transport, Department for (2005). *The Design of Roundabouts*. Technical Report.
- Transportation, Minnesota Department of (2005). *Roundabouts in Minnesota*. Technical Report.
- Transportation, Virginia Department of (2003). *Virginia's Roundabout Experience*. Technical Report.
- USA, Roundabouts (n.d.). *Roundabouts USA*. <http://roundaboutsusa.com/index.htm>. Accessed: April 28, 2023.
- Vial, Norma Ecuatoriana (2012). “NEVI-12”. En: *Ministerio de Transporte Y Obras Públicas del Ecuador, Conservación Vial 6*.
- Zambrano-Martinez, Jorge et al. (jun. de 2018). “Modeling and Characterization of Traffic Flows in Urban Environments”. En: *Sensors* 18.7, pág. 2020. DOI: 10.3390/s18072020.
- Zelikov, Vladimir et al. (nov. de 2021). “On Organization of Reverse Traffic on Main Streets of the Cities”. En: *2021 3rd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA)*. IEEE. DOI: 10.1109/summa53307.2021.9632153.
- Ziad, Tarek et al. (2020). *ANÁLISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍA PRINCIPAL EN GUAYAQUIL-ECUADOR ANALYSIS OF TRAFFIC CONGESTION FOR THE IMPROVEMENT OF A MAIN ROAD IN GUAYAQUIL- ECUADOR*. DOI: 10.13140/RG.2.2.21905.04960.

Capítulo 9

Anexos

En esta sección, se detallan minuciosamente todos los recuentos y cálculos realizados en nuestro análisis, abarcando los días lunes 23 de enero, martes 24 de enero, miércoles 25 de enero, jueves 26 de enero, viernes 27 de enero, sábado 28 de enero y domingo 29 de enero. Además, se presentan resúmenes por estación y un resumen general del total de vehículos contabilizados.

Asimismo, se incluyen los respectivos planos, tanto del estado actual de la rotonda, que muestran la configuración actual, como los planos de la propuesta que se ha planteado. Estos planos permiten visualizar de manera clara y precisa los cambios propuestos y cómo se espera que afecten la circulación vehicular y la infraestructura existente.

En cuanto a la parte presupuestaria, se proporciona el cronograma valorado y la fórmula polinómica, donde se establecen los costos y rendimientos en cuanto al avance de la obra. Esta información es de vital importancia para comprender la asignación de recursos y garantizar la correcta ejecución del proyecto.

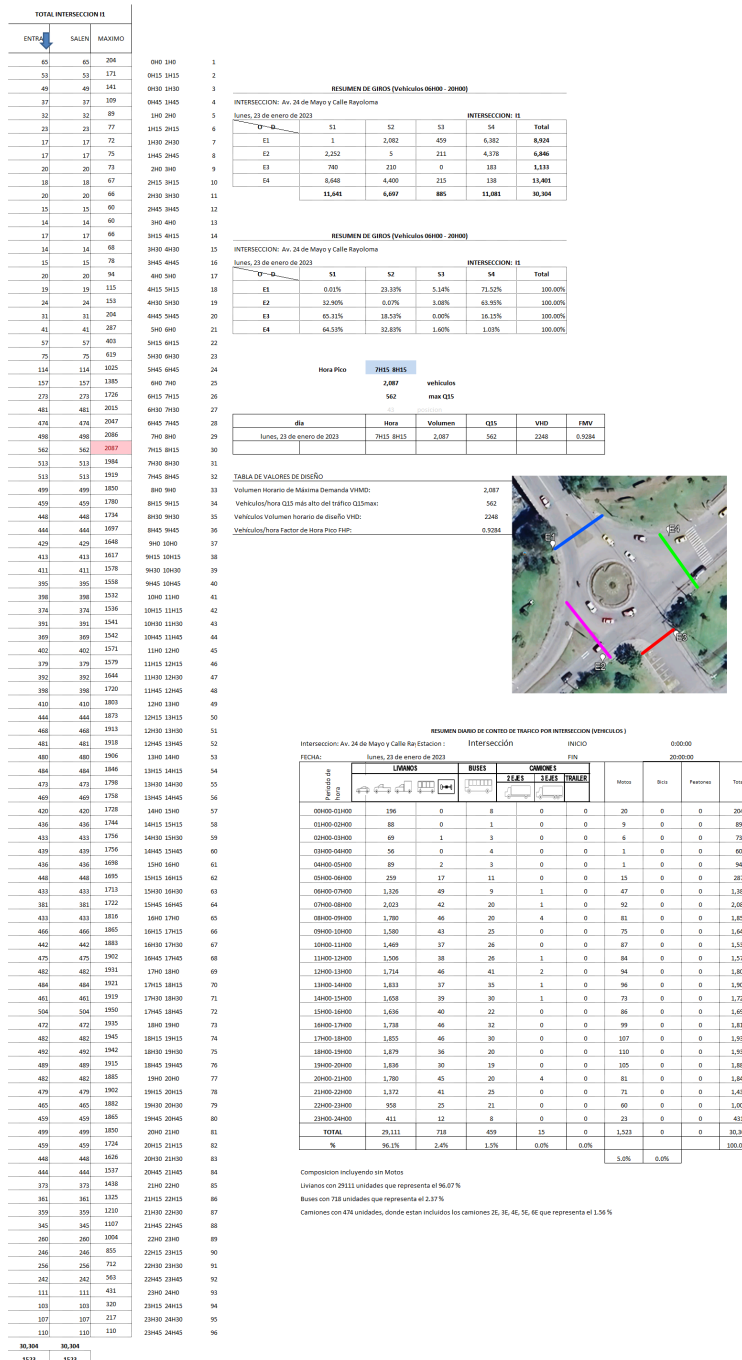
Este enfoque meticuloso nos permite presentar un análisis completo y detallado, respaldado por los datos recopilados y los cálculos realizados, así como por los planos que ilustran las propuestas. Además, al proporcionar un desglose preciso de los costos a través de los APUs, garantizamos una transparencia y claridad en la asignación de recursos económicos.

Confiamos en que esta presentación exhaustiva y cuidadosamente elaborada brinde una comprensión clara y completa de nuestro análisis, al mismo tiempo que respalda nuestras recomendaciones y propuestas para la mejora de la infraestructura vial.

9.1. Conteo Vehicular Lunes 23 de Enero de 2023

A continuación, se presentan los datos generales obtenidos del conteo vehicular del día lunes 23 de enero:

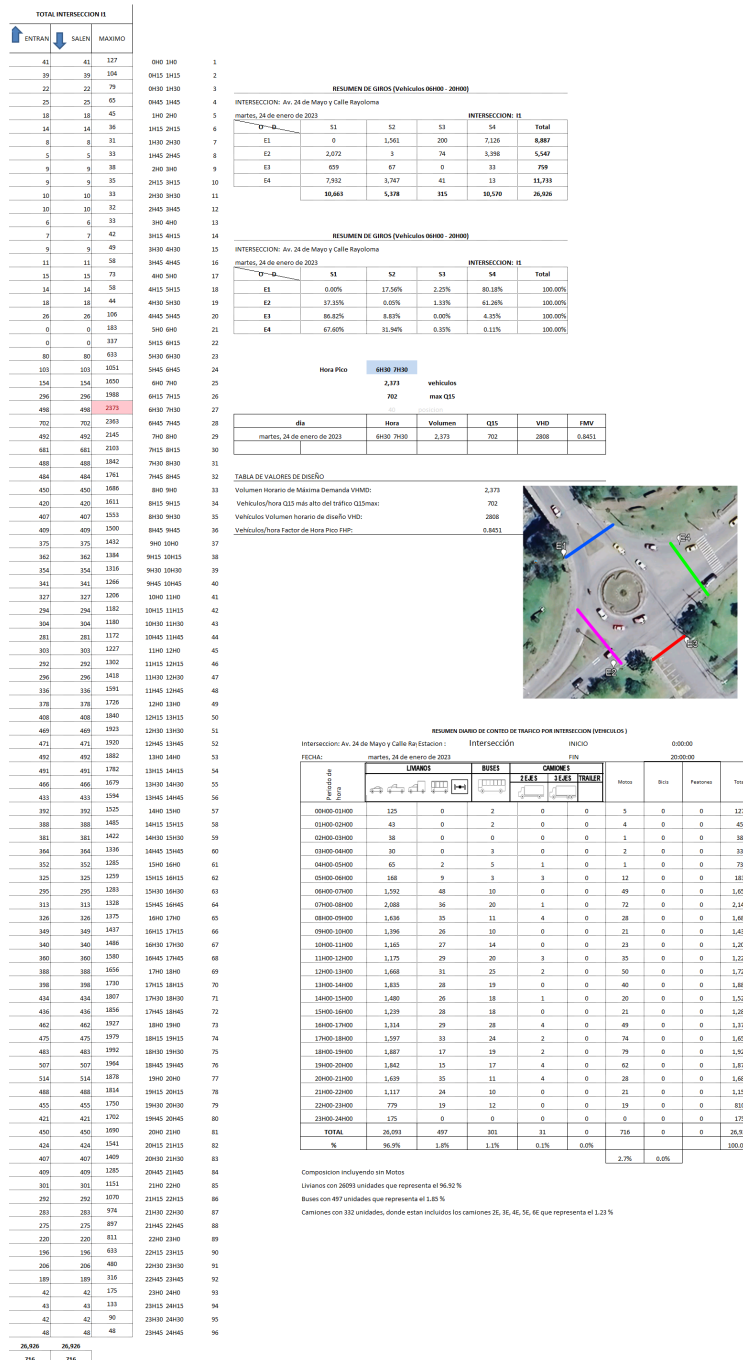
Ilustración 9.1: RESUMEN GENERAL D1 Lunes 23 de Enero de 2023. Fuente: Autores



9.2. Conteo Vehicular Martes 24 de Enero de 2023

A continuación, se presentan los datos generales obtenidos del conteo vehicular del día martes 24 de enero de 2023:

