

**EVALUACIÓN DE LA MOVILIDAD EN HORAS PICO DEL BARRIO DIAMANTE 2 (CRUCE AV.
FLORIDABLANCA – CRA 24 CON TRV 24 Y CLL 83) POST CONSTRUCCIÓN DEL TERCER CARRIL.**

PRESENTADO POR:

LILIAN CAROLINA FONTECHA JAIMES

ID: 273635

SEBASTIAN CAMILO GONZALEZ CARDENAS

ID: 265994

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL


BUCARAMANGA

2019

**EVALUACIÓN DE LA MOVILIDAD EN HORAS PICO DEL BARRIO DIAMANTE 2 (CRUCE AV.
FLORIDABLANCA – CRA 24 CON TRV 24 Y CLL 83) POST CONSTRUCCIÓN DEL TERCER
CARRIL.**

**LILIAN CAROLINA FONTECHA JAIMES
ID: 273635
SEBASTIAN CAMILO GONZALEZ CARDENAS
ID: 265994**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**



**DIRECTOR ACADÉMICO
GABRIEL ALEXIS MEDINA DELGADO
INGENIERO CIVIL
MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2019**

Nota de aceptación:

Firma Presidente del Jurado

Firma Jurado N°1

Firma Jurado N°2

Bucaramanga, mayo de 2019

*A Dios por la sabiduría y a nuestros padres por brindarnos esta oportunidad
y el apoyo incondicional.*

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director de proyecto, el ingeniero Gabriel Alexis Medina Delgado, por permitirnos trabajar con él, compartir su experiencia y compromiso en este aprendizaje.

A todos los docentes que han aportado conocimientos y experiencias a través de nuestra formación académica.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE ILUSTRACIONES	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE ANEXOS	xi
1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS	5
2.1 OBJETIVO GENERAL	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3. MARCO TEÓRICO.....	5
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	9
4.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS PRE – CONSTRUCCIÓN TERCER CARRIL.....	9
4.1.1 AFOROS VEHICULARES.....	10
4.1.1.1 Resumen general de volúmenes para cada día de la semana y la HMD [17].....	11
4.1.1.2 Comparación en corredor vial principal durante los días de foro según el sentido de circulación [17]..	12
4.1.2 ESTUDIO ORIGEN – DESTINO MEDIANTE REGISTRO DE PLACAS [17]	14
4.1.3 TRÁNSITO VEHICULAR EN DIAMANTE 2 PRE-CONSTRUCCIÓN TERCER CARRIL	15
4.1.3.1 Volumen vehicular por movimientos Estación 3-1 Diamante, viernes 6:00 – 21:00 [17]	15
4.1.3.2 Volumen por movimientos Estación 3-1 Diamante, viernes HMD 6:45 – 7:45 [17]	17
4.1.3.3 Volumen por movimientos estación 3-1 Diamante, viernes HMD 18:15 – 19:15 [17].....	18
4.1.3.4 Volumen vehicular por movimientos Estación 2-2 Jarris, viernes 6:00 – 21:00 [17].....	19
4.1.3.5 Volumen por movimientos Estación 2-2 Jarris, viernes HMD 6:45 – 7:45 [17].....	20
4.1.3.6 Volumen por movimientos Estación 2-2 Jarris, viernes HMD 18:15 – 19:15 [17].....	21
4.1.4 TRANSITO PEATONAL EN DIAMANTE 2 PRE – CONSTRUCCIÓN TERCER CARRIL.....	21
4.1.4.1 Estación Neptuno [17].....	22
4.1.4.2 Estación Puente Peatonal Diamante [17].....	23
4.2 EVIDENCIA DE OBRAS PROPUESTAS PARA EL SECTOR DIAMANTE 2.....	24
4.3 REGISTRO DE ACCIDENTALIDAD	25
5. PUNTOS DE CONFLICTO ANTES Y DESPUÉS DE LA CONSTRUCCIÓN TERCER CARRIL	28
6. METODOLOGÍA	31
6.1 DESARROLLO DE METODOLOGÍA EN CAMPO	32
6.2 PROCESAMIENTO Y RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA EN CAMPO.....	44

7.	CONSTRUCCIÓN MODELOS	60
7.1	MODELO ANTES DEL PROYECTO TERCER CARRIL	61
7.1.1	CONSTRUCCIÓN DE LA MALLA VIAL	61
7.1.2	COMPOSICIÓN VEHICULAR.....	63
7.1.3	ASIGNACIÓN DE RUTAS Y VOLÚMENES.....	64
7.1.4	CONFLICTO DE AREAS Y SEÑALIZACIÓN	66
7.2	MODELO DESPUÉS DEL PROYECTO TERCER CARRIL	68
7.2.1	CONSTRUCCIÓN DE LA MALLA VIAL	68
7.2.2	COMPOSICIÓN VEHICULAR.....	70
7.2.3	ASIGNACIÓN DE RUTAS Y VOLÚMENES.....	72
7.2.4	CONFLICTO DE AREAS Y SEÑALIZACIÓN.....	74
8.	RESULTADOS MODELOS DE SIMULACIÓN.....	76
8.1	RESULTADOS MODELO ANTES DEL PROYECTO TERCER CARRIL.....	78
8.1.1	RESULTADOS INTERSECCIONES VEHICULARES.....	78
8.1.2	RESULTADOS INTERSECCIONES PEATONALES	80
8.2	MODELO DESPUÉS DEL PROYECTO TERCER CARRIL	81
8.2.1	MODELO DESPUÉS DEL PROYECTO TERCER CARRIL - SITUACIÓN ACTUAL	82
8.2.2	RESULTADOS INTERSECCIONES VEHICULARES – SITUACIÓN ACTUAL.....	82
8.2.3	RESULTADOS INTERSECCIONES PEATONALES – SITUACIÓN ACTUAL.....	84
8.2.4	RESULTADOS INTERSECCIONES VEHICULARES EN 5, 10 Y 15 AÑOS.....	85
8.2.5	Resultados de capacidad por movimientos en cada intersección	86
9.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	86
10.	ALTERNATIVAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL CORREDOR EVALUADO	89
10.1	ALTERNATIVA 1.....	89
10.2	ALTERNATIVA 2.....	92
11.	CONCLUSIONES.....	95
12.	RECOMENDACIONES	96
	BIBLIOGRAFIA	97

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Vista aérea zona de evaluación Diamante 2.....	4
Ilustración 2. Vista aérea Diamante 2.....	4
Ilustración 3. Estaciones y subestaciones para aforos vehiculares.....	11
Ilustración 4. Movimientos vehiculares aforados en la estación 3-1 Diamante	16
Ilustración 5. Movimientos vehiculares aforados en la Estación 2-2 Jarris.....	19
Ilustración 6. Movimientos peatonales aforados en Estación Diamante – Neptuno	22
Ilustración 7. Movimientos peatonales aforados en Estación Puente Peatonal Diamante.	24
Ilustración 8. Cambios de infraestructura vial propuestos para Diamante 2.....	25
Ilustración 9. Accidentalidad del corredor vial de la Carrera 24 entre Calle 80 y 83 de los años 2012-2015.	29
Ilustración 10. Accidentalidad del corredor vial de la Carrera 24 entre Av. Floridablanca y Calle 83, año 2018.	30
Ilustración 11. Infraestructura vial construida en Diamante 2.....	34
Ilustración 12. Ubicación punto de captación de información 1 en la intersección Carrera 24 – Transversal 24	35
Ilustración 13. Imágenes capturadas de las grabaciones en punto de aforo captación de información 1.	35
Ilustración 14. Ubicación punto de captación de información 2 en la intersección Carrera 24 – Calle 83.....	36
Ilustración 15. Imágenes capturadas de las grabaciones en punto de captación de información 2.	36
Ilustración 16. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección 1.....	37
Ilustración 17. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección 2.....	38
Ilustración 18. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección 3.....	38
Ilustración 19. Codificación de movimientos en el punto de captación de información peatonal 1.....	39
Ilustración 20. Codificación de movimientos en el punto de captación de información peatonal 2.....	40
Ilustración 21. Formato aforo vehicular	41
Ilustración 22. Formato aforo peatonal.....	42
Ilustración 23. Foto Neptuno	44
Ilustración 24. Volumen vehicular por movimientos en HMD, intersección 1.	53
Ilustración 25. Volumen vehicular por movimientos en HMD, intersección 2.	53
Ilustración 26. Volumen vehicular por movimientos en HMD, intersección 3.	54
Ilustración 27. Movimientos peatonales en el corredor vial.	59
Ilustración 28. Geometría del antiguo corredor vial escalada.....	61
Ilustración 29. Construcción de links.....	62
Ilustración 30. Creación de conectores.	62
Ilustración 31. Creación de los tipos de vehículos que se simularán.	63
Ilustración 32. Composición vehicular estipulada para el modelo.	63
Ilustración 33. Asignación de rutas de decisión.	64
Ilustración 34. Rutas de decisión creadas para el modelo.	65
Ilustración 35. Asignación de volúmenes vehiculares y peatonales.	65
Ilustración 36. Determinación de los conflictos de área.	66
Ilustración 37. Listado de conflictos de área identificados en el corredor.....	67
Ilustración 38. Ingreso de la señalización.....	67
Ilustración 39. Ejecución de la simulación.....	68
Ilustración 40. Ingreso de la imagen guía y escalada de esta.....	69
Ilustración 41. Creación de links, con las características de este.	69
Ilustración 42. Creación de conectores de links.	70
Ilustración 43. Ingreso de los vehículos que transitan por el corredor vial.	70
Ilustración 44. Composición vehicular correspondiente al modelo.	71
Ilustración 45. Asignación de rutas de decisión.	72
Ilustración 46. Rutas de decisión para los puntos de partida del corredor.	73

Ilustración 47. Ingreso de volúmenes vehiculares y peatonales.	73
Ilustración 48. Conflictos de área determinados.	74
Ilustración 49. Definición de conflictos de área en todo el corredor vial.	75
Ilustración 50. Señalización implementada en el modelo según la observada en campo.	75
Ilustración 51. Simulación de la situación actual del corredor para luego ser evaluado.	76
Ilustración 52. Calibración del modelo antes del proyecto tercer carril.	78
Ilustración 53. Creación de nodos en las intersecciones a evaluar.	79
Ilustración 54. Niveles de servicio de los nodos evaluados.	80
Ilustración 55. Creación de nodos en las intersecciones peatonales a evaluar.	80
Ilustración 56. Creación de nodos en las intersecciones a evaluar.	83
Ilustración 57. Niveles de servicio obtenidos por la evaluación de nodos.	84
Ilustración 58. Creación de nodos en las intersecciones peatonales a evaluar.	84
Ilustración 59. Nuevas rutas propuestas para la alternativa 1.	90
Ilustración 60. Dimensionamiento del carril de aceleración en la intersección calle 83 – autopista.	91
Ilustración 61. Simulación de la alternativa 1.	92
Ilustración 62. Diagrama de fases del sistema de semaforización propuesto.	93
Ilustración 63. Simulación alternativa 2.	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica de volúmenes diarios y de máxima demanda.	12
Figura 2. Histograma volumen diario sentido N-S Día de máxima demanda (viernes).	12
Figura 3. Histograma volumen diario sentido S-N día de máxima demanda (viernes).	13
Figura 4. Origen – Destino mediante el registro de placas sentido S-N.	14
Figura 5. Distribución de rutas con mayor demanda sentido N-S.	14
Figura 6. Composición vehicular en Estación 3-1 Diamante en HMD 6:45 – 7:45.	17
Figura 7. Composición vehicular en Estación 3-1 Diamante en HMD 18:15 – 19:15.	18
Figura 8. Composición vehicular en Estación 2-2 Jarris en HMD 6:45 – 7:45.	20
Figura 9. Composición vehicular en Estación 2-2 Jarris en HMD 18:15 – 19:15.	21
Figura 10. Histórico de accidentalidad en Bucaramanga, años 2012 – 2018.	26
Figura 11. Histórico de accidentalidad en Diamante 2 y clasificación de esta según la gravedad.	27
Figura 12. Puntos de conflicto por accidentalidad antes y después de construcción Tercer Carril.	27
Figura 13. Volumen diario en intervalos de 15 minutos, sentido norte - sur.	46
Figura 14. Volumen horario en sentido norte – sur.	46
Figura 15. Volumen diario en intervalos de 15 minutos, sentido sur – norte.	47
Figura 16. Volumen horario en sentido sur – norte.	47
Figura 17. Volumen diario en intervalos de 15 minutos, ambos sentidos de circulación.	48
Figura 18. Volumen horario en ambos sentidos de circulación.	48
Figura 19. Comparativo de volúmenes vehiculares antes y después del proyecto Tercer Carril, sentido S-N.	50
Figura 20. Comparativo de volúmenes vehiculares antes y después del proyecto Tercer Carril, sentido N-S.	51
Figura 21. Comparativo de volúmenes vehiculares antes y después del proyecto Tercer Carril, ambos sentidos.	51
Figura 22. Volumen peatonal diario en intervalos de 15 minutos, en punto de captación de información 1.	55
Figura 23. Volumen peatonal horario, en punto de captación de información 1.	55
Figura 24. Volumen peatonal diario en intervalos de 15 minutos, en punto de captación de información 2.	56
Figura 25. Volumen peatonal horario, en punto de captación de información 2.	57
Figura 26. Volumen peatonal diario en intervalos de 15 minutos, en los dos puntos de captación.	58