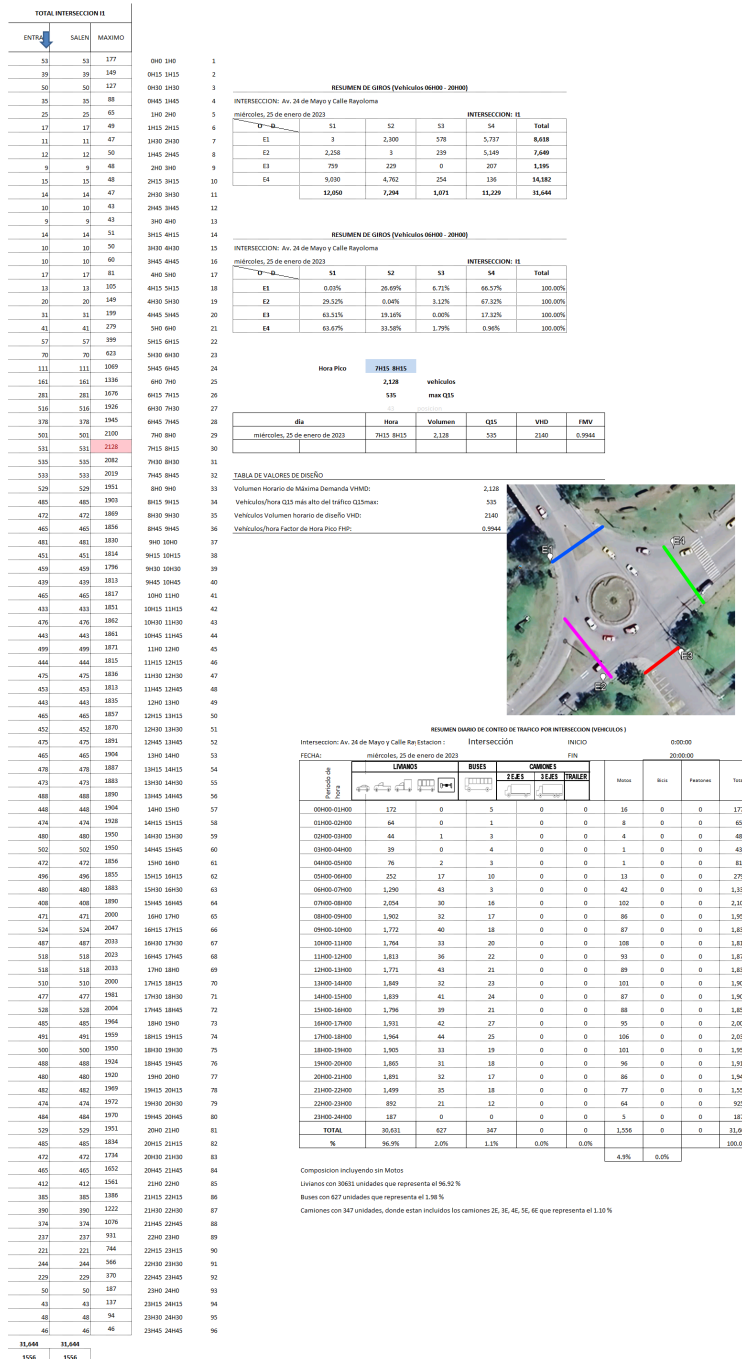
Ilustración 9.2: RESUMEN GENERAL D2 Martes 24 de Enero de 2023. Fuente: Autores



9.3. Conteo Vehicular Miércoles 25 de Enero de 2023

A continuación, se presentan los datos generales obtenidos del conteo vehicular del día miércoles 25 de enero:

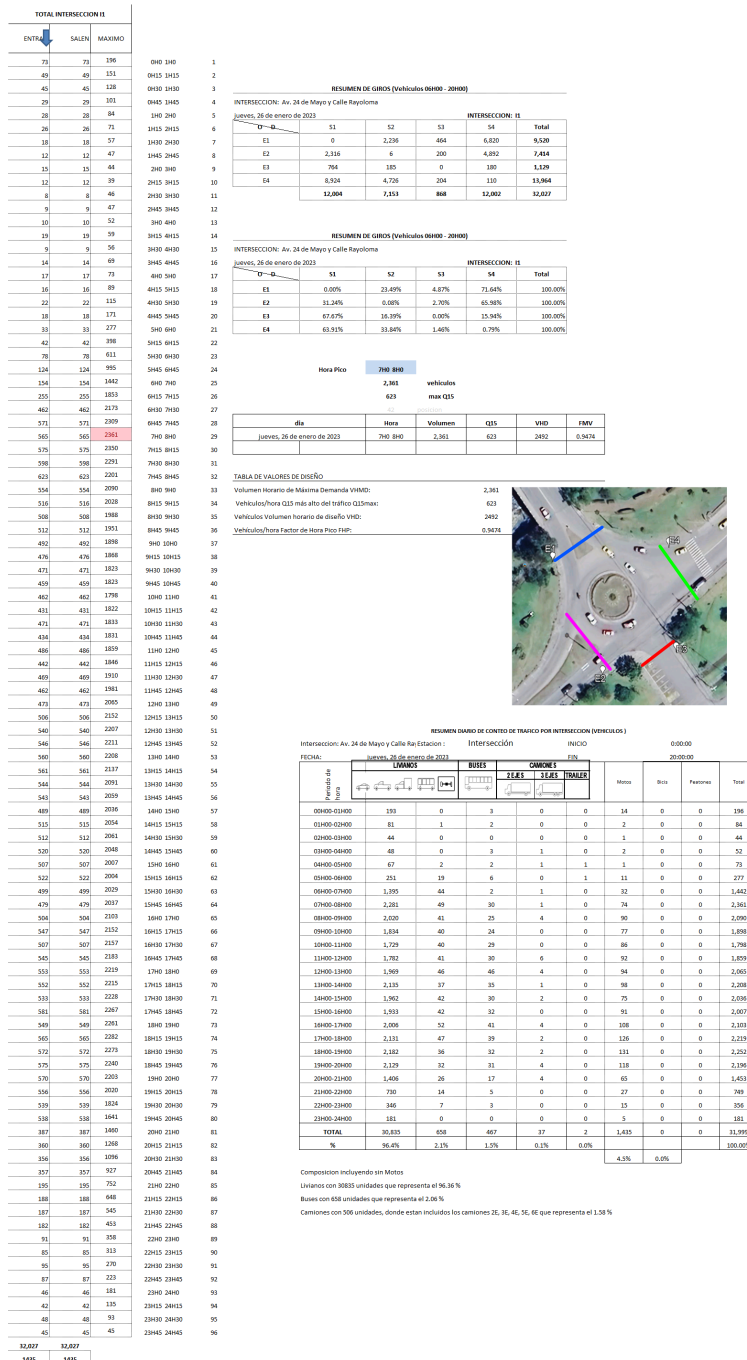
Ilustración 9.3: RESUMEN GENERAL D3 Miércoles 25 de Enero de 2023. Fuente: Autores



9.4. Conteo Vehicular Jueves 26 de Enero de 2023

A continuación, se presentan los datos generales obtenidos del conteo vehicular del día jueves 26 de enero de 2023:

Ilustración 9.4: RESUMEN GENERAL D4 Jueves 26 de Enero de 2023. Fuente: Autores



9.5. CONTEO VEHICULAR VIERNES 27 DE ENERO DE 2023

Ilustración 9.7: E3D5 Viernes 27 de Enero de 2023. Fuente: Autores

CONTEO CLASIFICADO DE GIROS DE TRAFICO

INTERSECCION: Av. 34 de Mayo y Calle Rayoloma
 ENCUESTADOR: Sebastian Carpoverde B. / Sebastian Fajardo Z.
 ESTACION: E 3 : 11

SENTIDO: W-E, E-W, N-S, S-N

FECHA: viernes, 27 de enero de 2023
 HORA INICIO: 0:00:00
 HORA FINAL: 20:00:00

PERIODO VEHICULOS	HACIA LA IZQUIERDA										DE FRENTE										HACIA LA DERECHA										REGRESA									
	CV	MT	SE	TR	OT	M	B	P	CV	MT	SE	TR	OT	M	B	P	CV	MT	SE	TR	OT	M	B	P	CV	MT	SE	TR	OT	M	B	P								
0-15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-30	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
30-45	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
45-60	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
0-15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
45-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
0-15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
45-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
0-15	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-30	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
30-45	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
45-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
0-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
45-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
0-15	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-30	1	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
30-45	2	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
45-60	3	1	0	0	0	0	0	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
0-15	3	0	0	0	0	0	0	14	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-30	4	0	0	0	0	1	0	21	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
30-45	3	0	1	0	0	0	0	23	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
45-60	5	0	0	0	0	1	0	18	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
0-15	5	0	1	0	0	1	0	16	1	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-30	2	0	0	0	0	1	0	13	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
30-45	1	0	1	0	0	0	0	10	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
45-60	2	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
0-15	1	0	0	0	0	1	0	7	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-30	1	0	1	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
30-45	2	0	0	0	0	1	0	9	0	1	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
45-60	0	0	1	0	0	1	0	11	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
0-15	2	0	0	0	0	1	0	8	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-30	0	0	0	0	0	1	0	6	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
30-45	1	1	0	0	0	2	0	8	0	1	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
45-60	2	0	1	0	0	1	0	9	0	0	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
0-15	3	0	1	0	0	2	0	6	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-30	0	0	0	0	1	0	2	5	0	1	0	0	2	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
30-45	2	0	0	0	0	0	0	6	0	1	2	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
45-60	3	0	1	1	0	1	0	10	1	0	0	0	2	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
0-15	1	0	1	0	0	1	0	12	0	1	0	0	2	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-30	2	0	1	0	0	0	0	16	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
30-45	4	0	2	0	0	2	0	19	0	0	0	0	3	0	0	5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
45-60	3	0	2	0	0	2	0	14	1	2	0	0	3	0	0	3	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
0-15	3	0	1	0	0	0	0	12	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-30	4	1	1	0	0	2	0	19	0	2	0	0	2	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
30-45	3	0	2	0	0	1	0	12	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
45-60	2	1	0	0	0	3	0	14	0	2	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
0-15	1	0	1	0	0	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-30	1	0	0	1	0	1	0	6	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
30-45	0	0	1	0	0	1	0	11	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
45-60	1	0	0	0	0	0	0	8	0	2	0	0	1	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
0-15	3	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
15-30	5	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	2	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
30-45	9	0	0	0	0	2	0	10	0																															

9.5. CONTEO VEHICULAR VIERNES 27 DE ENERO DE 2023

Ilustración 9.9: ENTRADA Y SALIDA resumen por estación D5 Viernes 27 de Enero de 2023. Fuente: Autores

ESTACION 1				ESTACION 2				ESTACION 3				ESTACION 4			
VEHICULOS QUE INGRESAN A LA INTERSECCION		VEHICULOS QUE SALEN DE LA INTERSECCION		VEHICULOS QUE INGRESAN A LA INTERSECCION		VEHICULOS QUE SALEN DE LA INTERSECCION		VEHICULOS QUE INGRESAN A LA INTERSECCION		VEHICULOS QUE SALEN DE LA INTERSECCION		VEHICULOS QUE INGRESAN A LA INTERSECCION		VEHICULOS QUE SALEN DE LA INTERSECCION	
16	68	47	114	20	62	14	49	2	8	2	13	48	117	23	79
23	64	26	88	15	52	22	43	1	7	2	13	32	88	21	67
13	52	24	79	13	49	6	29	2	7	5	12	25	71	18	59
16	49	17	64	14	49	7	30	3	6	4	8	12	56	17	58
12	42	21	56	10	44	8	30	1	3	2	4	19	54	11	53
11	36	17	42	12	44	8	25	1	3	1	2	15	43	13	57
10	28	9	32	13	37	7	18	1	2	1	2	10	34	17	49
9	24	9	29	9	27	7	16	0	1	0	2	10	32	12	37
6	17	7	21	10	23	3	12	1	1	0	3	8	27	15	32
3	16	7	21	5	19	1	12	0	1	1	3	6	24	5	24
6	20	6	17	3	22	5	12	0	1	1	2	8	19	5	31
2	19	1	18	5	21	3	10	0	1	1	2	5	18	7	29
5	19	7	38	6	19	3	8	1	1	0	1	5	24	7	26
7	19	3	38	8	17	1	11	0	2	0	1	1	27	12	25
5	18	7	31	2	11	3	14	0	3	1	1	7	33	3	19
2	20	11	31	3	15	1	16	0	4	0	0	11	34	4	26
5	27	7	27	4	16	6	24	2	5	0	0	8	34	6	31
6	36	6	35	2	24	4	25	1	5	0	2	7	41	6	44
7	47	7	50	6	37	5	32	1	6	0	4	8	56	10	60
9	68	7	69	4	50	9	43	1	5	0	5	11	81	9	87
14	93	15	107	12	77	7	64	2	11	2	11	15	120	19	119
17	131	21	162	15	100	11	96	2	18	2	16	22	182	22	157
28	194	26	247	19	140	16	151	0	28	1	23	33	276	37	217
34	307	45	398	31	235	30	216	7	46	6	31	50	408	41	351
52	437	70	568	35	342	39	290	9	58	7	35	77	564	57	508
80	555	106	739	55	442	66	355	12	77	9	35	116	713	82	658
141	660	177	879	114	514	81	407	18	95	9	39	165	846	171	790
164	691	215	951	138	535	104	450	19	103	10	42	206	937	198	823
170	688	241	963	135	532	104	473	28	109	7	42	226	983	207	834
185	658	246	939	127	524	118	477	30	98	13	43	249	999	214	820
172	620	249	897	135	510	124	464	26	82	12	38	256	974	204	787
161	597	227	836	136	478	137	446	25	67	10	35	252	942	209	767
140	584	217	799	127	457	108	418	17	54	8	37	242	904	193	745
147	579	204	761	113	425	105	397	14	45	8	37	224	851	181	715
149	575	188	723	103	423	106	381	11	47	9	37	224	811	184	715
148	560	190	702	114	407	99	346	12	51	12	40	214	762	187	692
135	539	179	659	105	376	87	323	8	52	8	38	189	721	163	668
143	523	166	627	101	350	89	304	16	56	8	40	184	697	181	655
134	493	167	599	87	332	71	276	15	51	12	38	175	660	161	623
127	490	147	559	83	317	76	267	13	47	10	35	173	621	163	614
119	491	147	546	79	294	68	258	12	48	10	35	165	594	150	588
113	505	138	531	83	288	61	255	11	48	6	35	147	570	149	590
131	525	127	532	72	281	62	265	11	46	9	42	136	572	152	585
128	540	134	537	60	283	67	286	14	49	10	42	146	581	137	588
133	553	132	545	73	309	65	300	12	54	10	45	141	592	152	618
133	574	139	580	76	336	71	319	9	60	13	49	149	627	144	649
146	608	132	634	74	370	83	337	14	73	9	51	145	673	155	702
141	645	142	712	86	419	81	354	15	90	13	61	157	731	167	758
154	701	167	795	100	452	84	390	18	97	14	69	176	810	183	806
167	732	193	855	110	470	89	427	22	95	15	67	195	875	197	823
183	744	210	896	123	490	100	446	31	103	19	65	203	910	211	840
197	740	225	901	119	489	117	461	26	92	21	58	236	934	215	835
185	713	227	878	118	478	121	460	16	87	12	47	241	922	200	815
179	686	234	830	130	455	108	439	30	82	15	39	230	881	214	796
179	660	215	762	122	415	115	424	20	62	12	30	227	838	206	759
170	635	202	724	108	375	116	394	21	55	10	22	224	803	195	728
158	605	179	680	95	344	100	367	11	48	4	20	200	762	181	692
153	588	166	709	90	348	93	399	10	58	4	36	187	814	177	664
154	580	177	766	82	381	85	437	13	70	4	47	192	878	175	659
140	586	158	807	77	424	89	481	14	83	8	59	183	920	159	666
141	510	208	846	99	470	132	525	21	91	20	67	252	976	153	609
145	521	223	843	123	490	131	524	22	88	15	65	251	963	172	630
160	542	218	843	125	453	129	532	26	91	16	67	234	965	182	609
64	541	197	835	123	437	133	529	22	87	16	66	239	967	102	602
152	632	205	855	119	438	131	550	18	92	18	66	239	986	174	697
166	664	223	884	86	446	139	560	25	101	17	66	253	1008	151	709
159	663	210	891	109	484	126	559	22	103	15	69	236	1009	175	740
175	645	217	893	124	484	154	557	27	105	16	69	258	1020	197	735
164	633	234	908	127	497	141	552	27	104	18	71	261	1030	186	733
165	618	230	885	124	488	138	549	27	104	20	70	254	1021	182	727
141	610	212	868	109	470	124	566	24	101	15	67	247	1030	170	710
163	627	232	873	137	481	149	587	26	103	18	72	268	1040	195	719
149	619	211	854	118	470	136	575	27	102	17	72	252	1017	180	707
157	617	213	857	106	465	155	568	24	101	17	76	265	1024	165	706
158	611	217	864	120	463	145	549	26	103	20	78	257	1034	179	700
155	603	213	856	126	446	137	545	25	104	18	77	245	1005	183	680
147	599	214	855	113	416	131	552	26	101	21	79	259	1026	179	656
151	567	220	834	104	396	136	542	26	91	19	76	253	1008	159	610
150	518	209	787	103	376	141	519	27	82	19	77	248	979	159	572
151	464	212	753	96	363	144	480	22	73	20	72	266	944	159	539
115	396	193	695	93	341	121	429	16	65	18	62	241	875	133	491
102	367	173	646	84	326	113	395	17	64	20	58	224	816	121	474
96	341	175	603	90	317	102	369	18	59	14	52	213	762	126	455
83	306	154	559	74	297	93	344	14	54	10	49	197	714	111	419
86	277	144	533	78	282	87	325	15	52	14	49	182	682	116	386
76	251	130	506	75	259	87	313	12	46	14	45	170	655	102	347
61	232	131	493	70	231	77	298	13	43	11	42	165	640	90	313
54	215	128	470	59	207	74	287	12	40	10	40	165	620	78	285
60	209	117	450	55	194	75	283	9	38	10	37	155	602	77	273
57	196	117	441	47	183	72	273	9	37	11	34	155	590	68	258
44	179	108	428	46	180	66	264	10	37	9	29	145	573	62	248
48	172	108	412	46	175	70	256	10	35	7	24	147	546	66	236
47	160	108	391	44	170	65	239	8	33	7	23	143	511	62	221
40	113	104	283	44	126	69	174	9	25	6	16	138	368	58	159
37	73	92	179	41	82	58	111	8	16	4	10	118	230	50	101
36	36	87	87	41	41	53	53	8	8	6	6	112	112	51	51
9,632		13,173		7,103		7,496		3,314		926		14,933		11,	

9.5. CONTEO VEHICULAR VIERNES 27 DE ENERO DE 2023

Ilustración 9.10: ENTRADA Y SALIDA RESUMEN D5 Viernes 27 de Enero de 2023. Fuente: Autores

TOTAL INTERSECCION II			
ENTRAN	SALEN	MAXIMO	
86	86	255	040 140
71	71	211	0415 1415
53	53	179	0430 1430
45	45	160	0445 1445
42	42	143	140 240
39	39	126	1415 2415
34	34	101	1430 2430
28	28	84	1445 2445
25	25	68	240 340
14	14	60	2415 3415
17	17	62	2430 3430
12	12	59	2445 3445
17	17	63	340 440
16	16	65	3415 4415
14	14	65	3430 4430
16	16	73	3445 4445
19	19	82	440 540
16	16	106	4415 5415
22	22	146	4430 5430
25	25	204	4445 5445
43	43	301	540 640
56	56	431	5415 6415
80	80	638	5430 6430
122	122	996	5445 6445
173	173	1401	640 740
263	263	1787	6415 7415
438	438	2115	6430 7430
527	527	2266	6445 7445
559	559	2312	740 840
591	591	2279	7415 8415
589	589	2186	7430 8430
573	573	2084	7445 8445
526	526	1999	840 940
498	498	1910	8415 9415
487	487	1856	8430 9430
488	488	1780	8445 9445
437	437	1688	940 1040
444	444	1626	9415 10415
411	411	1536	9430 10430
396	396	1475	9445 10445
375	375	1427	1040 1140
354	354	1411	10415 11415
350	350	1424	10430 11430
348	348	1453	10445 11445
359	359	1508	1140 1240
367	367	1597	11415 12415
379	379	1724	11430 12430
403	403	1885	11445 12445
448	448	2060	1240 1340
494	494	2172	12415 13415
540	540	2247	12430 13430
578	578	2255	12445 13445
560	560	2200	1340 1440
569	569	2104	13415 14415
548	548	1975	13430 14430
523	523	1868	13445 14445
464	464	1759	1440 1540
440	440	1808	14415 15415
441	441	1909	14430 15430
414	414	2013	14445 15445
513	513	2047	1540 1640
541	541	2062	15415 16415
545	545	2051	15430 16430
448	448	2032	15445 16445
528	528	2168	1640 1740
530	530	2219	16415 17415
526	526	2259	16430 17430
584	584	2254	16445 17445
579	579	2264	1740 1840
570	570	2231	17415 18415
521	521	2211	17430 18430
594	594	2251	17445 18445
546	546	2208	1840 1940
550	550	2207	18415 19415
561	561	2191	18430 19430
551	551	2158	18445 19445
545	545	2142	1940 2040
534	534	2062	19415 20415
528	528	1955	19430 20430
535	535	1844	19445 20445
465	465	1677	2040 2140
427	427	1573	20415 21415
417	417	1479	20430 21430
368	368	1371	20445 21445
361	361	1293	2140 2240
333	333	1211	21415 22415
309	309	1146	21430 22430
290	290	1082	21445 22445
279	279	1043	2240 2340
268	268	1006	22415 23415
245	245	969	22430 23430
251	251	938	22445 23445
242	242	874	2340 2440
231	231	832	23415 24415
204	204	401	23430 24430
197	197	197	23445 24445
32,982	32,982		
1661	1661		