Figura 27. Volumen peatonal horario, en los dos puntos de captación de información.....	58
---	----

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Volúmenes diarios y de HMD para cada día de la semana.....	11
Tabla 2. Volúmenes diarios totales y HMD en la semana de aforo sentido S-N	13
Tabla 3. Volúmenes diarios totales y HMD en la semana de aforo sentido N-S	13
Tabla 4. Volumen Diario por Movimientos en Estación 3-1 Diamante (viernes).....	16
Tabla 5. Volumen por movimientos en la estación 3-1 Diamante en HMD 6:45 – 7:45.....	17
Tabla 6. Volúmenes por movimientos en la Estación 3-1 Diamante en HMD 18:15 – 19:15	18
Tabla 7. Volumen diario por movimientos en Estación 2-2 Jarris (viernes).....	19
Tabla 8. Volúmenes por Movimientos en Estación 2-2 Jarris en HMD 6:45 – 7:45.....	20
Tabla 9. Volúmenes por movimientos en Estación 2-2 Jarris HMD 18:15 – 19:15.....	21
Tabla 10. Volúmenes peatonales diarios en Estación Neptuno	22
Tabla 11. Volúmenes peatonales – lunes 6:00 – 21:00.....	23
Tabla 12. Volumen peatonal en HMD 17:00 -18:00 en Estación Neptuno	23
Tabla 13. Volúmenes diarios en Estación Puente Peatonal Diamante.....	23
Tabla 14. Volúmenes peatonales diarios en Estación Puente Peatonal Diamante.	24
Tabla 15. Volumen peatonal en HMD 12:30 – 13:30 en Estación Puente Peatonal Diamante	24
Tabla 16. Histórico de accidentalidad 2012 – 2015, barrio Diamante 2.	29
Tabla 17. Accidentalidad 2018, barrio Diamante 2.....	30
Tabla 18. Codificación movimientos vehiculares.....	37
Tabla 19. Codificación movimientos peatonales.	39
Tabla 20. Tiempo promedio y velocidad media espacial vehicular por sentido de circulación.	45
Tabla 21. Volúmenes diarios, de hora pico y factor de hora pico según el sentido de circulación.	49
Tabla 22. Composición vehicular según el sentido de circulación.....	49
Tabla 23. Composición vehicular en la HMD según el sentido de circulación.....	49
Tabla 24. Volúmenes vehiculares en HMD (18:00 – 19:00), viernes 29 de marzo.....	52
Tabla 25. Volumen vehicular por movimientos en la intersección 1.....	52
Tabla 26. Volúmenes vehiculares por movimientos en HMD (18:00 - 19:00).....	54
Tabla 27. Resumen volumen horario peatonal en punto de captación de información 1.	56
Tabla 28. Resumen volumen horario peatonal en punto de captación de información 2.	57
Tabla 29. Resumen volumen horario peatonal, en ambos puntos de captación de información.....	59
Tabla 30. Volúmenes vehiculares a ingresar en el software VISSIM.	66
Tabla 31. Composición vehicular ingresada al software.	71
Tabla 32. Volúmenes vehiculares a ingresar al software por cada movimiento.	74
Tabla 33. Parámetros arrojados por la evaluación que realiza el software al modelo.....	77
Tabla 34. Resumen de resultados de le evaluación de nodos.	79
Tabla 35. Resumen de resultados para la evaluación de nodos peatonales.	81
Tabla 36. Niveles de servicio peatonales establecidos por el HCM 2000.	81
Tabla 37. Calibración del modelo por medio del estadístico GEH.....	82
Tabla 38. Resumen de los resultados de la evaluación de nodos.....	83
Tabla 39. Resumen de los resultados de la evaluación de nodos peatonales.	85
Tabla 40. Resumen de resultados de la evaluación por nodos para las escalas 0, 5, 10 y 15.	85
Tabla 41. Capacidades en las intersecciones del corredor evaluado.....	86
Tabla 42. Resumen de los resultados de la evaluación de nodos para la alternativa 1 - escalas 0,5,10 y 15.	91

Tabla 43. Resumen de los resultados de la evaluación por nodos para la alternativa 2 – escalas 0, 5, 10 y 15.93

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Registro fotográfico de señalización en el corredor vial Carrera 24 entre Av. Floridablanca y Calle 83.	100
ANEXO B. Registros de tiempos para determinar la velocidad media espacial.	105
ANEXO C. Volúmenes vehiculares.	110
ANEXO D. Volúmenes peatonales.	120
ANEXO E. Resultados modelación antes del proyecto tercer carril.	130
ANEXO F. Resultados modelación después del proyecto tercer carril.	132
ANEXO G. Resultados modelación alternativa 1.	137
ANEXO H. Resultados modelación alternativa 2.	142

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: EVALUACIÓN DE LA MOVILIDAD EN HORAS PICO DEL BARRIO DIAMANTE 2 (CRUCE AV. FLORIDABLANCA – CRA 24 CON TRV. 24 Y CLL 83) POST CONSTRUCCIÓN DEL TERCER CARRIL.

AUTOR(ES): Lilian Carolina Fontecha Jaimes
Sebastián Camilo González Cárdenas

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Gabriel Alexis Medina Delgado

RESUMEN

La movilidad en términos generales promueve el uso racional de los espacios asignados para transporte de personas y objetos, por consiguiente, este proyecto evaluará los puntos críticos en materia de movilidad en el corredor vial de la Cr 24 entre Av. Floridablanca y la Calle 83, donde se ha identificado presencia de tráfico vehicular y peatonal; estos se caracterizarán por la realización de aforos, medición de velocidades, niveles de servicio y accidentalidad. Con la información recopilada, se realizó la modelación de la movilidad antes y después del proyecto tercer carril, donde la evaluación arrojó que los cambios de la infraestructura vial en el corredor están presentando deficientes niveles de servicio peatonales y vehiculares; por otra parte, la accidentalidad se vio disminuida por dichos cambios, aunque esta actualmente se concentró en otro punto. Por lo tanto, se determina que el impacto generado por las obras concernientes al barrio diamante 2 por parte del proyecto tercer carril es negativo, ya que quienes usaban antes este corredor no experimentaban extensas demoras o longitudes de cola y los peatones no veían afectada su seguridad al momento de transitar por las diferentes intersecciones. Por este motivo, se propone una alternativa basada en un sistema de semaforización, cambios de sentido vial y adición de un carril de aceleración, que brindará mejoras a corto y largo plazo en el nivel de servicio que el corredor vial prestará a los usuarios.

PALABRAS CLAVE:

Nivel de servicio, tránsito, movilidad

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: EVALUATION OF MOBILITY DURING PEAK HOURS IN THE DIAMANTE 2 NEIGHBORHOOD (CROSSING AV. FLORIDABLANCA – CRA 24 WITH TRV. 24 AND CALL 84) POST CONSTRUCTION OF THE THIRD LANE.

AUTHOR(S): Lilian Carolina Fontecha Jaimes
Sebastián Camilo González Cárdenas

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Gabriel Alexis Medina Delgado

ABSTRACT

Mobility in general terms promotes the rational use of allocated spaces to transport people and objects, Therefore, this project will evaluate the critical points in terms of mobility in the road corridor of Cr 24 between Av. Floridablanca and 83 Street, where the presence of vehicular and pedestrian traffic has been identified; these will be characterized by the realization of capacity, measurement of speeds, service levels and accidents. With the information gathered, the modelling of mobility was carry out before and after the Tercer carril project, where the evaluation showed that changes in road infrastructure in the corridor are showing deficient levels of pedestrian and vehicle service; Otherwise, the accident rate was reduced by these changes, although it is currently focused on another point. Therefore, it is determined that the impact generated by the works concerning the Diamante 2 neighborhood by the Tercer carril project is negative, since those who previously used this corridor did not experience extensive delays or tail lengths and pedestrians did not see their safety affected at the time of transit through the different intersection (when travelling through the different intersections). For this reason, an alternative is proposed based on a traffic signaling system, road changes and the addition of an acceleration lane, which will provide short and long term improvements in the service level that the road corridor will provide to users.

KEYWORDS:

Level of service, Traffic, Mobility

Vº Bº DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

En Bucaramanga, los últimos años se ha incrementado la demanda de tránsito, según las estadísticas proporcionadas por la dirección de tránsito de Bucaramanga (DTB), al 31 de diciembre de 2016 el parque automotor de Bucaramanga era de 197.855 vehículos [1], para el 31 de diciembre de 2017 éste creció a 202.225 vehículos [2], con una varianza porcentual del 2.16% (4370 vehículos) en un año. Esto determina que hay un fácil acceso a que las personas puedan adquirir un vehículo, siendo este crecimiento algo negativo con respecto al crecimiento de la infraestructura vial de la ciudad.

Uno de los pilares más altos donde varios dirigentes han puesto sus esfuerzos ha sido el mejoramiento de la infraestructura vial, ya que esta evidencia desde hace varios años un atraso significativo [3]. A pesar de esto, se han venido tomando medidas correctivas para mitigar el congestionamiento por la gran demanda vehicular, como lo son: el pico y placa, nuevos proyectos de ampliaciones viales o el trazado de nuevas vías, estos no han sido determinantes para mejorar la movilidad.

De los proyectos más significativos para mejorar la movilidad de Bucaramanga ha sido la construcción del tercer carril, que ha mitigado la congestión en varias zonas de la ciudad y también ha disminuido la accidentalidad que se presentaba en el cruce que existía en la entrada del barrio Diamante 2 donde se podía salir a la autopista.

El presente estudio se enfocará en evaluar la movilidad del barrio Diamante 2 después de construidas las obras correspondientes a este sector por parte del proyecto tercer carril, ya que se han evidenciado dificultades para que los peatones puedan transitar de manera segura por la deficiente señalización, adicional, este punto ha sufrido un cambio drástico en cuanto a la demanda vehicular que ingresa al barrio.

En dicha evaluación, se tomarán muestras ligadas a la caracterización del tránsito tales como velocidad, volumen, nivel de servicio y así determinar los puntos de conflicto y dar posibles soluciones.

La metodología implementada se basó inicialmente en las revisiones bibliográficas, índices de accidentalidad y revisión de los objetivos acerca de las obras a construir para el tercer carril en el barrio Diamante 2, con lo cual se hará un comparativo para verificar que todas las obras que se tenían predeterminadas para estas zonas se llevaron a cabo y si resolvieron los conflictos presentados antes de la construcción de dicho proyecto.

Los aforos vehiculares y peatonales se llevarán a cabo para así determinar la hora de máxima demanda en la zona, dichos aforos consistirán en contabilizar cuántos vehículos y peatones pasan por los cruces de conflicto determinados en la zona evaluada del Barrio Diamante 2.

Con los resultados de estos aforos y la medición de la velocidad en los puntos críticos, se podrá saber el nivel de servicio y volúmenes de este punto, para de esta manera comparar si lo establecido inicialmente por parte de la constructora en la obra del tercer carril se está cumpliendo a cabalidad o si efectivamente esta zona está siendo perjudicada por el volumen de vehículos que está resolviendo como consecuencia de las modificaciones en el sector.

Al obtener toda la caracterización de tránsito se realizarán dos modelaciones en el software de tránsito PTV VISSIM, la primera modelación será del corredor vial sin la construcción del tercer carril y la segunda modelación será llevada a cabo luego de la construcción de las obras del tercer carril, en donde se verán reflejados los cambios de nivel de servicio. Durante estas modelaciones se presentarán limitaciones ya que la versión estudiante no permite realizar un uso libre de todas las herramientas con las que cuenta el software.

Teniendo como base lo recopilado anteriormente se hará la evaluación del impacto generado por el proyecto Tercer Carril, se generarán conclusiones y planteamientos de alternativas de soluciones viales para resolver los volúmenes que transitan por el corredor vial en cuestión, pensando en disminuir dichos volúmenes y garantizar la seguridad de los peatones.

En las ilustraciones 1 y 2, se puede evidenciar la zona donde se realizará la evaluación de movilidad, en estas se pueden observar los accesos usados actualmente al Barrio Diamante 2 (Comuna 10, Bucaramanga).

Ilustración 1. Vista aérea zona de evaluación Diamante 2.