RESUMEN DE GIROS (Vehículos 00H00 - 24H00)

INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma

viernes, 27 de enero de 2023

	S1	S2	S3	S4	Total
E1	6	2,251	460	6,915	9,632
E2	2,638	12	229	4,224	7,103
E3	860	275	1	178	1,314
E4	9,669	4,558	236	70	14,933
	13,173	7,496	926	11,387	32,982

RESUMEN DE GIROS (Vehículos 00H00 - 24H00)

INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma

viernes, 27 de enero de 2023

	S1	S2	S3	S4	Total
E1	0.06%	23.37%	4.78%	71.79%	100.00%
E2	37.14%	0.17%	3.22%	59.47%	100.00%
E3	65.45%	20.93%	0.08%	13.55%	100.00%
E4	64.75%	33.20%	1.56%	0.47%	100.00%

Tabla de Valores de Diseño

Volumen Horario de Máxima Demanda VHMd: 2,312

Vehículos/hora Q15 más alto del tráfico Q15max: 594

Vehículos Volumen horario de diseño VHD: 2376

Vehículos/hora Factor de Hora Pico FHP: 0.9731

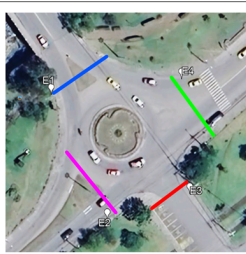
Horario Pico 7H0 8H0

vehículos: 2,312

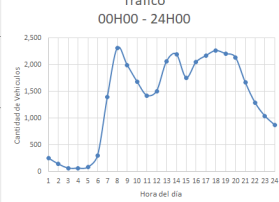
max Q15: 594

posición: 42

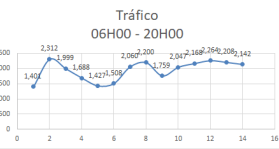
dia	Hora	Volumen	Q15	VHD	FMV
viernes, 27 de enero de 2023	7H0 8H0	2,312	594	2376	0.9731



Tráfico 00H00 - 24H00



Tráfico 06H00 - 20H00



RESUMEN DIARIO DE CONTEO DE TRAFICO POR INTERSECCION (VEHICULOS)

Interseccion: Av. 24 de Mayo y Calle Ray Estacion : sábado, 0 de enero de 1900

Periodo de hora	LIVIANOS						BUSES			CAMIONES			Motos	Bicis	Peatonos	Total
	INICIO						FIN			TOTAL						
	2 Ejes	3 Ejes	Trailer	2 Ejes	3 Ejes	Trailer	2 Ejes	3 Ejes	Trailer							
00H00-01H00	246	1	6	1	1	35	0	0	255							
01H00-02H00	141	1	0	1	0	10	0	0	143							
02H00-03H00	68	0	0	0	0	5	0	0	68							
03H00-04H00	60	0	3	0	0	2	0	0	63							
04H00-05H00	78	1	2	0	1	3	0	0	82							
05H00-06H00	271	18	12	0	0	15	0	0	301							
06H00-07H00	1,215	60	12	12	2	35	0	0	1,401							
07H00-08H00	2,198	66	32	13	3	66	0	0	2,312							
08H00-09H00	1,879	62	39	16	3	86	0	0	1,999							
09H00-10H00	1,583	52	43	10	0	66	0	0	1,688							
10H00-11H00	1,314	49	52	11	1	73	0	0	1,427							
11H00-12H00	1,377	56	51	24	0	93	0	0	1,508							
12H00-13H00	1,912	62	68	17	1	108	0	0	2,060							
13H00-14H00	2,069	58	59	12	2	94	0	0	2,200							
14H00-15H00	1,645	50	48	14	2	70	0	0	1,759							
15H00-16H00	1,952	56	37	2	0	126	0	0	2,047							
16H00-17H00	2,059	60	43	4	2	132	0	0	2,168							
17H00-18H00	2,163	61	37	3	0	143	0	0	2,264							
18H00-19H00	2,120	50	35	2	1	146	0	0	2,208							
19H00-20H00	2,057	47	35	3	0	135	0	0	2,142							
20H00-21H00	1,635	27	15	0	0	76	0	0	1,677							
21H00-22H00	1,278	7	7	1	0	61	0	0	1,293							
22H00-23H00	1,036	0	6	1	0	48	0	0	1,043							
23H00-24H00	872	0	2	0	0	33	0	0	874							
TOTAL	31,328	844	644	147	19	1,661	0	0	32,982							
%	95.0%	2.6%	2.0%	0.4%	0.1%	5.0%	0.0%		100.00%							

Composicion incluyendo sin Motos

Livianos con 31328 unidades que representa el 94.99 %

Buses con 844 unidades que representa el 2.56 %

Camiones con 810 unidades, donde estan incluidos los camiones 2E, 3E, 4E, 5E, 6E que representa el 2.46 %

9.5. CONTEO VEHICULAR VIERNES 27 DE ENERO DE 2023

Ilustración 9.11: Cálculo de TPDA D5 Viernes 27 de Enero de 2023. Fuente: Autores

INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma
ENCUESTADOR: Sebastian Campoverde B. / Sebastian Fajardo Z.

Hora Pico 7HO 8HO
2,312
594
vehiculos
max

dia	Hora	Volumen	Q15	VHD	FMV
viernes, 27 de enero de 2023	7HO 8HO	2,312	594	2376	0.9731

TABLA DE VALORES DE DISEÑO

Volumen Horario de Máxima Demanda VHMD:	2,312
Vehículos/hora Q15 más alto del tráfico Q15max:	594
Vehículos Volumen horario de diseño VHD:	2376
Vehículos/hora Factor de Hora Pico FHP:	0.9731

RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 20H00)

INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma
viernes, 27 de enero de 2023

INTERSECCION: I1	S1	S2	S3	S4	Total
E1	6	2,251	460	6,915	9,632
E2	2,638	12	229	4,224	7,103
E3	860	275	1	178	1,314
E4	9,669	4,958	236	70	14,933
	13,173	7,496	926	11,387	32,982

RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 20H00)

INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma
viernes, 27 de enero de 2023

INTERSECCION: I1	S1	S2	S3	S4	Total
E1	0.06%	23.37%	4.78%	71.79%	100.00%
E2	37.14%	0.17%	3.22%	59.47%	100.00%
E3	65.45%	20.93%	0.08%	13.55%	100.00%
E4	64.75%	33.20%	1.58%	0.47%	100.00%

Cálculo de TPDA

$$TPDA_{2020} = To \cdot Fh \cdot Fd \cdot Fs \cdot Fm$$

To Tráfico observado en un periodo de horas de un día en particular.

Fh. Factor horario

Fd. Factor diario

Fs. Factor Semanal

Fm. Factor mensual

Factor Horario en relacion al conteo de un día entero de 24 horas de conteo

24	32982
24	32,982

MAXIMO CONTEO DE UNA SEMANA

Fh 1.00000000

Factor diario si se cuentan los 7 dias de la semana el Factor es 1

Numero de dias contado 7

Fd 1.00000000

Factor semanal En funcion del numero de semanas por mes, Y EN EL MES DE CONTEO

enero 2023

MES	No DIAS	No SEMANAS	Fs
Enero	31	4.428571429	1.107142857
Febrero	28		
Marzo	31	4.428571429	1.107142857
Abril	30	4.285714286	1.071428571
Mayo	31	4.428571429	1.107142857
Junio	30	4.285714286	1.071428571
Julio	31	4.428571429	1.107142857
Agosto	31	4.428571429	1.107142857
Septiembre	30	4.285714286	1.071428571
Octubre	31	4.428571429	1.107142857
Noviembre	30	4.285714286	1.071428571
Diciembre	31	4.428571429	1.107142857
Total	365		
Fs =			1.10714286

Factor mensual En funcion del consum de combustibles en la provincia de coneo

CONSUMO DE COMBUSTIBLES PROVINCIA DEL AZUAY 2021

MES	87 OCTANOS	92 OCTANOS	DIESEL PREMIUM	SUMA	FACTOR
Enero	4 675 844	399 077	3 480 425	8 555 346	1.138488
Febrero	4 648 490	412 440	3 304 785	8 365 715	1.164294
Marzo	5 170 699	404 948	3 767 804	9 343 451	1.042458
Abril	4 574 423	326 243	3 465 984	8 366 650	1.161614
Mayo	4 420 854	299 164	4 178 804	8 898 822	1.094544
Junio	5 055 097	362 108	4 614 678	10 031 783	0.970930
Julio	5 421 990	411 595	4 827 320	10 660 905	0.919633
Agosto	5 291 216	393 056	4 713 002	10 397 334	0.936793
Septiembre	5 237 703	372 716	4 743 268	10 353 687	0.940743
Octubre	5 379 903	402 645	4 704 750	10 487 298	0.928757
Noviembre	5 266 828	371 575	4 597 030	10 235 433	0.951611
Diciembre	5 912 326	419 071	4 854 034	11 185 431	0.870789
	61,055,433	4,574,638	51,251,784	116,881,855	
					COSTO PROMEDIO MENSUAL 9,740,155

Fm = 1.05959165

CONSUMO DE COMBUSTIBLES PROVINCIA DEL AZUAY 2022

MES	87 OCTANOS	92 OCTANOS	DIESEL PREMIUM	SUMA	FACTOR
Enero	5 041 034	426 907	3 821 603	9 289 544	1.059592
Febrero	4 880 836	433 296	3 541 363	8 855 518	1.111524
Marzo	5 356 978	463 869	3 841 103	9 661 950	1.019912
Abril	5 032 952	413 959	3 736 007	9 182 917	1.071895
Mayo	5 078 272	399 376	4 163 812	9 641 460	1.020916
Junio	5 196 708	387 913	4 223 877	9 808 499	1.003530
Julio	5 547 513	419 991	4 503 173	10 470 677	0.940966
Agosto	5 452 805	428 022	4 449 420	10 329 247	0.952937
Septiembre	5 349 558	389 638	4 417 146	10 156 342	0.969160
Octubre	5 258 978	392 703	4 126 129	9 777 810	1.006680
Noviembre	5 417 543	396 626	4 330 418	10 144 587	0.970283
Diciembre	5 907 968	444 561	4 457 393	10 809 921	0.910564
	63,520,145	4,960,000	49,610,461	118,111,467	
					COSTO PROMEDIO MENSUAL 9,843,122

CALCULO DEL FACTOR DEL TPDA

$$TPDA_{2020} = To \cdot Fh \cdot Fd \cdot Fs \cdot Fm$$

$$TPDA_{2020} = To \times 1 \times 1 \times 1.10714285714286 \times 1.05959165142282$$

$$TPDA_{2020} = To \times 1.1731195$$

9.5. CONTEO VEHICULAR VIERNES 27 DE ENERO DE 2023

Ilustración 9.13: PROYECCIÓN A FUTURO. Fuente: Autores

Proyección Intersección

RESUMEN TÉCNICO ORDENADO

Intersección: Av. 28 de Mayo y Centro a El Valle ESTACION E1-E2-E3-E4

Fecha: 27 de enero de 2023 INTERSECCIÓN: 01

	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	5,149	6,742	1,225	14,204	35,320
B	278	181	18	414	888
JK	106	427	76	265	884
HE	32	25	6	68	147
HE-E	3	4	0	12	39
TOTAL	5,697	7,389	1,315	14,963	35,382

TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR	LOGROSO	BOYER	CABERNETE	TEMPO
2023-2028	1.6%	0.0%	0.0%	5
2028-2033	1.8%	0.0%	0.0%	5
2033-2038	1.8%	0.0%	1.0%	5
2038-2043	1.7%	0.0%	1.5%	5
2043-2048	1.7%	0.0%	1.0%	5
2048-2053	1.9%	0.0%	1.0%	5

FACTOR TPDA: 1.87500

CONSEJO DE TRÁFICO ORDENADO EN LA INTERSECCIÓN

	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	16,751	7,911	1,423	16,611	36,706
B	278	22	22	468	790
JK	278	149	86	267	780
HE	41	34	7	70	152
HE-E	6	5	0	12	22
TOTAL	17,334	8,121	1,538	17,828	38,821

TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR	LOGROSO	BOYER	CABERNETE	TEMPO
2023-2028	1.6%	0.0%	0.0%	5
2028-2033	1.8%	0.0%	0.0%	5
2033-2038	1.8%	0.0%	1.0%	5
2038-2043	1.7%	0.0%	1.5%	5
2043-2048	1.7%	0.0%	1.0%	5
2048-2053	1.9%	0.0%	1.0%	5

FACTOR TPDA: 1.87500

CONSEJO DE TRÁFICO ORDENADO EN LA INTERSECCIÓN

	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	16,751	7,911	1,423	16,611	36,706
B	278	22	22	468	790
JK	278	149	86	267	780
HE	41	34	7	70	152
HE-E	6	5	0	12	22
TOTAL	17,334	8,121	1,538	17,828	38,821

	0	5	10	15	20	25	30
2023	2023	2028	2033	2038	2043	2048	2053

Proyección Intersección: Tráfico de OHHO a 24HO

ESTACION	VEHICULOS	TPDA 2023	TPDA 2028	TPDA 2033	TPDA 2038	TPDA 2043	TPDA 2048	TPDA 2053
E1	L	15,773	11,739	12,759	13,915	15,269	16,885	18,233
	B	278	220	220	220	220	220	220
	E2	230	241	253	271	283	317	343
	E3	61	64	67	72	78	84	91
	E4-E5	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	16,289	12,220	13,260	14,378	15,769	17,504	18,786
E2	L	7,823	6,576	6,283	6,229	11,206	12,362	13,506
	B	272	272	272	272	272	272	272
	E2	149	156	164	176	190	205	222
	E3	34	36	37	40	43	47	51
	E4-E5	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	8,333	7,884	7,857	7,917	11,711	12,851	14,009
E3	L	1,423	1,566	1,685	1,845	2,024	2,221	2,437
	B	22	22	22	22	22	22	22
	E2	89	95	99	105	114	123	133
	E3	7	7	7	8	8	9	10
	E4-E5	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	1,541	1,629	1,813	1,981	2,169	2,375	2,601
E4	L	15,003	18,225	19,721	21,004	23,705	26,009	28,539
	B	490	490	490	490	490	490	490
	E2	287	301	326	359	399	466	529
	E3	70	74	77	83	90	97	105
	E4-E5	12	12	13	14	15	16	17
	TOTAL	17,511	20,088	21,627	23,336	25,699	28,094	30,591
TOTAL	L	36,751	42,797	43,919	47,660	52,292	57,297	62,794
	B	890	890	890	890	890	890	890
	E2	755	791	831	891	963	1,042	1,127
	E3	172	181	190	203	220	238	257
	E4-E5	22	22	25	28	29	31	33
	TOTAL	38,692	42,781	45,754	49,261	53,484	58,398	63,891

RESUMEN TÉCNICO ORDENADO HORA PICO [EN DIRECCIONES]

Intersección: Av. 28 de Mayo y Centro a El Valle ESTACION E1-E2-E3-E4

Fecha: 27 de enero de 2023 INTERSECCIÓN: 01

	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	405	553	302	933	2,193
B	21	13	2	35	78
JK	15	4	3	19	48
HE	6	3	0	6	33
HE-E	0	1	0	4	4
TOTAL	468	573	307	985	2,958

TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR	LOGROSO	BOYER	CABERNETE	TEMPO
2023-2028	1.6%	0.0%	0.0%	5
2028-2033	1.8%	0.0%	0.0%	5
2033-2038	1.8%	0.0%	1.0%	5
2038-2043	1.7%	0.0%	1.5%	5
2043-2048	1.7%	0.0%	1.0%	5
2048-2053	1.9%	0.0%	1.0%	5

FACTOR TPDA: 1.87500

CONSEJO DE TRÁFICO ORDENADO EN LA INTERSECCIÓN

	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	769	602	120	1,075	2,576
B	26	14	3	43	86
JK	13	3	4	12	35
HE	7	1	0	7	35
HE-E	0	2	0	2	5
TOTAL	807	624	128	1,137	2,579

TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR	LOGROSO	BOYER	CABERNETE	TEMPO
2023-2028	1.6%	0.0%	0.0%	5
2028-2033	1.8%	0.0%	0.0%	5
2033-2038	1.8%	0.0%	1.0%	5
2038-2043	1.7%	0.0%	1.5%	5
2043-2048	1.7%	0.0%	1.0%	5
2048-2053	1.9%	0.0%	1.0%	5

FACTOR TPDA: 1.87500

CONSEJO DE TRÁFICO ORDENADO EN LA INTERSECCIÓN

	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	513	501	607	665	2,386
B	12	10	12	12	46
E2	4	4	4	5	17
E3	1	1	1	1	4
E4-E5	2	2	2	2	8
TOTAL	532	528	627	695	2,459

	0	5	10	15	20	25	30
2023	2023	2028	2033	2038	2043	2048	2053

Proyección Intersección: Tráfico de hora pico 7HO 8HO

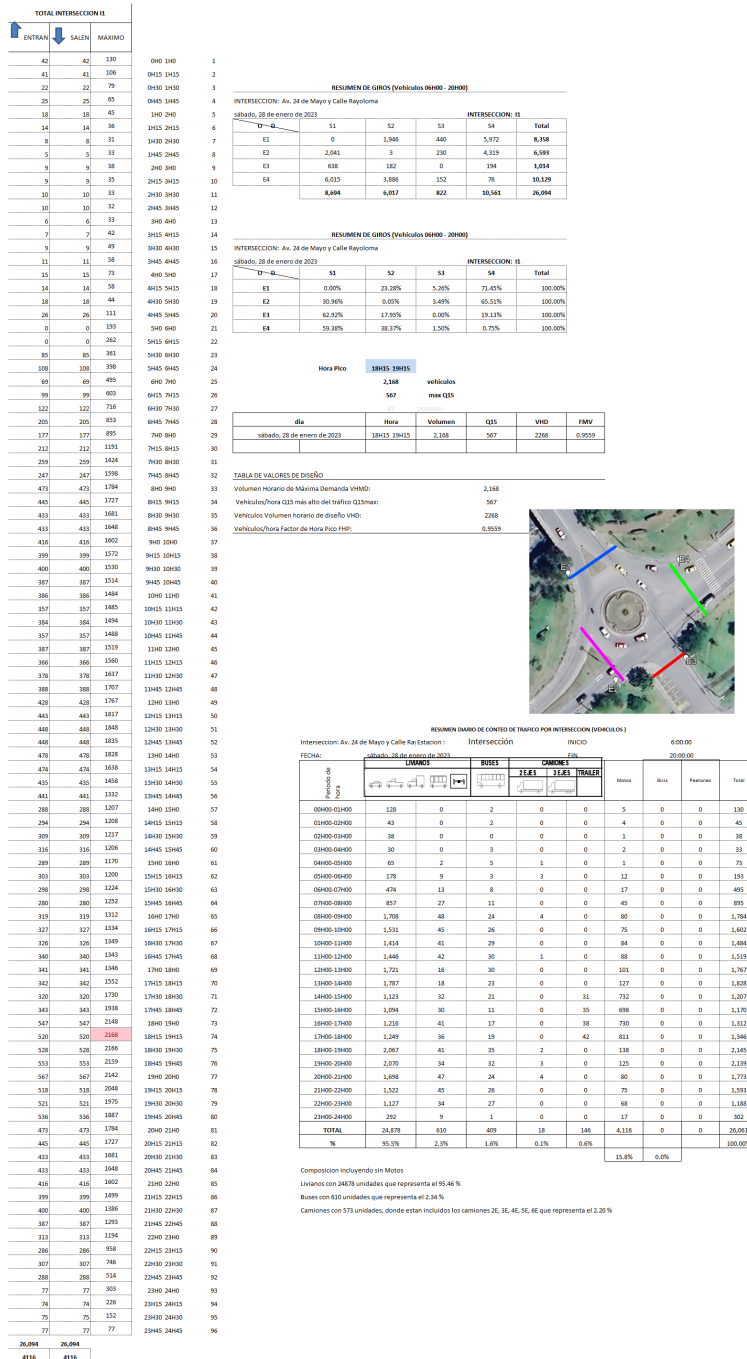
ESTACION	VEHICULOS	TPDA 2023	TPDA 2028	TPDA 2033	TPDA 2038	TPDA 2043	TPDA 2048	TPDA 2053
E1	L	763	814	903	989	1,085	1,195	1,296
	B	25	25	25	25	25	25	25
	E2	15	14	14	15	16	18	19
	E3	7	7	8	8	9	10	11
	E4-E5	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	807	886	939	1,037	1,135	1,248	1,351
E2	L	513	501	607	665	730	798	872
	B	12	10	12	12	12	12	12
	E2	4	4	4	5	5	6	6
	E3	1	1	1	1	1	1	1
	E4-E5	2	2	2	2	3	3	3
	TOTAL	532	528	627	695	791	895	996
E3	L	102	112	121	132	145	158	173
	B	2	2	2	2	2	2	2
	E2	5	5	5	6	6	7	7
	E3	0	0	0	0	0	0	0
	E4-E5	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	109	129	148	168	193	227	262
E4	L	933	1,020	1,105	1,210	1,327	1,450	1,586
	B	35	35	35	35	35	35	35
	E2	10	10	11	12	13	14	15
	E3	6	6	7	7	8	9	9
	E4-E5	2	2	2	2	3	3	3
	TOTAL	986	1,094	1,266	1,396	1,508	1,619	1,746
TOTAL	L	2,311	2,527	2,736	2,996	3,287	3,602	3,928
	B	74	74	74	74	74	74	74
	E2	32	35	35	38	41	44	48
	E3	14	15	15	17	19	19	21
	E4-E5	4	4	4	5	5	6	6
	TOTAL	2,435	2,685	2,865	3,108	3,424	3,744	4,079