Fuente: Google Earth.

Ilustración 2. Vista aérea Diamante 2.



Fuente: Google Earth.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el impacto en la movilidad peatonal y vehicular, que generó la construcción del tercer carril en la entrada del barrio diamante 2, y de manera específica sobre el corredor de la Carrera 24 entre la AV. Floridablanca y la calle 83.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Localizar los puntos de conflicto que fueron objeto de estudio en la determinación de las obras a construir y verificar que las obras construidas corresponden a las obras proyectadas.
- Caracterizar la movilidad vehicular y peatonal actual e identificar de manera preliminar los corredores que están resolviendo los principales volúmenes por medio de conteos en el área a estudiar, identificando los nuevos puntos de conflicto y las franjas horarias de máxima demanda.
- Modelar sobre un software de tránsito, la situación sin y con proyecto; determinando la capacidad y niveles de servicio de los puntos de conflicto identificados para la movilidad peatonal y vehicular en las dos situaciones.
- Concluir con base en los estudios realizados, desde el punto de vista de movilidad que tipo de impacto tuvo la construcción del Tercer carril.

3. MARCO TEÓRICO

Para establecer una evaluación de movilidad [4] es necesario acudir a los siguientes conceptos básicos pero relevantes para conocer de manera profunda el alcance de este estudio. Dada la importancia de la movilidad en la sociedad actual se establece que esta es la garantía que debe tener cualquier persona para desplazarse de un lugar a otro por el medio que este defina, realizando esto en la menor cantidad de tiempo posible y así garantizar un desarrollo sostenible sin verse afectado por factores internos o externos. Estando este relacionado con el tránsito [5] y su principal objetivo que es la movilización de personas, animales y/o vehículos por la vía pública o privada; para evidenciar de mejor manera este concepto se muestra la clasificación que este presenta: [6]

- El tránsito normal es el generado en la zona donde se va a ejecutar el proyecto como consecuencia del tránsito futuro establecido, debido a esto, dicho tránsito va a coincidir con el que circulará por la zona si no se ejecuta el proyecto.
- El tránsito atraído o desviado es el que deja de usar otras alternativas de transporte existentes para ser atraído por la nueva infraestructura.
- El tránsito generado hace referencia al tránsito que se genera al momento de poner en servicio el proyecto, es decir aquellos que transitan por la nueva infraestructura vial ya ejecutada.

De la misma forma, el tránsito se encarga [7] de la caracterización de factores como velocidad, volumen, densidad, origen y destino de movimiento, capacidad de calles y carreteras, funcionamiento de intersecciones, entre otras; esto se encuentra ligado a las señales, los dispositivos de control vial, la correcta planificación sectorizada y la reglamentación del país o ciudad.

Así mismo, las autoridades que designan dicha reglamentación son quienes categorizan la red vial [8] entre carreteras, vías urbanas e intersecciones. Dicha categorización es el método utilizado para la evaluación de accesibilidad y el grado de movilidad generada por una estructura vial por medio del número de carriles, ancho, geometría de la sección y el tipo de pavimento.

Por medio de una buena categorización se da paso a la solución de dificultades mediante:

- Determinación de categoría de las carreteras y calles.
- Estimación de carencias realizando un comparativo de la geometría actual, niveles de servicios con respecto a las especificaciones.
- Hallazgo del déficit resultante.
- Evaluación de costos de mejoras.

A través de la clasificación se puede:

- De acuerdo con tipo de servicio hacer una clasificación lógica con respecto al tipo de carretera y calle que cumplan similares características.
- Realizar grupos de carreteras y calles con el mismo grado ingenieril y sector administrativo.
- Planificación adecuada para programas a largo plazo, reflejando su prioridad con respecto al ámbito presupuestal.

Es de vital importancia que una ciudad tenga una estructura vial eficiente para de esta manera tener un buen desarrollo en los sectores ambiental, social y económico; para ello es importante categorizar el sistema vial urbano **[9]** con la que esta cuenta como se muestra a continuación:

- Las autopistas y vías rápidas son una estructura vial que permite de manera eficaz el movimiento de grandes volúmenes de tránsito a través de la ciudad y áreas urbanas. Estas, tienen control total de sus accesos y no presentan un acceso directo con propiedades cercanas; además se evidencia una separación entre los flujos opuestos y pueden presentar intersecciones a desnivel.
- Las calles principales son las que proporcionan el servicio a los generadores principales de tránsito con acceso directo al sistema de autopistas y vías rápidas, permitiendo el flujo entre áreas o partes de la ciudad. Por lo general, son divididas y presentan control parcial de sus accesos, estas generan un sistema que mueve el tránsito a través de la ciudad en todas sus direcciones.
- Las calles colectoras son aquellas que unen las calles principales con locales permitiendo el acceso a propiedades adyacentes.
- Las calles locales permiten el tránsito local, dando paso a calles colectoras o principales; su principal función es la entrada a las propiedades residenciales, comerciales, industriales o de cualquier otro uso.

Otra característica de la infraestructura vial es el nivel de servicio **[10]** que ésta presenta, siendo útil para medir cualitativamente la calidad del flujo vehicular, dicha medida muestra los escenarios de operación de un flujo vehicular y la percepción que tienen quienes usan la infraestructura vial, incluyendo los peatones **[9]**, siendo estos los elementos básicos dentro de la ingeniería de tránsito, los cuales deben ser evaluados para tener un control sobre ellos y poder así guiarlos de la mejor manera.

El peatón no solo es víctima del tránsito como lo muestran muchos índices de accidentalidad sino también es una de sus causas. En consecuencia, de los índices de accidentalidad se puede concluir que los peatones no perciben aún de manera correcta el comportamiento del parque automotor.

Los peatones presentan una clasificación (A-F) en cuanto al nivel del servicio, siendo A el mejor y F el peor servicio, dichos niveles están correlacionados con el volumen de servicio, los metros cuadrados por peatón y la velocidad mínima de operación de estos.

De igual forma el nivel de servicio de vehículos data de la operación del flujo vehicular refiriéndose a factores como: velocidad, tiempo de recorrido, realización de maniobras libremente, comodidad, beneficio y seguridad vial.

Si bien es cierto, cuando una corriente de tránsito deba moverse con mayor rapidez, se verá evidenciado un aumento proporcionado en la separación entre vehículos, debido a esto se generará una reducción en el volumen de capacidad. Esto generará un efecto en el nivel de servicio que se clasifica en seis niveles de la A - F, siendo A el mejor y F el peor nivel de servicio.

Nivel de Servicio A, en este se evidencia una circulación a flujo libre.

Nivel de Servicio B, se encuentra dentro de un flujo estable, es decir, dentro de las altas velocidades.

Nivel de Servicio C, pertenece al flujo estable.

Nivel de Servicio D, llegando al flujo inestable, es decir simboliza una circulación de alta densidad.

Nivel de Servicio E, caracteriza un flujo inestable en el que el funcionamiento de la vía está en el límite de su capacidad, por lo que se evidencia que las velocidades de todos los usuarios son bastante reducidas y tendiendo a ser homogénea.

Nivel de Servicio F, muestra un flujo forzado, es decir, aquel donde la cantidad de tránsito que se acerca al punto a evaluar excede la cantidad que puede pasar por éste.

También se resalta la demanda vehicular **[9]** como una característica dentro de la infraestructura vial, esta hace referencia a la cantidad máxima de vehículos que necesitan hacer uso de la estructura vial (vehículos en cola, en uso de la estructura y los que hacen uso de rutas alternativas), para ello se hace necesario realizar aforos **[11]** vehiculares que constan en medir el número de vehículos que circulan por cada carril en un lapso definido.

Los aforos se realizan para conocer aspectos relacionados a la demanda de tráfico (intensidad y composición), estos aspectos son:

- Caracterización física de las vías de manera específica en los cruces, de acuerdo con las necesidades del tráfico.
- Establecimiento de la señalización necesaria en la zona.
- Asignar parte del tráfico que transcurre por la vía en estudio a otra que tenga menor demanda vehicular.
- Comparación de la demanda vehicular entre varias vías.

Existen dos métodos de aforo (manuales y automáticos), realizar el dictamen de cual se usará dependerá de los medios disponibles y de la exactitud de los resultados que se pretenden en el estudio. Los métodos automáticos no son eficientes en movimientos de giro o para conocer la caracterización o composición del tráfico; mientras que en el manual se evidencia como una dificultad hacer un aforo cuando la intensidad horaria es muy elevada o cuando se necesita conocer cuál es la intensidad continua en el sector de estudio.

- El aforo manual indica una información más completa cuando se realiza en periodos de tiempo cortos, aunque tiene la dificultad de mostrar una información permanente. El proceso que debe realizar el observador para llevar a cabo este aforo es ir anotando el paso de cada vehículo en un formato de aforos. La práctica manifiesta que si en la zona estudiada transitan más de 2000veh/hora es difícil realizar el aforo manual de manera prolongada, es recomendable que cada observador cuente 800veh/hora o que se realicen los aforos por 15 o menos de 15 minutos para que un solo observador pueda tomar varios datos en la misma hora con movimientos diferentes.

- El aforo automático se realiza con un sistema neumático en donde el vehículo pisa un tubo de goma que está instalado en la calzada enviando un impulso a una membrana y ésta a un circuito eléctrico. Algunos de estos métodos totalizan los impulsos que reciben y otros al activarse, muestran el número de vehículos que pasan cada cierto tiempo, esta muestra la representa en la impresión de una cinta. Es importante tener en cuenta que el cuidado y la conservación de este sistema influye directamente sobre la precisión del aforo.

Por medio de la realización de los aforos se logra conocer la intensidad de tráfico en horas pico **[10]** que corresponde al eficiente funcionamiento de una carretera, por esto la demanda de vehículos en la hora pico es de gran importancia, ya que brindará información acerca de cuál es el tráfico pico que se debe tener en cuenta en cada situación para garantizar un excelente servicio.

En las ciudades las personas se pueden desplazar de un lugar a otro por el medio que deseen como se mencionaba inicialmente en este capítulo, estos medios se conocen como transporte urbano **[12]** que se clasifica en tres categorías;

- Transporte urbano privado o individual, hace referencia a los desplazamientos que se hacen en un vehículo particular.
- Transporte urbano público (colectivo o masivo), este se caracteriza por el desplazamiento sincronizado de grandes volúmenes de pasajeros en tramos con alta demanda. Además, en este tipo de transporte se pueden complementar varios modos de transporte.
- Transporte urbano semipúblico, se conoce por realizar desplazamientos en vehículos con particularidades intermedias entre el primer y el segundo grupo.

En Bucaramanga se ha venido planteando la modernización de la estructura vial por medio de mega obras como: La Fase II del Centro de Convenciones de Neomundo, el Intercambiador Mesón de los Búcaros y el Proyecto Tercer Carril, este último se realizó por las problemáticas de movilidad evidenciadas en el Viaducto García Cadena entre Provenza y la Puerta del Sol, se hicieron estudios de alternativas donde la solución que se vio más viable fue la construcción de un puente en paralelo

a la estructura ya existente, lo cual dará como resultado un total de 10 carriles, 5 carriles por cada sentido donde se debe repartir junto con el sistema de transporte masivo Metrolínea. Con dicha solución se espera dar por terminada la problemática de movilidad donde circulan aproximadamente 72.304 vehículos en promedio diario. **[13]**

La inversión con la que contaba el proyecto era de \$60 mil millones; la cual contaba con obras complementarias tales como reestructuración del puente de conucos, reubicación estación Metrolínea Diamante, deprimido Diamante y cambios en el direccionamiento vial del área intervenida. **[14]**

La problemática de movilidad del Viaducto García Cadena se caracterizaba por los cuellos de botella **[9]** que se presentaban en las horas de máxima demanda en las ramificaciones con las vías alternas, siendo esta consecuencia de un sistema de tránsito donde la sección transversal o ancho de la vía es reducida alterando el cauce natural de los usuarios, se evidencia en mayor magnitud este problema cuando la demanda de vehículos supera la capacidad de salida.

Las ramificaciones **[11]** son aquellas calzadas que permiten pasar de una autopista a otra vía cualquiera y viceversa (aquellas vías en la cual no exista una longitud de calzada entre ellas no se pueden considerar como una ramificación). La capacidad de las ramificaciones se debe proyectar de tal manera que se garantice una circulación rápida, eficaz y segura.

En una vía principal con accesos de entrada y salida se presentan dos casos, en el primero, cuando los usuarios de una vía secundaria desean ingresar, los que circulan por la principal podrán seguir transitando normalmente, pero quienes ingresan deben adaptarse a las condiciones de flujo de los demás usuarios y donde va a estar regulada por una señal de PARE, brindándole privilegio al flujo constante de la vía principal. En el segundo caso quien va saliendo de la principal debe ser consciente del espacio de desaceleración para no alterar el flujo con el que transitan en la vía secundaria.