9.6. CONTEO VEHICULAR SÁBADO 28 DE ENERO DE 2023

9.6. Conteo Vehicular Sábado 28 de Enero de 2023

A continuación, se presentan los datos generales obtenidos del conteo vehicular del día sábado 28 de enero:

Ilustración 9.14: RESUMEN GENERAL D6 Sábado 28 de Enero de 2023. Fuente: Autores



9.7. Conteo Vehicular Domingo 29 de Enero de 2023

A continuación, se presentan los datos generales obtenidos del conteo vehicular del día domingo 29 de enero de 2023:

Ilustración 9.15: RESUMEN GENERAL D7 Domingo 29 de Enero de 2023. Fuente: Autores

TOTAL INTERSECCION II			
ENTRAN	SALEN	MAXIMO	
41	41	136	040 140
29	29	111	0415 1415
39	39	91	0430 1430
27	27	57	0440 1440
16	16	38	140 240
9	9	24	1415 2415
5	5	21	1430 2430
8	8	22	1445 2445
2	2	16	240 340
6	6	16	2415 3415
6	6	15	2430 3430
2	2	14	2445 3445
2	2	15	340 440
5	5	22	3415 4415
5	5	24	3430 4430
3	3	29	3440 4445
9	9	67	440 540
7	7	67	4415 5415
10	10	101	4430 5430
21	21	148	4445 5445
29	29	232	540 640
41	41	285	5415 6415
37	37	388	5430 6430
85	85	493	5445 6445
102	102	726	640 740
154	154	939	6415 7415
152	152	1128	6430 7430
318	318	1332	6440 7445
715	715	1517	740 840
125	125	1486	7415 8415
343	343	1411	7430 8430
358	358	1582	7445 8445
343	343	1414	7460 8460
456	456	1687	840 940
425	425	1606	8415 9415
390	390	1339	8430 9430
416	416	1506	8445 9445
375	375	1433	940 1040
358	358	1409	9415 10415
357	357	1372	9430 10430
343	343	1340	9445 10445
351	351	1313	1040 1140
323	323	1303	10415 11415
325	325	1314	10430 11430
318	318	1335	10445 11445
339	339	1371	1140 1240
332	332	1412	11415 12415
346	346	1503	11430 12430
354	354	1609	11445 12445
380	380	1719	1240 1340
423	423	1773	12415 13415
452	452	1793	12430 13430
464	464	1775	12445 13445
434	434	1733	1340 1440
442	442	1611	13415 14415
434	434	1507	13430 14430
422	422	1392	13445 14445
332	332	1292	1440 1540
319	319	1317	14415 15415
319	319	1344	14430 15430
322	322	1445	14445 15445
357	357	1442	1540 1640
386	386	1452	15415 16415
380	380	1434	15430 16430
319	319	1429	15445 16445
387	387	1512	1640 1740
386	386	1513	16415 17415
375	375	1552	16430 17430
402	402	1532	16445 17445
374	374	1511	1740 1840
401	401	1637	17415 18415
355	355	1705	17430 18430
361	361	1884	17445 18445
500	500	2015	1840 1940
499	499	2022	18415 19415
504	504	2015	18430 19430
512	512	1992	18445 19445
507	507	1961	1940 2040
492	492	1907	19415 20415
481	481	1843	19430 20430
481	481	1752	19445 20445
456	456	1687	2040 2140
425	425	1515	20415 21415
390	390	1363	20430 21430
416	416	1315	20445 21445
286	286	1093	2140 2240
273	273	946	21415 22415
272	272	800	21430 22430
264	264	653	21445 22445
137	137	507	2240 2340
127	127	401	22415 23415
125	125	355	22430 23430
118	118	234	22445 23445
31	31	129	2340 2440
31	31	98	23415 24415
34	34	67	23430 24430
35	35	33	23445 24445
24.954	24.954		
2025	2025		

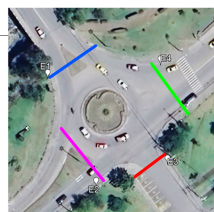
RESUMEN DE GIROS (Vehículos 0400 - 2000)				
INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma				
Domingo, 29 de enero de 2023				
04	53	52	53	54
E1	0	1,073	154	5,533
E2	2,097	0	146	3,787
E3	302	149	0	124
E4	7,140	3,313	101	35
	9,539	5,395	401	9,479
				24,954

RESUMEN DE GIROS (Vehículos 0400 - 2000)				
INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Calle Rayoloma				
Domingo, 29 de enero de 2023				
04	53	52	53	54
E1	0.00%	24.14%	4.56%	71.30%
E2	34.78%	0.00%	2.42%	62.80%
E3	52.52%	25.91%	0.00%	21.57%
E4	67.43%	31.29%	0.95%	100.00%

Hora Pico		vehículos	
		max Q15	max Q15
		2,022	512
		97	2048

dia	Hora	Volumen	Q15	VHD	FMV
Domingo, 29 de enero de 2023	18415 19415	2,022	512	2048	0.9873

Tabla de Valores de Diseño
 Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD): 2,022
 Vehículos/hora Q15 más alto del tráfico Q15-máx: 512
 Vehículos Volumen horario de diseño VHD: 2048
 Vehículos/hora Factor de Hora Pico (FHP): 0.9873



RESUMEN DIARIO DE CONTEO DE TRAFICO POR INTERSECCION (VEHICULOS)

Interseccion: Av. 24 de Mayo y Calle Ra Estacion : Intersección INICIO 6:00:00 FIN 20:00:00

FECHA: Domingo, 29 de enero de 2023

Período de Hora	CAMIONES				BUSSES				CAMIONES 3 EJE				Moto	Bicic	Peaton	Total
	2E	3E	4E	5E	1E	2E	3E	4E	1E	2E	3E	4E				
0040-0140	116	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	136			
0140-0240	38	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	38			
0240-0340	16	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	16			
0340-0440	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31			
0440-0540	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47			
0540-0640	204	6	2	0	0	0	0	0	5	0	0	0	212			
0640-0740	670	67	9	0	0	0	0	0	15	0	0	0	726			
0740-0840	1,320	29	8	0	0	0	0	0	42	0	0	0	1,357			
0840-0940	1,660	33	13	1	0	0	0	0	54	0	0	0	1,697			
0940-1040	1,588	29	16	0	0	0	0	0	43	0	0	0	1,633			
1040-1140	1,269	27	19	0	0	0	0	0	50	0	0	0	1,313			
1140-1240	1,318	34	18	1	0	0	0	0	61	0	0	0	1,371			
1240-1340	1,663	25	30	1	0	0	0	0	85	0	0	0	1,719			
1340-1440	1,687	24	21	1	0	0	0	0	87	0	0	0	1,731			
1440-1540	1,245	30	15	1	1	1	278	0	0	0	0	1,292				
1540-1640	1,366	36	20	0	0	0	307	0	0	0	0	1,442				
1640-1740	1,445	43	23	0	1	1	318	0	0	0	0	1,512				
1740-1840	1,448	40	23	0	0	0	351	0	0	0	0	1,511				
1840-1940	1,960	33	17	0	0	0	109	0	0	0	0	2,010				
1940-2040	1,911	27	18	0	0	0	99	0	0	0	0	1,956				
2040-2140	1,639	33	13	1	0	0	54	0	0	0	0	1,686				
2140-2240	1,053	26	16	0	0	0	40	0	0	0	0	1,093				
2240-2340	454	5	4	0	0	0	16	0	0	0	0	507				
2340-2440	129	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	129				
TOTAL	24,119	311	285	6	2	2,025	0	0	24,943				100.00%			
%	96.7%	2.1%	1.1%	0.0%	0.0%	8.1%	0.0%									

Composicion incluyendo en Moto

Unidades con 34121 unidades que representa el 96.70%

Buses con 311 unidades que representa el 1.13%

Camiones con 293 unidades, donde estan incluidos los camiones 2E, 3E, 4E, 5E, 6E que representa el 1.17%