Finalmente, un estudio de movilidad requiere de modelaciones del tránsito [4] que permitan una mejor comprensión brindando aproximaciones a la realidad del flujo que se encuentra en la zona de estudio que se basan en teorías y modelos matemáticos. Los modelos se pueden clasificar de las siguientes maneras:

- Infraestructura: consiste en un modelo que analiza intersecciones, arterias, redes urbanas y autopistas.
- Basándose en el volumen de la incertidumbre que incorpora.
- Por tipo de evaluación por intervalo.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS PRE – CONSTRUCCIÓN TERCER CARRIL

El proyecto conocido como el tercer carril tenía como finalidad ampliar el corredor vial entre la Puerta del Sol y el Puente de Provenza (Autopista Bucaramanga – Floridablanca) que es una vía metropolitana primaria y es perteneciente a la vía nacional Ruta 45A, Bogotá – San Alberto; dicho mejoramiento consistió en aumentar de 6 a 10 carriles, asignando una sección transversal de 5 carriles por sentido, en 4 de ellos transitan los vehículos mixtos y el otro para uso exclusivo del SITM. [15]

Es importante recalcar que el proyecto no solo se basó en el corredor anteriormente mencionado, también se constituyó de muchas más obras de infraestructura como: demoliciones, excavaciones, desplazamiento de ejes viales, compra de predios, mejoramientos en vías alternas, mejoramiento de pavimentos, construcción de andenes y separadores, instalación de señalización y demás obras complementarias que influían en zonas comerciales y residenciales principalmente.

El proyecto limita su influencia en el Norte por la Calle 61 y por el Sur con el Puente de Provenza, al Oriente por las Carreras 29, 33, Viaducto La Flora, Carretera Antigua y la Diagonal 105, mientras que por el occidente limita por el Barrio Diamante, Viaducto García Cadena, Calle 70, Vía Girón – Bucaramanga. [15]

Si bien es cierto, el corredor que fue intervenido durante este proyecto es en materia de movilidad el empalme principal entre los cuatro municipios que conforman el Área Metropolitana, por tal razón, los volúmenes vehiculares que recibía afectaban la capacidad para la cual estaba prevista y consecuente a esto disminuir el nivel de servicio para el que estaba previsto este corredor, generando congestión, aumentando tiempos de recorrido, disminuyendo velocidades, afectando la comodidad y la seguridad de los usuarios de vehículos, transporte público y peatones. [15]

Con el fin de resolver la problemática, se realizaron diversos estudios para determinar la mejor alternativa de movilidad que brinde a los usuarios un nivel de servicio óptimo y una infraestructura vial capaz de resolver los volúmenes vehiculares y peatonales que transitan por ella.

Dentro de dichos estudios se encuentra el estudio de tránsito, en el cual se llevaron a cabo aforos vehiculares y peatonales para determinar volúmenes, medición de velocidades de recorrido, crecimiento del parque automotor, toma de demoras por medio del método vehículo flotante, toma de registro de placas para estudio de origen - destino, macro y micro simulaciones. [15]

Para llevar a cabo la toma de muestras e información, fue necesario realizar un Plan de Manejo de Tránsito (PMT) en el cual se velaba por mitigar el impacto que causaba el desarrollo de todas las obras concernientes al proyecto, brindándole todas las garantías de seguridad a los usuarios del corredor vial y peatonal. Una de las principales actividades a la hora de llevar a cabo este PMT fue identificar el estado del pavimento, la señalización existente antes del proyecto y los inventarios de las rutas de transporte público que transitan por el corredor. [15]

La toma de información para identificar la demanda que estaba presentando el corredor mediante los estudios de tránsito se tomó durante la semana del miércoles 04 de Julio hasta el martes 10 de Julio de 2012, siendo así el tiempo de toma de muestras siete días en horario de 15 horas consecutivas (6:00 hasta las 21:00), en dicho horario se tomaban los aforos vehiculares y peatonales.

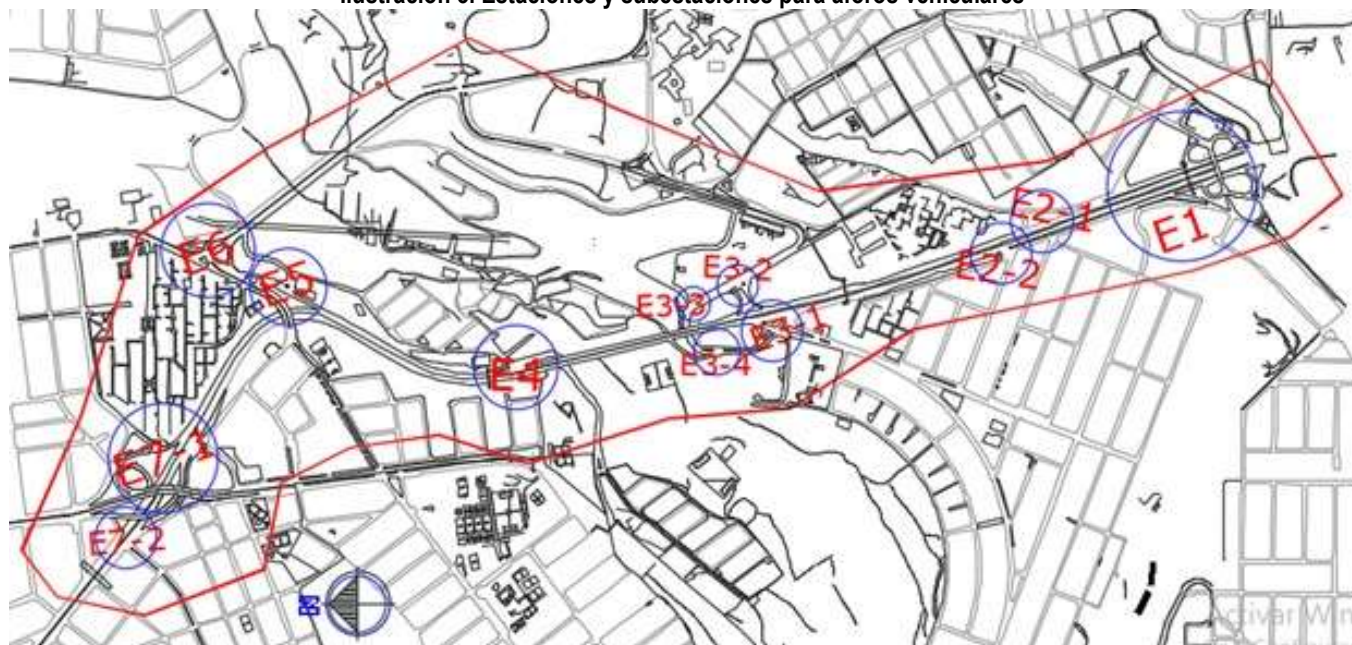
Además, el martes 10 de Julio se realizó un aforo vehicular nocturno desde las 21:00 horas hasta las 6:00 del miércoles 11 de Julio 2012. El registro de placas se realizó el miércoles 11 de Julio de 2012 y la toma de velocidades y demoras se ejecutó durante los 7 días en los que se realizaron los aforos vehiculares y peatonales. [15]

4.1.1 AFOROS VEHICULARES

La información de los aforos vehiculares se divide en siete estaciones en las cuales hay subestaciones, para así obtener una información más detallada, caracterizando ésta de acuerdo con las horas de máxima demanda, la composición vehicular y el sentido de circulación.

En el total de la malla vehicular estudiada se encontraban estratégicamente distribuidas las estaciones y subestaciones de aforo como se muestra en la ilustración 3. [16]

Ilustración 3. Estaciones y subestaciones para aforos vehiculares



Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe Toma de Información Primaria, Julio 2012

- Estación 1: Puente Provenza
- Estación 2-1: Provenza Oriental
- Estación 2-2: Jarris
- Estación 3-1: Diamante 1
- Estación 3-2: Diamante 2
- Estación 3-3: Diamante 3
- Estación 3-4: Diamante 3
- Estación 4: Antonia Santos
- Estación 5: Carrera 33
- Estación 6: La Flora
- Estación 7-1: Puerta del sol 1
- Estación 7-2: Puerta del sol 2

4.1.1.1 Resumen general de volúmenes para cada día de la semana y la HMD [17]

Inicialmente se toman las muestras de todas las estaciones de aforo en las 15 horas (6:00 – 21:00 horas), esto para identificar el volumen total aforado, el día más cargado de la semana y las horas de máxima demanda como se muestra en la tabla 1; de acuerdo con la necesidad de obtener resultados eficaces, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 1. Volúmenes diarios y de HMD para cada día de la semana

Día	Volumen Diario	Volumen HMD
Lunes	577.893	49.893
Martes	668.249	54.701
Miércoles	717.920	58.291
Jueves	704.272	59.915
Viernes	716.305	61.427
Sábado	649.353	50.104
Domingo	460.069	37.961

Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

Figura 1. Gráfica de volúmenes diarios y de máxima demanda



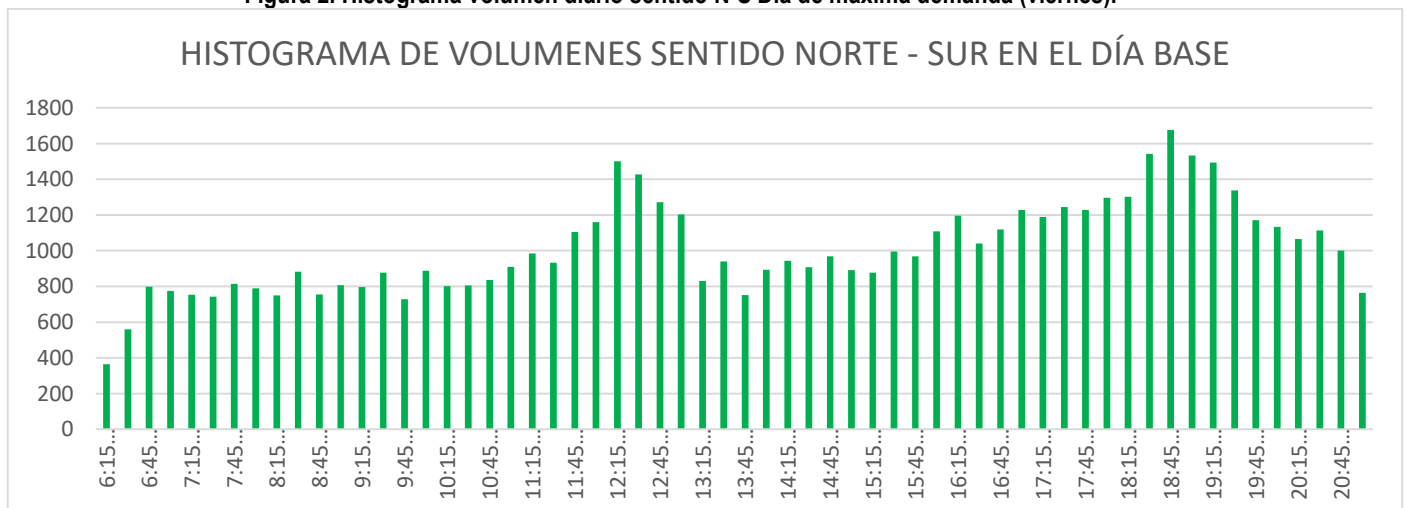
Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

En la figura 1, se evidencia que los días de mayor volumen diario son el miércoles y viernes, sin embargo, el viernes presenta un mayor volumen en la HMD indicando que este será el día base para analizar en conjunto todo el sistema vial.

4.1.1.2 Comparación en corredor vial principal durante los días de foro según el sentido de circulación [17]

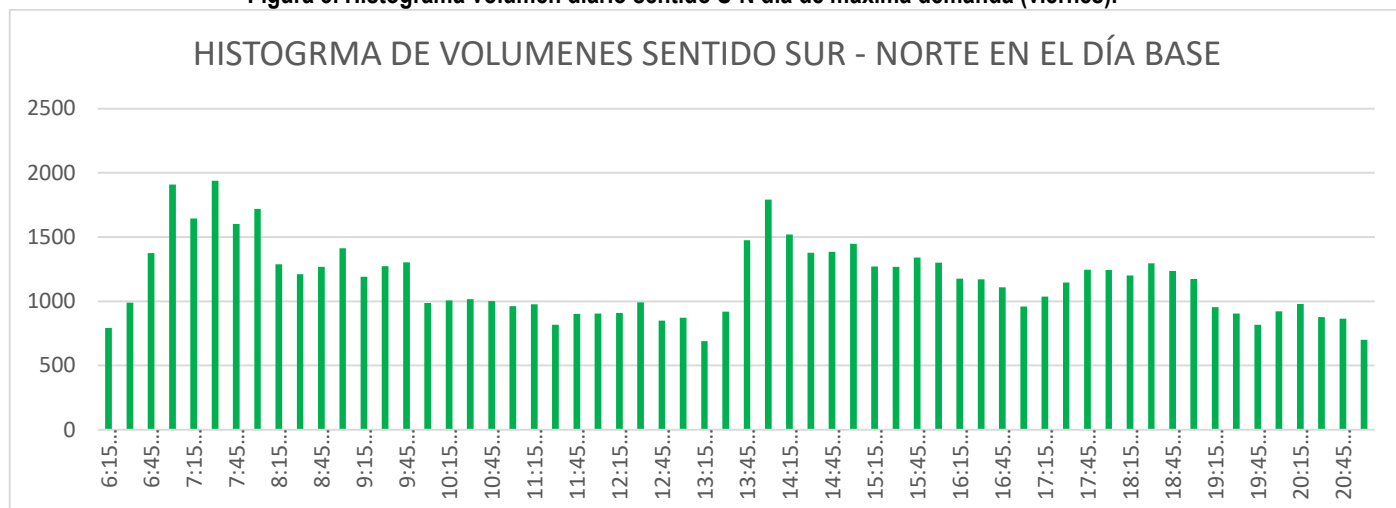
Con el fin de determinar la hora de máxima demanda, se analizan los datos aforados el día de mayor volumen diario que como se había dicho anteriormente es el viernes, la toma de muestras se realizaron por lapsos de 15 minutos durante las 15 horas de aforo. A continuación, en las figuras 2 y 3 se pueden observar dichas horas según el sentido de circulación vehicular.

Figura 2. Histograma volumen diario sentido N-S Día de máxima demanda (viernes).



Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

Figura 3. Histograma volumen diario sentido S-N día de máxima demanda (viernes).



Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

Realizando el análisis de las gráficas, se determinó que en el sentido Norte – Sur la hora de máxima demanda es desde las 18:15 hasta las 19:15, mientras que en el sentido Sur – Norte la hora de máxima demanda corresponde a las 6:45 a 7:45.

A continuación, en las tablas 2 y 3 se pueden ver los resultados de los aforos que se realizaron durante la semana, en donde se identifican los volúmenes diarios totales y el volumen que se presenta en las horas de máxima demanda especificadas anteriormente.

Tabla 2. Volúmenes diarios totales y HMD en la semana de aforo sentido S-N

	SENTIDO SUR - NORTE						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Volumen Diario Total	65.133	59.975	65.907	66.866	69.921	64.071	41.117
Volumen HMD	6.635	6.452	7.153	6.476	7.095	5.700	2.138

Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

Tabla 3. Volúmenes diarios totales y HMD en la semana de aforo sentido N-S

	SENTIDO NORTE - SUR						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Volumen Diario Total	60.256	58.982	61.736	60.330	60.770	50.071	39.162
Volumen HMD	5.744	5.392	5.970	6.243	6.244	3.591	2.728

Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

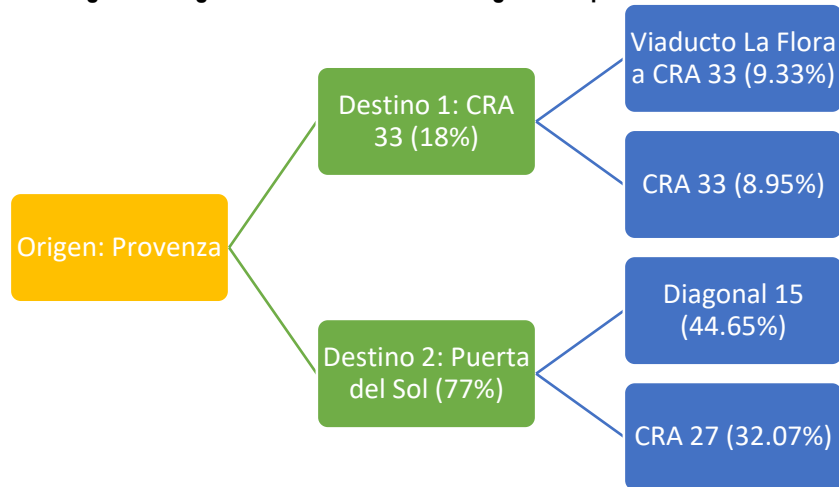
Como se había descrito realizar los aforos para los dos sentidos viales en el día base, se obtiene que en la HMD en el sentido Sur – Norte es de 7.095 vehículos y para el sentido Norte – Sur es de 6.244 vehículos, con esto se buscó identificar el flujo vehicular crítico en el cual se basaron para dar las posibles soluciones viales e identificar la infraestructura vial necesaria para resolver los principales volúmenes que transitan por el corredor y generan la problemática existente.

4.1.2 ESTUDIO ORIGEN – DESTINO MEDIANTE REGISTRO DE PLACAS [17]

Este estudio permitió identificar los corredores viales que estaban resolviendo los mayores volúmenes en las horas de máxima demanda, dicho estudio se realizó por el corredor vial principal y las intersecciones que tienen acceso a este, obteniendo los siguientes resultados:

Ya que se había determinado que en horas de la mañana el mayor flujo vehicular se presentaba en el sentido Sur – Norte, se distribuyen las rutas con mayor demanda como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Origen – Destino mediante el registro de placas sentido S-N

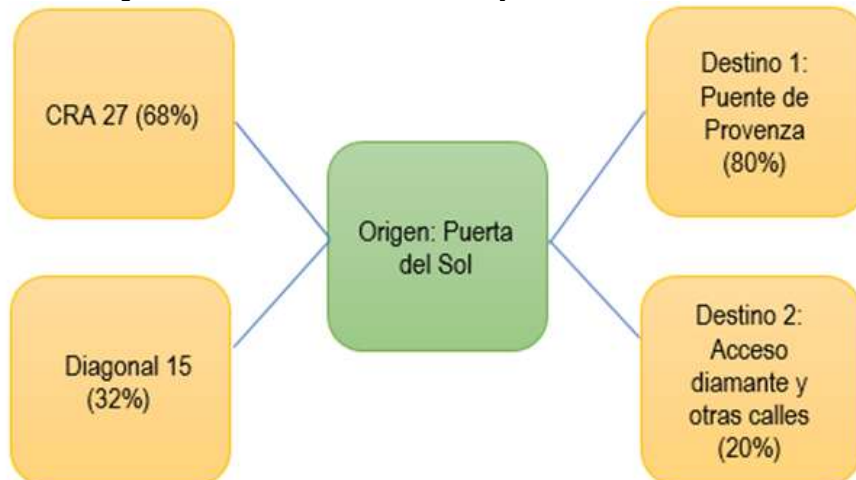


Fuente: Propia, Recuperado de: Consorcio Soluciones Viales 2012, informe de tránsito y movilidad, diciembre 2012.

De lo anterior, se puede determinar que aproximadamente el 86% de los usuarios que iniciaban su recorrido en Provenza transitaban a lo largo del corredor principal para llegar a sus destinos, demostrando que dicho sector en las horas de la mañana recibía la mayor cantidad de vehículos en el sentido Sur – Norte.

En el caso del sentido Norte – Sur donde la hora de máxima demanda vehicular se presentaba en horas de la tarde, la mayor demanda de las rutas se distribuía como se especifica en la figura 5.

Figura 5. Distribución de rutas con mayor demanda sentido N-S



Fuente: Propia, Recuperado de: Consorcio Soluciones Viales 2012, informe de tránsito y movilidad, diciembre 2012.

Sobre la vía principal se evidenció que hay una conexión directa en el flujo de vehículos con respecto a los usuarios de la Carrera 27 y la Diagonal 15, siendo los principales destinos el Puente de Provenza y el Barrio Diamante 2, ya que el corredor en sentido N-S no cuenta con muchas intersecciones viales que permitan a los usuarios evacuar el corredor vial principal.

4.1.3 TRÁNSITO VEHICULAR EN DIAMANTE 2 PRE-CONSTRUCCIÓN TERCER CARRIL

Dada la importancia del proyecto y el impacto que este generaría en varias zonas de la ciudad, uno de los barrios que debía ser intervenido era el de Diamante 2, ya que este presentaba una alta accidentalidad y sería un corredor que ayudaría a resolver los volúmenes vehiculares que venían principalmente del oriente de la ciudad.

Aunque se tomaron los volúmenes vehiculares en todas las estaciones de aforo, a continuación, se verán los resultados de las estaciones que se relacionan con el Barrio Diamante 2 específicamente. Dichos volúmenes se tomaron el viernes ya que es el día de mayor demanda en la semana y para obtener los datos más críticos se tuvieron en cuenta variables como tipo de vehículo, sentido de circulación y horas de máxima demanda (mañana y tarde).

Dentro de los movimientos que se aforaron se encuentran el 1 y 2 que se observan en la ilustración 3, estos no se tendrán en cuenta en los análisis del presente capítulo, ya que son volúmenes vehiculares en la Autopista Floridablanca y no pertenecen al barrio Diamante 2.

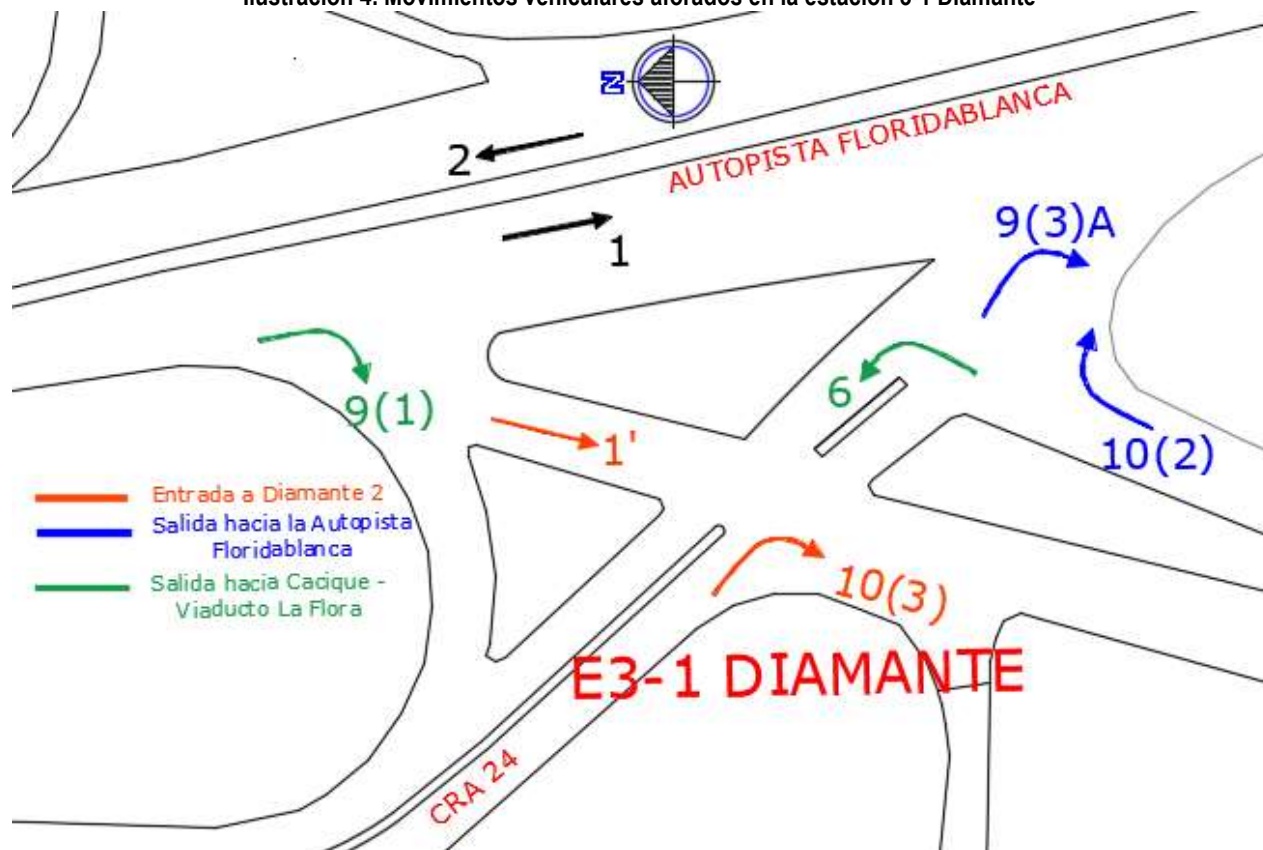
4.1.3.1 Volumen vehicular por movimientos Estación 3-1 Diamante, viernes 6:00 – 21:00 [17]

Mediante la ilustración 4, queda en evidencia el modelo de circulación que presentaba la entrada a Diamante 2 con respecto a la Autopista Floridablanca y la Carrera 24 (proveniente del Cacique y el Viaducto La Flora).