CRONOGRAMA VALORADO

NOMBRE DEL OFERENTE: Referencial

Item	Codigo	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unit.	P.Total	PERIODOS		
							1	2	3
1		DEMOLICION ESTRUCTURA EXISTENTE				11,449.48	11,449.48	0.00	0.00
1.1	549039	Demolición de estructuras de hormigón simple con rotomartillo.	m3	721.00	15.88	11,449.48	100.00	0.00	0.00
							721.00	0.00	0.00
							11,449.48	0.00	0.00
2		MOVIMIENTO DE TIERRAS				52,936.25	302.89	52,633.36	0.00
2.1	501008	Replanteo y nivelación mayor a 1 Km	km	0.60	504.82	302.89	100.00	0.00	0.00
							0.60	0.00	0.00
							302.89	0.00	0.00
2.2	504279	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	962.50	1.99	1,915.38	0.00	100.00	0.00
							0.00	962.50	0.00
							0.00	1,915.38	0.00
2.3	549005	Excavación manual en suelo sin clasificar	m3	346.50	12.79	4,431.74	0.00	100.00	0.00
							0.00	346.50	0.00
							0.00	4,431.74	0.00
2.4	506002	Cargado de material con minicargadora	m3	1,701.70	1.98	3,369.37	0.00	100.00	0.00
							0.00	1,701.70	0.00
							0.00	3,369.37	0.00
2.5	506005	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	1,701.70	2.22	3,777.77	0.00	100.00	0.00
							0.00	1,701.70	0.00
							0.00	3,777.77	0.00
2.6	506007	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, distancia > 6 Km	m3-km	170,170.00	0.23	39,139.10	0.00	100.00	0.00
							0.00	170,170.00	0.00
							0.00	39,139.10	0.00
3		ESTRUCTURA DE LA VIA				125,912.49	0.00	122,563.24	3,349.25
3.1	505008	Relleno compactado con material de sitio	m3	50.00	8.32	416.00	0.00	100.00	0.00
							0.00	50.00	0.00
							0.00	416.00	0.00
3.2	552744	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo liviano e= 15 cm	m2	2.50	4.73	11.83	0.00	100.00	0.00
							0.00	2.50	0.00
							0.00	11.83	0.00
3.3	505004	Sub base conformación y compactación con equipo pesado	m3	770.00	31.93	24,586.10	0.00	100.00	0.00
							0.00	770.00	0.00
							0.00	24,586.10	0.00
3.4	548005	Base Clase II conformación y compactación con equipo pesado	m3	962.50	37.04	35,651.00	0.00	100.00	0.00
							0.00	962.50	0.00
							0.00	35,651.00	0.00
3.5	548010	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	3,850.00	1.27	4,889.50	0.00	100.00	0.00
							0.00	3,850.00	0.00
							0.00	4,889.50	0.00
3.6	548011	Carpeta asfáltica (e=3") Ho Asf. mezclado en planta	m2	3,850.00	14.59	56,171.50	0.00	100.00	0.00
							0.00	3,850.00	0.00
							0.00	56,171.50	0.00
3.7	552363	Bordillo incorporado de 10x30 cm, f'c = 240Kg/cm2	m	336.00	12.46	4,186.56	0.00	20.00	80.00
							0.00	67.20	268.80
							0.00	837.31	3,349.25
4		PUENTE				282,345.52	447.92	67,025.10	214,872.50
4.1		INFRAESTRUCTURA				48,854.53	447.92	48,406.61	0.00
4.1.1	504279	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	400.00	1.99	796.00	56.27	43.73	0.00
							225.08	174.92	0.00
							447.92	348.08	0.00
4.1.2	512011	Encofrado metálico para muros	m2	1.00	13.06	13.06	0.00	100.00	0.00
							0.00	1.00	0.00
							0.00	13.06	0.00
4.1.3	513040	Acero de Refuerzo fy=4200 Kg/cm2 (Incluye corte y doblado)	Kg	7,000.00	2.36	16,520.00	0.00	100.00	0.00
							0.00	7,000.00	0.00
							0.00	16,520.00	0.00
4.1.4	507002	Hormigón simple f'c = 180 kg/cm2	m3	8.33	123.16	1,025.92	0.00	100.00	0.00
							0.00	8.33	0.00
							0.00	1,025.92	0.00

Cronograma Valorado

4.1.5	552953	Mechinales de PVC d= 4"	m	44.00	4.57	201.08	0.00	100.00	0.00
							0.00	44.00	0.00
							0.00	201.08	0.00
4.1.6	505015	Material filtrante para drenes, suministro y colocación	m3	40.00	32.40	1,296.00	0.00	100.00	0.00
							0.00	40.00	0.00
							0.00	1,296.00	0.00
4.1.7	551455	Placas de Neopreno (400x300x58)mm	u	6.00	331.81	1,990.86	0.00	100.00	0.00
							0.00	6.00	0.00
							0.00	1,990.86	0.00
4.1.8	505003	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m3	136.10	25.28	3,440.61	0.00	100.00	0.00
							0.00	136.10	0.00
							0.00	3,440.61	0.00
4.1.9	507307	Hormigón Simple f'c = 240 kg/cm2 (incluye aditivo superplastificante)	m3	150.00	157.14	23,571.00	0.00	100.00	0.00
							0.00	150.00	0.00
							0.00	23,571.00	0.00
4.2		SUPERESTRUCTURA				233,490.99	0.00	18,618.49	214,872.50
4.2.1	513A7G	Acero estructural A36 en placas	kg	3,386.00	20.62	69,819.32	0.00	26.67	73.33
							0.00	902.93	2,483.07
							0.00	18,618.49	51,200.83
4.2.2	513A1J	Acero estructural ASTM A572 gr 50 en perfiles(Incluye Pintura Contraincendios), suministro y montaje con equipo (2)	Kg	25,982.00	3.43	89,118.26	0.00	0.00	100.00
							0.00	0.00	25,982.00
							0.00	0.00	89,118.26
4.2.3	513040	Acero de Refuerzo fy=4200 Kg/cm2 (Incluye corte y doblado)	Kg	25,982.00	2.36	61,317.52	0.00	0.00	100.00
							0.00	0.00	25,982.00
							0.00	0.00	61,317.52
4.2.4	552953	Mechinales de PVC d= 4"	m	3.60	4.57	16.45	0.00	0.00	100.00
							0.00	0.00	3.60
							0.00	0.00	16.45
4.2.5	507431	Hormigón Simple f'c= 280 Kg/cm2	m3	5.25	164.16	861.84	0.00	0.00	100.00
							0.00	0.00	5.25
							0.00	0.00	861.84
4.2.6	551418	Pasamano, parante y mangón tubo de acero inoxidable 2", travesaño acero inoxidable 1", e=1.5mm	ml	60.00	205.96	12,357.60	0.00	0.00	100.00
							0.00	0.00	60.00
							0.00	0.00	12,357.60
5		MISCELANEOS				29,780.16	660.68	29,119.48	0.00
5.1	504279	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	1,140.00	1.99	2,268.60	29.12	70.88	0.00
							332.00	808.00	0.00
							660.68	1,607.92	0.00
5.2	549AF0	Demolición de estructura de hormigón armado, con martillo hidráulico	m3	118.00	67.13	7,921.34	0.00	100.00	0.00
							0.00	118.00	0.00
							0.00	7,921.34	0.00
5.3	507576	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2 bombeado para losa	m3	16.80	148.93	2,502.02	0.00	100.00	0.00
							0.00	16.80	0.00
							0.00	2,502.02	0.00
5.4	513040	Acero de Refuerzo fy=4200 Kg/cm2 (Incluye corte y doblado)	Kg	3,325.00	2.36	7,847.00	0.00	100.00	0.00
							0.00	3,325.00	0.00
							0.00	7,847.00	0.00
5.5	527022	Muro de gaviones	m3	90.00	102.68	9,241.20	0.00	100.00	0.00
							0.00	90.00	0.00
							0.00	9,241.20	0.00
6		SEÑALIZACION				22,691.25	2,329.99	8,015.68	12,345.58
6.1	531696	Letreros de Información del Proyecto (Socio Comunidad)	u	1.00	374.47	374.47	100.00	0.00	0.00
							1.00	0.00	0.00
							374.47	0.00	0.00
6.2	550322	Señalización - Letrero tipo 2	u	8.00	120.58	964.64	100.00	0.00	0.00
							8.00	0.00	0.00
							964.64	0.00	0.00
6.3	531707	Letrero informativo de tool de 2.00 x 1.50 m	u	1.00	336.90	336.90	100.00	0.00	0.00
							1.00	0.00	0.00
							336.90	0.00	0.00
6.4	507003	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2	m3	62.00	128.53	7,968.86	3.81	96.19	0.00
							2.36	59.64	0.00
							303.58	7,665.28	0.00
6.5	532710	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	20.00	6.59	131.80	0.00	0.00	100.00
							0.00	0.00	20.00

Cronograma Valorado

							0.00	0.00	131.80
6.6	551747	Obra civil para semaforización	global	1.00	922.64	922.64	0.00	0.00	100.00
							0.00	0.00	1.00
							0.00	0.00	922.64
6.7	551A8L	Suministro e Instalacion de Semaforo Vehicular incluye poste de 3mts	u	4.00	835.06	3,340.24	0.00	0.00	100.00
							0.00	0.00	4.00
							0.00	0.00	3,340.24
6.8	551731	Marcas de pintura (pintura termoplástica, pasos cebra)	m2	250.00	16.37	4,092.50	0.00	0.00	100.00
							0.00	0.00	250.00
							0.00	0.00	4,092.50
6.9	551467	Marcas de pintura termoplástica de pavimento (Pintura Amarilla, ancho=100mm)	m	350.00	4.24	1,484.00	0.00	0.00	100.00
							0.00	0.00	350.00
							0.00	0.00	1,484.00
6.10	551468	Marcas de pintura termoplástica de pavimento (Pintura Blanca, ancho=100mm)	m	560.00	4.24	2,374.40	0.00	0.00	100.00
							0.00	0.00	560.00
							0.00	0.00	2,374.40
6.11	532024	Difusión Social	u	1.00	700.80	700.80	50.00	50.00	0.00
							0.50	0.50	0.00
							350.40	350.40	0.00
TOTAL:						525,115.15			

INVERSION MENSUAL	15,190.95	279,356.87	230,567.33
AVANCE PARCIAL EN %	2.89	53.20	43.91
INVERSION ACUMULADA	15,190.95	294,547.82	525,115.15
AVANCE ACUMULADO EN %	2.89	56.09	100.00

domingo, 25 de junio de 2023

FIRMA DEL OFERENTE, SU REPRESENTANTE
LEGAL O PROCURADOR COMÚN (según el caso)

Interseccion de la Av. 24 de Mayo y Rayoloma

FÓRMULA POLINÓMICA

Término	Descripción	Costo Directo	Coefficiente
A	Betún petróleo (Asfalto) (O)	22,409.47	0.051
B	Cuadrilla Tipo	85,582.04	0.196
C	Combustibles (O)	16,088.18	0.037
D	Cemento Portland - Tipo I - Sacos	13,305.37	0.030
E	Equipo y maquinaria de Construc. vial	62,960.72	0.144
F	Acero estructural para puentes	93,275.69	0.213
H	Pinturas al látex	21,409.93	0.049
P	Materiales pétreos (Azuay)	62,979.16	0.144
R	Repuestos para maquinaria de construcción	31,480.36	0.072
X	Indice de Precios al Consumidor Urbano - Cuenca	28,105.04	0.064
Totales:		437,595.96	1.000

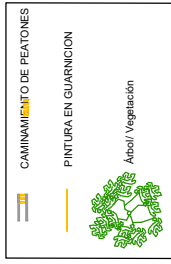
PR = P0 (0.051 A1/A0 + 0.196 B1/B0 + 0.037 C1/C0 + 0.030 D1/D0 + 0.144 E1/E0 + 0.213 F1/F0 + 0.049 H1/H0 + 0.144 P1/P0 + 0.072 R1/R0 + 0.064 X1/X0)

CUADRILLA TIPO

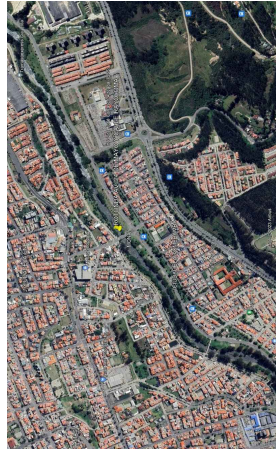
Término	Descripción	Salario Ley	Salario Efectivo	Horas Hombre	Costo Directo	Coefficiente
401	Estructura Ocupacional E2	4.05	4.05	9,989.97	40,459.41	0.472
402	Estructura Ocupacional D2	4.10	3.87	4,884.28	18,902.19	0.237
403	Topografía	4.54	4.29	8.72	37.41	0.000
404	Estructura Ocupacional C2	4.33	4.09	733.00	2,997.95	0.036
405	Estructura Ocupacional C1 (Grupo I)	4.54	4.29	175.37	752.35	0.009
406	Choferes Profesionales	5.95	5.62	959.46	5,392.19	0.047
407	Estructura Ocupacional C2 (Grupo II)	4.33	4.09	248.83	1,017.70	0.012
408	Estructura Ocupacional C1	4.54	4.29	715.27	3,068.49	0.035
411	Estructura Ocupacional B3	4.55	4.30	11.60	49.88	0.001
413	Mecánicos	4.29	4.29	3,104.57	13,318.61	0.151
Totales:				20,831.08	85,996.18	1.000

+ 0.472 SHR Estructura Ocupacional E2+ 0.237 SHR Estructura Ocupacional D2+ 0 SHR Topografía+ 0.036 SHR Estructura Ocupacional C2+ 0.009 SHR Estructura Ocupacional C1 (Grupo I)+ 0.047 SHR Choferes Profesionales+ 0.012 SHR Estructura Ocupacional C2 (Grupo II)+ 0.035 SHR Estructura Ocupacional C1+ 0.001 SHR Estructura Ocupacional B3+ 0.151 SHR Mecánicos

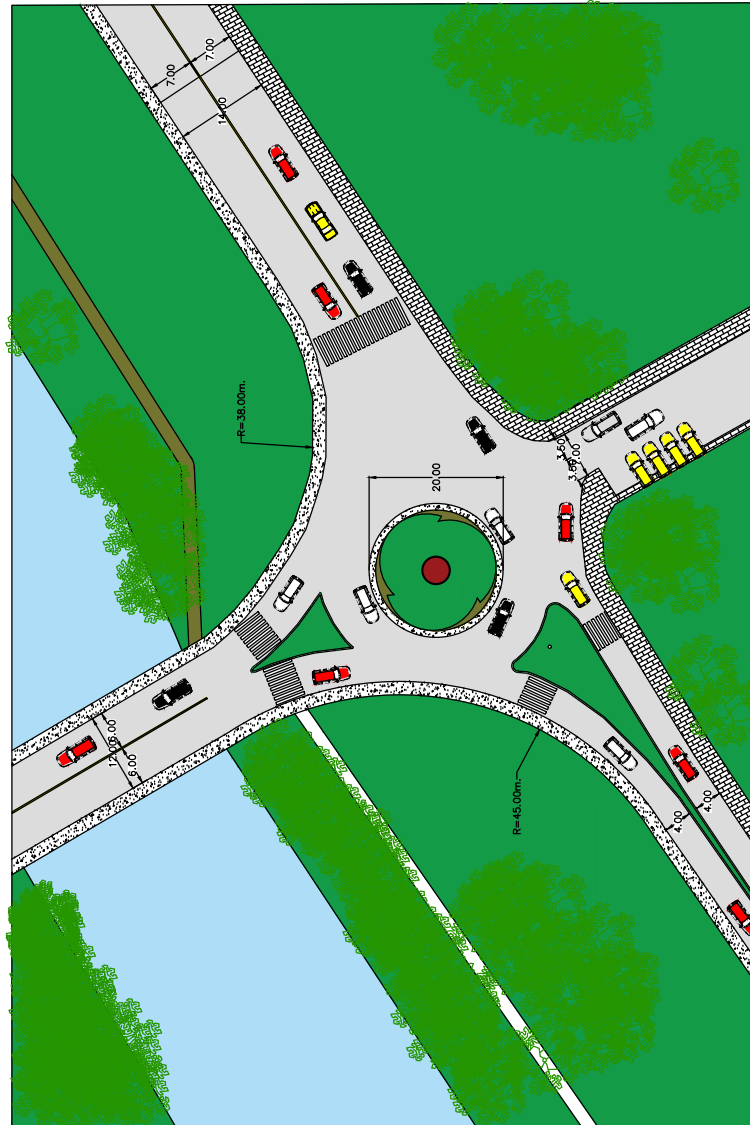
SIMBOLOGIA



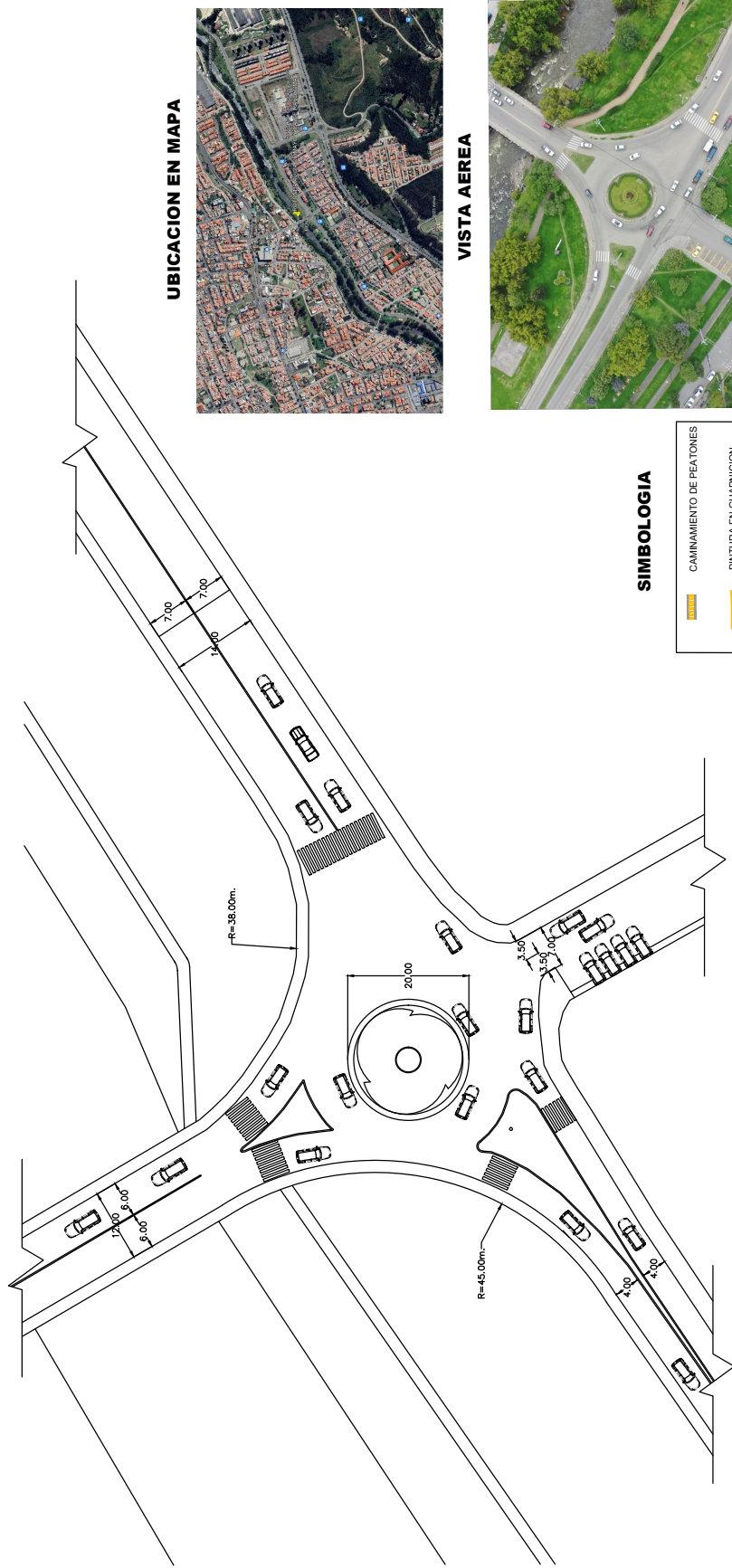
UBICACION EN MAPA



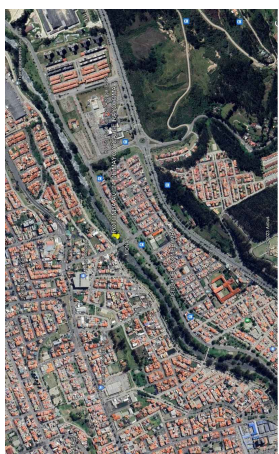
UBICACION EN MAPA



Dibujado	Sebastian C. - Sebastian	Fecha	25/06/2023	Ingeniería Civil	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
	Comprobado	Ing. Iván Mejía	26/06/2023		
Proyección				Escala: 1:750 Lámina N° 1	
ROTONDA DE LA AV. 24 DE MAYO Y CALLE RAYOLOMA					



UBICACION EN MAPA



VISTA AEREA



Dibujado	Sebastian C. - Sebastian	Fecha	25/06/2023		
	Ing. Iván Mejía	F.	26/06/2023		
Comprobado	Ingeniería Civil				
Proyección	SEDE				
	MATRIZ CUENCA				
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA					
ROTONDA DE LA AV. 24 DE MAYO Y CALLE RAYOLOMA					
				Escala:	1:750
				Lámina N°	1