El corredor evaluado en Diamante 2 cuenta específicamente con los siguientes movimientos:

- Movimiento 1: Sentido N-S Autopista Floridablanca
- Movimiento 2: Sentido S-N Autopista Floridablanca
- Movimiento 1': Entrada al Barrio Diamante 2 Proveniente de la Autopista Floridablanca Sentido N-S
- Movimiento 6: Salida del Barrio Diamante 2 hacia la Carrera 24 (Cacique) Sentido S-W
- Movimiento 9(1): Saliente de la Autopista Floridablanca hacia la Carrera 24 (Cacique) Sentido N-W
- Movimiento 9(3)A: Entrada a la Autopista Floridablanca proveniente de la Carrera 24 Sentido W-S
- Movimiento 10(2): Entrada a la Autopista Floridablanca proveniente del Barrio Diamante 2 Sentido S-S
- Movimiento 10(3): Entrada al Barrio Diamante 2 proveniente del Cacique-Viaducto La Flora por la Carrera 24 Sentido W-W.

Ilustración 4. Movimientos vehiculares aforados en la estación 3-1 Diamante



Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Toma de Información Primaria, Julio 2012.

A continuación, en la tabla 4 se presentan los datos obtenidos en el día más cargado de la semana en el sector evaluado (entrada Diamante 2 – Neptuno).

Tabla 4. Volumen Diario por Movimientos en Estación 3-1 Diamante (viernes)

MOVIMIENTOS	VOLUMENES POR MOVIMIENTO ESTACION 3-1 DIAMANTE							
	W-W/10(3)	W-S/9(3)A	S-W/6	S-S/10(2)	S-N/2	N-W/9(1)	N-S/1'	N-S/1
AUTOS	4527	3792	5691	242	35469	1581	4651	28558
BUSES	304	117	189	0	1113	52	67	1182
CAMIONES	94	64	0	14	543	52	63	686
MOTOS	2161	1497	2634	132	25555	1452	2362	19939
TOTALES	7086	5470	8514	388	62680	3137	7143	50365

Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

Con base en los anteriores resultados, se realiza el siguiente análisis:

En los movimientos 1 y 2 se presentan los mayores volúmenes ya que estos se encuentran sobre el corredor vial principal. Así mismo, se obtiene que el mayor volumen dentro del Barrio Diamante 2 se encuentra en el movimiento 6, seguidos de los movimientos 1' y 10(3).

De esta forma se logra obtener que en este punto evaluado hay un aproximado de 14.000 vehículos que ingresan hacia el Barrio Diamante 2 con posibles destinos el Barrio San Luis, Provenza y el interior de Diamante 2, simultáneamente de este salen aproximadamente 9.000 vehículos con posibles destinos la Autopista Floridablanca y la Carrera 24 (Cacique – Viaducto La Flora).

En la conexión evaluada en la entrada del barrio se tenían tres posibles destinos excluyendo los movimientos 1 y 2:

1. Salir a la Autopista Floridablanca (Aproximadamente 5.900 vehículos)
2. Entrar al Barrio Diamante 2 (Aproximadamente 14.000 vehículos)
3. Salir por la Carrera 24 con destino al Cacique – Viaducto La Flora. (Aproximadamente 11.700 vehículos)

Considerando los posibles destinos, es evidente que el Corredor de la Carrera 24 hacia el Cacique demanda una mayor cantidad de usuarios con respecto al corredor vial Autopista Floridablanca, pero la de mayor afluencia de vehículos se presenta en la entrada a Diamante 2.

4.1.3.2 Volumen por movimientos Estación 3-1 Diamante, viernes HMD 6:45 – 7:45 [17]

En base a la hora de máxima demanda, en la mañana se esperaría un comportamiento similar a los resultados del aforo diario, pero en esta franja del día se determina según la tabla 5, que salen de Diamante 2 837 vehículos, mientras que los que ingresan a este son 751; notándose que no hay una diferencia tan amplia en cuanto a los que salen y los que entran al barrio por lo que se observa una dinámica vehicular en ambos sentidos de dicho corredor vial.

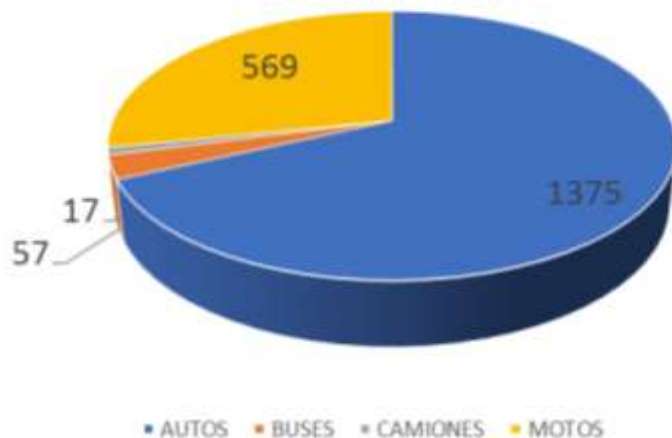
Tabla 5. Volumen por movimientos en la estación 3-1 Diamante en HMD 6:45 – 7:45

MOVIMIENTOS	VOLUMEN POR MOVIMIENTOS ESTACION 3-1 DIAMANTE HMD 6:45 - 7:45							
	W-W/10(3)	W-S/9(3)A	S-W/6	S-S/10(2)	S-N/2	N-W/9(1)	N-S/1'	N-S/1
AUTOS	270	205	551	18	3216	61	270	1473
BUSES	21	12	17	0	124	4	3	86
CAMIONES	7	0	0	1	43	3	6	14
MOTOS	93	82	241	9	3092	63	81	1021
TOTALES	391	299	809	28	6475	131	360	2594

Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

Figura 6. Composición vehicular en Estación 3-1 Diamante en HMD 6:45 – 7:45

VOLUMEN POR MOVIMIENTOS E3-1 DIAMANTE
HMD 6:45 - 7:45



Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

La composición vehicular en la hora de máxima demanda en el sector evaluado especificada en la figura 6, presentaba un uso principal de automóviles y motos, quedando en evidencia que hace parte de un sector residencial. Este aforo muestra que el 68.1% del transporte son automóviles, 2.8% buses, 0.8% camiones y el 28.2% son motos.

4.1.3.3 Volumen por movimientos estación 3-1 Diamante, viernes HMD 18:15 – 19:15 [17]

En esta franja de Hora de Máxima Demanda de la noche como se observa en la tabla 6, se presenta el mismo comportamiento que en el aforo diario ya que ingresan 2174 vehículos al barrio Diamante 2 mientras que salen 597, haciendo una comparación con respecto a la franja en la mañana se observa que el corredor vial en estudio presenta una mayor demanda de usuarios.

De igual forma se asimila que hay mayor uso en la entrada al barrio, ya que muchos usuarios por disminuir su tiempo de recorrido toman vías alternas para evitar entrar en la congestión vial que presentaba la Autopista Floridablanca en sentido N-S, siendo esto correspondiente en los datos obtenidos en el volumen total duplicando los usuarios sobre esta ruta.

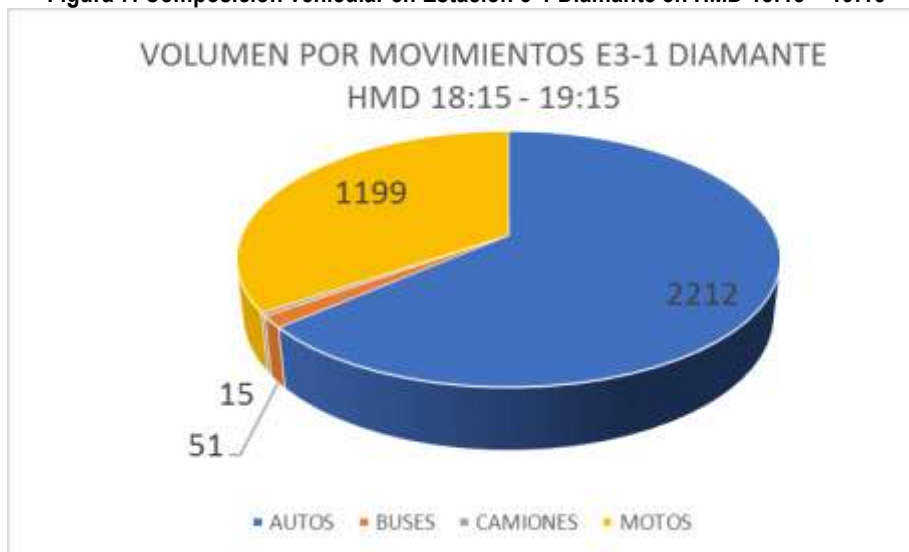
Tabla 6. Volúmenes por movimientos en la Estación 3-1 Diamante en HMD 18:15 – 19:15

MOVIMIENTOS	VOLUMEN POR MOVIMIENTOS ESTACION 3-1 DIAMANTE HMD 18:15 - 19:15							
	W-W/10(3)	W-S/9(3)A	S-W/6	S-S/10(2)	S-N/2	N-W/9(1)	N-S/1`	N-S/1
AUTOS	753	317	407	3	2361	142	590	2648
BUSES	33	4	10	0	47	3	1	115
CAMIONES	3	3	0	0	36	7	2	55
MOTOS	418	111	176	1	1581	119	374	2063
TOTALES	1207	435	593	4	4025	271	967	4881

Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

A continuación, en la figura 7 se muestra la composición vehicular registrada por el aforo en esta franja, los cuales muestran nuevamente que dicha composición se forma principalmente por autos y motos con un 63.6% y 34.5% respectivamente, lo restante se dividen entre buses con un 1.5% y los camiones con 0.4%

Figura 7. Composición vehicular en Estación 3-1 Diamante en HMD 18:15 – 19:15



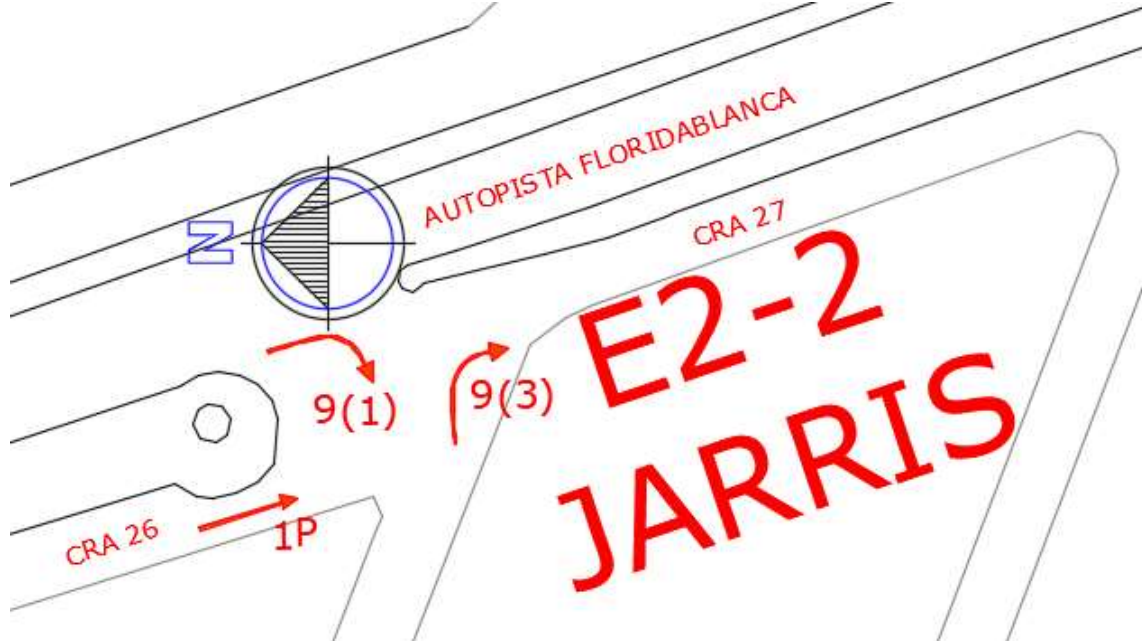
Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

4.1.3.4 Volumen vehicular por movimientos Estación 2-2 Jarris, viernes 6:00 – 21:00 [17]

En la ilustración 5 que se muestra a continuación, se especifican los movimientos generados en el cruce vial de la estación de aforo Jarris.

- Movimiento 1P: Salen de Diamante 2 en sentido N-S provenientes de la Calle 83 y la Carrera 26.
- Movimiento 9(1): Entran de la Autopista Floridablanca hacia la Calle 85 del Barrio Diamante 2, sentido N-W.
- Movimiento 9(3): Salen de Diamante 2 hacia la Carrera 27 provenientes de la Calle 85 en sentido W-S.

Ilustración 5. Movimientos vehiculares aforados en la Estación 2-2 Jarris



Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Toma de Información Primaria, Julio 2012.

En los análisis de esta estación, no se tendrán en cuenta los movimientos 9(1) y 9(3) ya que no representa información significativa para la zona de influencia del presente proyecto.

Como resultados del aforo en el día más cargado durante las 15 horas asignadas, se obtuvieron los siguientes resultados representados en la tabla 7.

Tabla 7. Volumen diario por movimientos en Estación 2-2 Jarris (viernes)

VOLUMENES POR MOVIMIENTO ESTACION 2-2 JARRIS			
MOVIMIENTOS	W-S/9(3)	N-W/9(1)	N-S/1P
AUTOS	176	143	795
BUSES	0	0	80
CAMIONES	12	0	31
MOTOS	86	61	203
TOTALES	274	204	1109

Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

De los vehículos provenientes del interior de Diamante 2 por la Calle 83, el Conjunto Terranova y el Conjunto Multifamiliares Diamante 2, se observa que en su mayoría el tránsito que transcurre por esta zona se compone de Autos con 795 y Motos con 203; dejando ver que es un área residencial.

4.1.3.5 Volumen por movimientos Estación 2-2 Jarris, viernes HMD 6:45 – 7:45 [17]

Dentro de la hora de máxima demanda de esta franja, se observa en la tabla 8 que hay un volumen total de 66 vehículos, donde se evidencia que este corredor era usado principalmente por los usuarios del Barrio Diamante 2 que se dirigían a tomar la Autopista Floridablanca.

Tabla 8. Volúmenes por Movimientos en Estación 2-2 Jarris en HMD 6:45 – 7:45

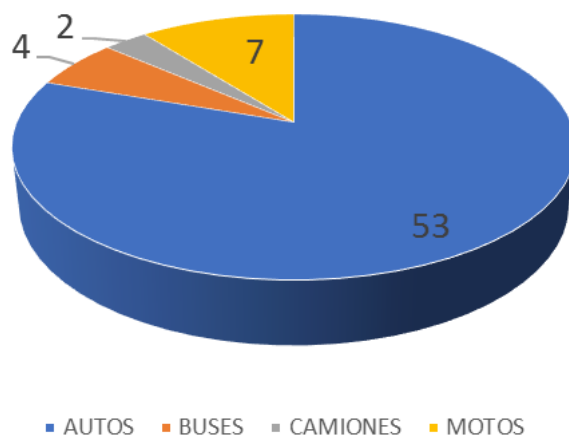
VOLUMEN POR MOVIMIENTOS ESTACION 2-2 JARRIS HMD 6:45 - 7:45			
MOVIMIENTOS	W-S/9(3)	N-W/9(1)	N-S/1P
AUTOS	5	9	53
BUSES	0	0	4
CAMIONES	3	0	2
MOTOS	1	2	7
TOTALES	9	11	66

Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

La composición vehicular de este sector, representada en la figura 8, correspondía a un 10.6% motos, 6.1% buses, 3% camiones y principalmente un 80.3% de autos.

Figura 8. Composición vehicular en Estación 2-2 Jarris en HMD 6:45 – 7:45

VOLUMEN POR MOVIMIENTOS E2-2 JARRIS HMD 6:45 - 7:45



Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

4.1.3.6 Volumen por movimientos Estación 2-2 Jarris, viernes HMD 18:15 – 19:15 [17]

Para la hora de máxima demanda de la noche mostrada en la tabla 9, el aforo arroja un total de 97 vehículos que nuevamente representan mayoritariamente que el sector tiene un uso residencial y muestra que en esta franja horaria este corredor es usado principalmente por habitantes del Barrio Diamante 2.

Tabla 9. Volúmenes por movimientos en Estación 2-2 Jarris HMD 18:15 – 19:15

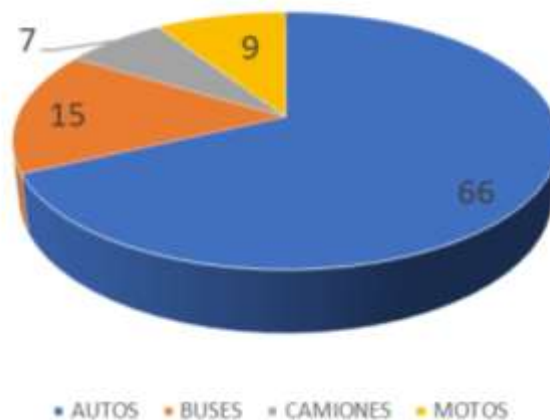
VOLUMEN POR MOVIMIENTOS ESTACION 2-2 JARRIS HMD 18:15 - 19:15			
MOVIMIENTOS	W-S/9(3)	N-W/9(1)	N-S/1P
AUTOS	15	9	66
BUSES	0	0	15
CAMIONES	0	0	7
MOTOS	9	2	9
TOTALES	24	11	97

Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

Dentro de este aforo la composición vehicular expuesta en la figura 9, se comporta de la siguiente manera: 68% autos, 15.5% buses, 7.2% camiones y el 9.3% correspondían a las motos.

Figura 9. Composición vehicular en Estación 2-2 Jarris en HMD 18:15 – 19:15

VOLUMEN POR MOVIMIENTOS E2-2 JARRIS HMD 18:15 - 19:15



Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

4.1.4 TRANSITO PEATONAL EN DIAMANTE 2 PRE – CONSTRUCCIÓN TERCER CARRIL

A través del tiempo, el diseño urbanístico ha venido presentando problemas en cuanto a la relación de espacio automotor – peatón proporcionado así inseguridad al usuario más vulnerable que es el peatón, de igual manera, esta se proporciona por la invasión del automotor a las aceras, por los cruces indebidos de los peatones en zonas donde no existe demarcación para dicho fin o cuando el conductor no cuenta con educación vial y no acata las ordenes impuestas en el corredor por medio la señalización. Es importante resaltar que son los niños y las personas de la tercera edad los más afectado cuando se efectúa este contacto directo. [18]

Estos aforos se realizaron con el fin de determinar el comportamiento de los peatones y de esta manera establecer los corredores más importantes, encontrando así los puntos críticos de los pasos peatonales ya que este corredor vial no contaba con señalización adecuada para estos usuarios.

A continuación, se muestran los volúmenes peatonales arrojados por la estación de Diamante 2 que cuenta con dos puntos estratégicos: el Puente Peatonal de Diamante y el Conjunto Residencial Neptuno, en estos se realizaron conteos durante la semana para determinar el día más cargado y su respectiva hora de máxima demanda.

4.1.4.1 Estación Neptuno [17]

A continuación, en la tabla 10 se observan los volúmenes peatonales durante las 15 horas de aforo para cada día de la semana, a pesar de que el mayor volumen total es el viernes con 1314 peatones, se considera que el día más cargado en esta estación es el lunes ya que presenta el mayor volumen en la hora de máxima demanda con 175 peatones siendo este el factor más crítico.

Tabla 10. Volúmenes peatonales diarios en Estación Neptuno

ESTACION DIAMANTE - NEPTUNO							
DIA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
VOLUMEN 6:00 - 21:00	1011	1033	566	725	1314	550	1260
VOLUMEN HMD	175	136	71	105	126	66	156

Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

Se presentan de manera explícita los movimientos del lunes en la ilustración 6, donde queda evidenciado que el corredor N-S proveniente del Viaducto García Cadena con posibles destinos el interior Diamante 2 o retornar hacia la Autopista Floridablanca Vía Puente Provenza, es el más utilizado por los peatones y el menos usado con 119 son quienes se movilizan desde el E-W provenientes de la Autopista Floridablanca con posibles destinos Conjunto Residencial Neptuno, Barrio San Martín o retornar al Viaducto García Cadena, según lo especificado en la tabla 11.



Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Toma de Información Primaria, Julio 2012.

Tabla 11. Volúmenes peatonales – lunes 6:00 – 21:00

Movimiento	HORARIO 6:00 - 21:00
N-S	394
S-N	361
E-W	119
W-E	137
TOTAL PEATONES	1011

Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

En la tabla 12, se muestra que la hora de máxima demanda se presentó de las 17:00 hasta las 18:00 y como continua la tendencia del conteo diario, permitiendo deducir que el total de peatones de la hora de máxima demanda represente aproximadamente 1/6 de la población que hace uso de este corredor, adicional en este se observa que es dinámico el uso de estas rutas peatonales.

Tabla 12. Volumen peatonal en HMD 17:00 -18:00 en Estación Neptuno

Movimiento	LUNES HMD 17:00 - 18:00
N-S	77
S-N	72
E-W	13
W-E	13
TOTAL PEATONES	175

Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

4.1.4.2 Estación Puente Peatonal Diamante [17]

Los volúmenes peatonales durante la semana se presentan en la tabla 13, en ella se evidencia que el día más cargado a diferencia de la anterior estación es el viernes con un total de 2173 y en su hora de máxima demanda con 258 peatones.

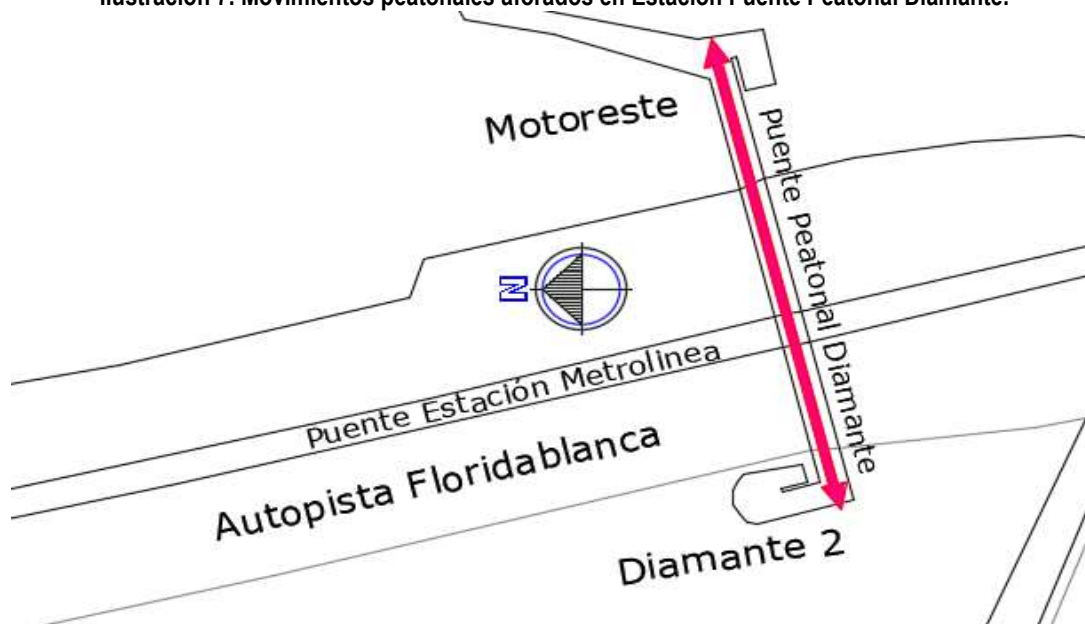
Tabla 13. Volúmenes diarios en Estación Puente Peatonal Diamante

ESTACION DIAMANTE - PUENTE PEATONAL							
DIA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
VOLUMEN 6:00 - 21:00	1710	1616	1174	1934	2173	1594	1502
VOLUMEN HMD	208	252	193	250	258	229	156

Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

En la ilustración 7, se evidencian los movimientos explícitos aforados en la Estación Puente Peatonal Diamante; dentro del aforo realizado el viernes durante todo el día, se muestra en la tabla 14, que el mayor volumen corresponde al sentido E-W con 1290 peatones que posiblemente provienen de las inmediaciones de Motoreste o de la Estación Metrolinea de Diamante que se une con este puente, teniendo como destino el interior de Diamante 2.

Ilustración 7. Movimientos peatonales aforados en Estación Puente Peatonal Diamante.



Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Toma de Información Primaria, Julio 2012.

Tabla 14. Volúmenes peatonales diarios en Estación Puente Peatonal Diamante.

Movimiento	HORARIO 6:00 - 21:00
W-E	883
E-W	1290
TOTAL PEATONES	2173

Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

A continuación, en la tabla 15 se presenta que el mayor volumen peatonal en la hora de máxima demanda continúa la tendencia del mayor volumen diario. Dicha hora crítica se presenta de las 12:30 a las 13:30, lo que muestra que a esta hora posiblemente retornan hacia el interior de Diamante 2 estudiantes o personas que habitan en dicho Barrio, siendo esta una hora frecuente para retornar a casa.

Tabla 15. Volumen peatonal en HMD 12:30 – 13:30 en Estación Puente Peatonal Diamante

Movimiento	VIERNES HMD 12:30 -13:30
W-E	84
E-W	174
TOTAL PEATONES	258

Fuente: Consorcio Soluciones Viales 2012, Recuperado de: Informe de Tránsito y Movilidad, diciembre 2012.

4.2 EVIDENCIA DE OBRAS PROPUESTAS PARA EL SECTOR DIAMANTE 2

Dada la necesidad de mejorar la movilidad y la capacidad del corredor vial de diamante, el Consorcio Soluciones Viales 2012 brinda como alternativa realizar cambios geométricos que van relacionados con:

La construcción de un deprimido en la entrada al barrio, donde se genera una intersección a desnivel; esta obra eliminaría la salida directa de los vehículos provenientes del sector cacique hacia la Autopista Floridablanca, y la de los vehículos que venían de la Autopista Floridablanca y realizaban la oreja (ramal de enlace) para ir hacia el sector cacique.

Adicional, el cruce directo de los vehículos de la carrera 24 en sentido sur – norte, con los vehículos provenientes de la Autopista Floridablanca que tenían como destino el interior del barrio Diamante 2, se eliminaría por medio de la intersección a desnivel.

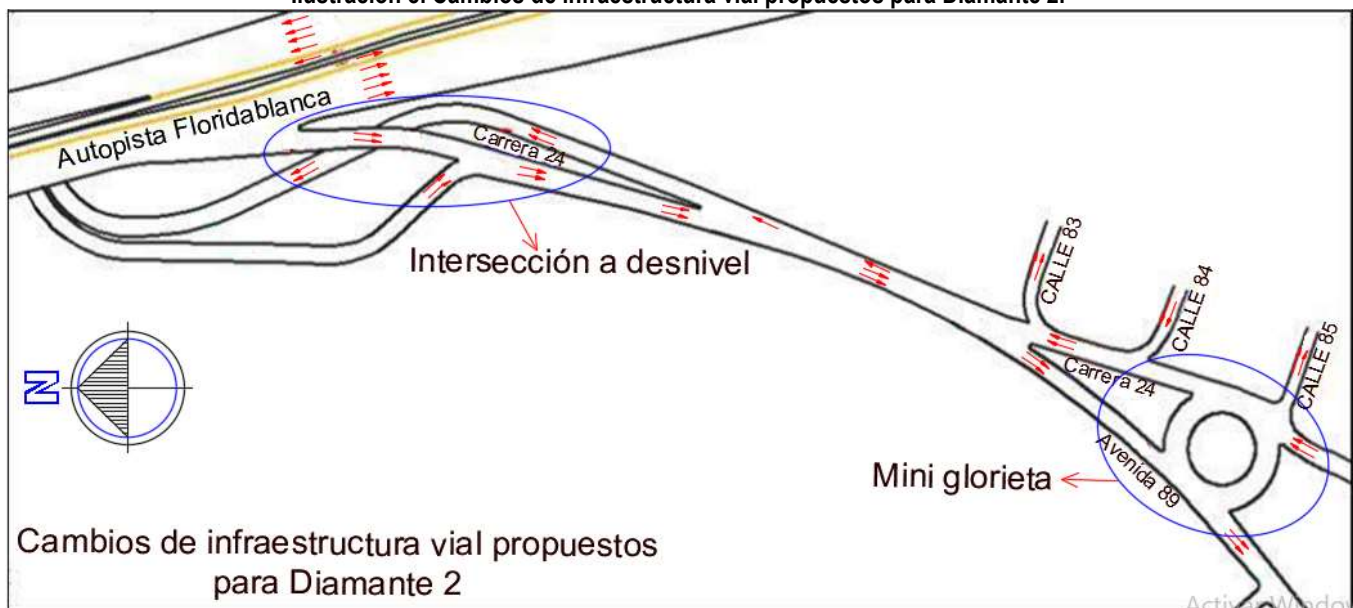
Con el fin de no generar un cuello de botella en el sentido norte – sur, se determinó la prolongación de dos carriles desde la conectante proveniente de la Autopista Floridablanca hasta la calle 83. De igual forma, se conservará un solo carril en la carrera 24 sentido sur – norte, desde la calle 83 hasta la calle 81, y a partir de esta, dos carriles.

Por otra parte, se contempló la implementación de una mini glorieta para resolver los conflictos que se generarían en la intersección carrera 24 con calle 83. Esta contaría con dos accesos, uno en sentido norte – sur y la otra en sur – norte.

En la Avenida 89 se realizaron cambios viales desde la calle 83 hasta la calle 89, ya que esta contaba con doble sentido vehicular y quedaría solo con el sentido norte – sur. La carrera 24 contaba con las mismas características de la Avenida 89, y quedó solo con sentido sur – norte.

En la ilustración 8, se evidencian los cambios que planteaba el Consorcio Soluciones Viales 2012 para el corredor vial.

Ilustración 8. Cambios de infraestructura vial propuestos para Diamante 2.



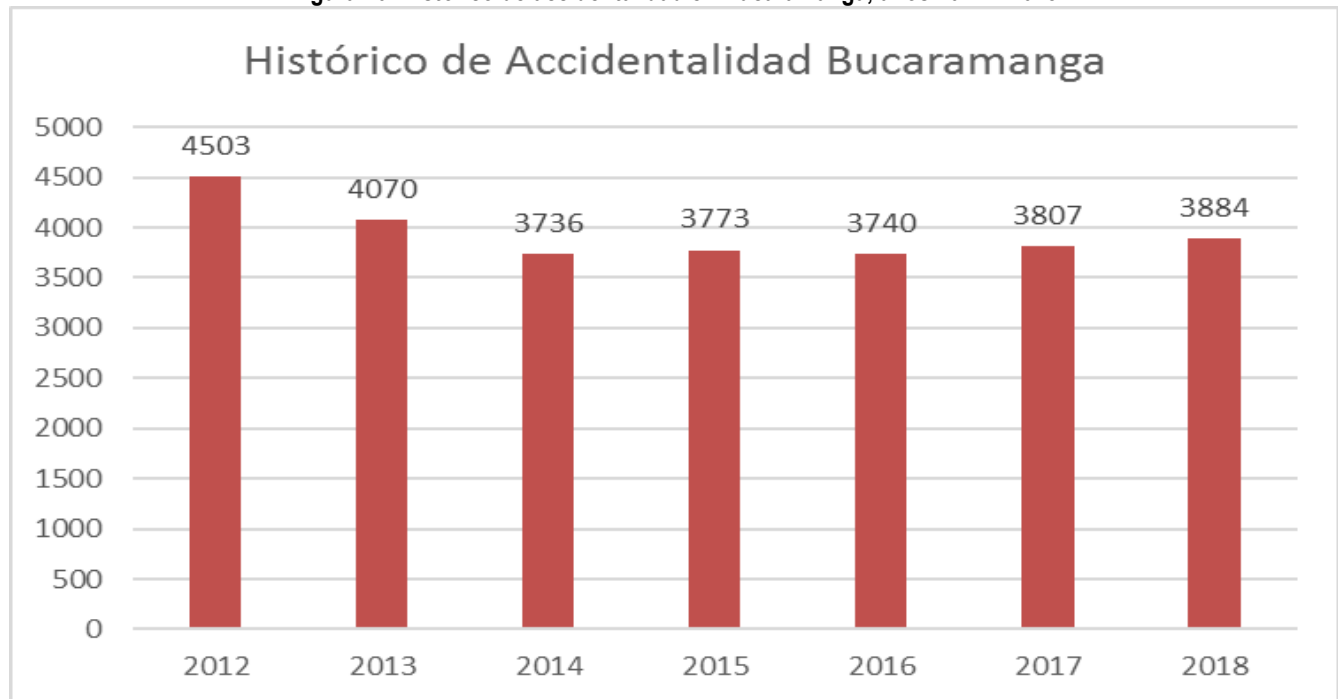
Fuente: Elaboración propia, recuperado de Informe de Tránsito y Movilidad, Consorcio Soluciones Viales 2012.

4.3 REGISTRO DE ACCIDENTALIDAD

En Bucaramanga, la accidentalidad desde el año 2012 hasta el 2018 ha presentado un comportamiento variante como se muestra en la figura 10, en ella se evidencian disminuciones del 2012 al 2014 [19], para el 2015 hubo un

incremento mínimo del 1% con respecto al año anterior. En el año 2016, nuevamente hubo un decrecimiento y a partir de este se evidenció un incremento hasta el año 2018. [20]

Figura 10. Histórico de accidentalidad en Bucaramanga, años 2012 – 2018



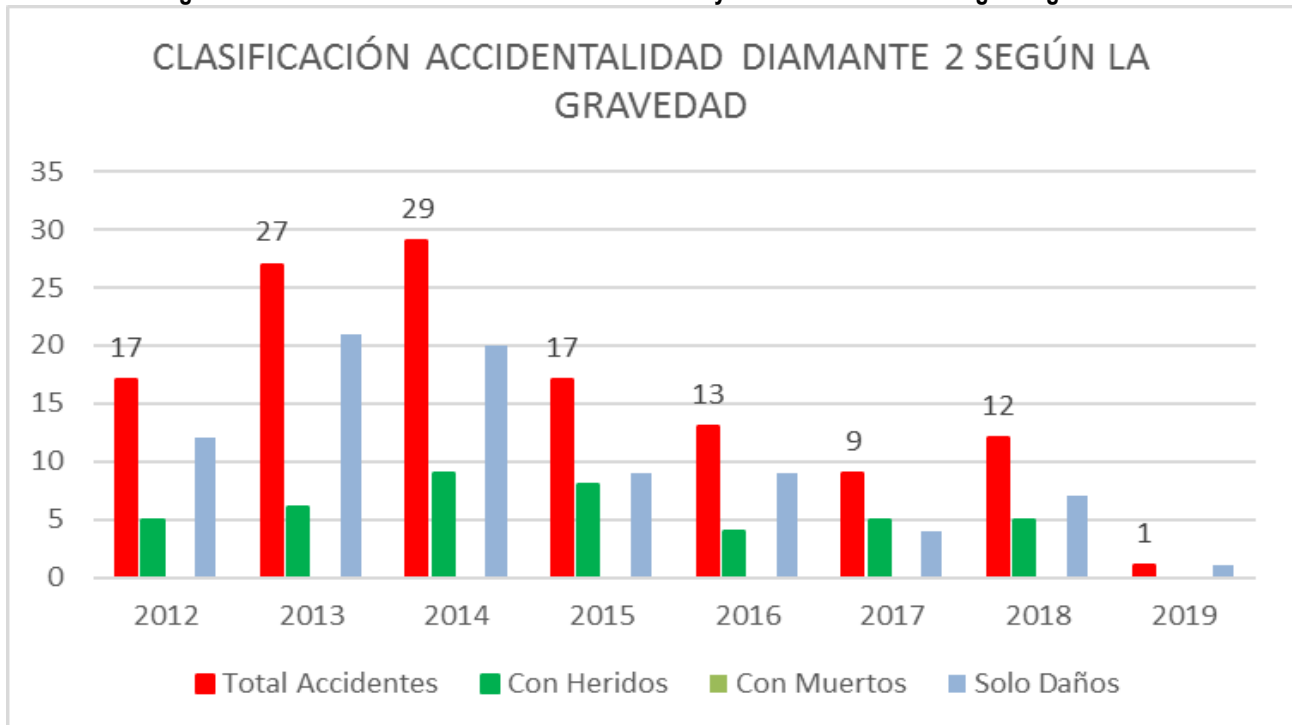
Fuente: Dirección de Tránsito de Bucaramanga, Recuperado de Accidentes de Tránsito, <http://transitobucaramanga.gov.co/files/2017/estadisticas/accidentalidad-corte-311216.pdf>

Según lo anteriormente expuesto, la accidentalidad del año 2013 al 2018 se encuentra en una evidente disminución, lo que indica que se han venido tomando medidas preventivas en cuanto a control e infraestructura vial. Siendo un claro ejemplo la construcción de la obra Tercer Carril, ya que aparte de tener como objetivo ampliar la capacidad vial también buscaba disminuir la tasa de accidentalidad en puntos críticos situados en el corredor vial de la obra.

Abarcando la temática del presente proyecto y el corredor vial evaluado, se ve la necesidad de obtener el registro de accidentalidad del Barrio Diamante 2 con la entidad correspondiente que en este caso es la Dirección de Tránsito de Bucaramanga (DTB); siendo esta información conveniente para identificar de manera general la accidentalidad en el barrio y los puntos críticos antes de la intervención realizada en el barrio por la construcción del tercer carril y evaluar si estos fueron resueltos por dicha obra.

De manera general, Diamante 2 presenta una accidentalidad con comportamiento variante según el histórico de accidentalidad presentado en la figura 11, a partir del 2016 se ve una disminución notable de accidentes que están en paralelo con la construcción y entrega de la obra Tercer Carril; además, queda expuesto que en su mayoría son accidentes que solo presentan daños materiales, sin embargo, la tasa de accidentes con heridos permanece constante a través de los años en el corredor vial. [21]

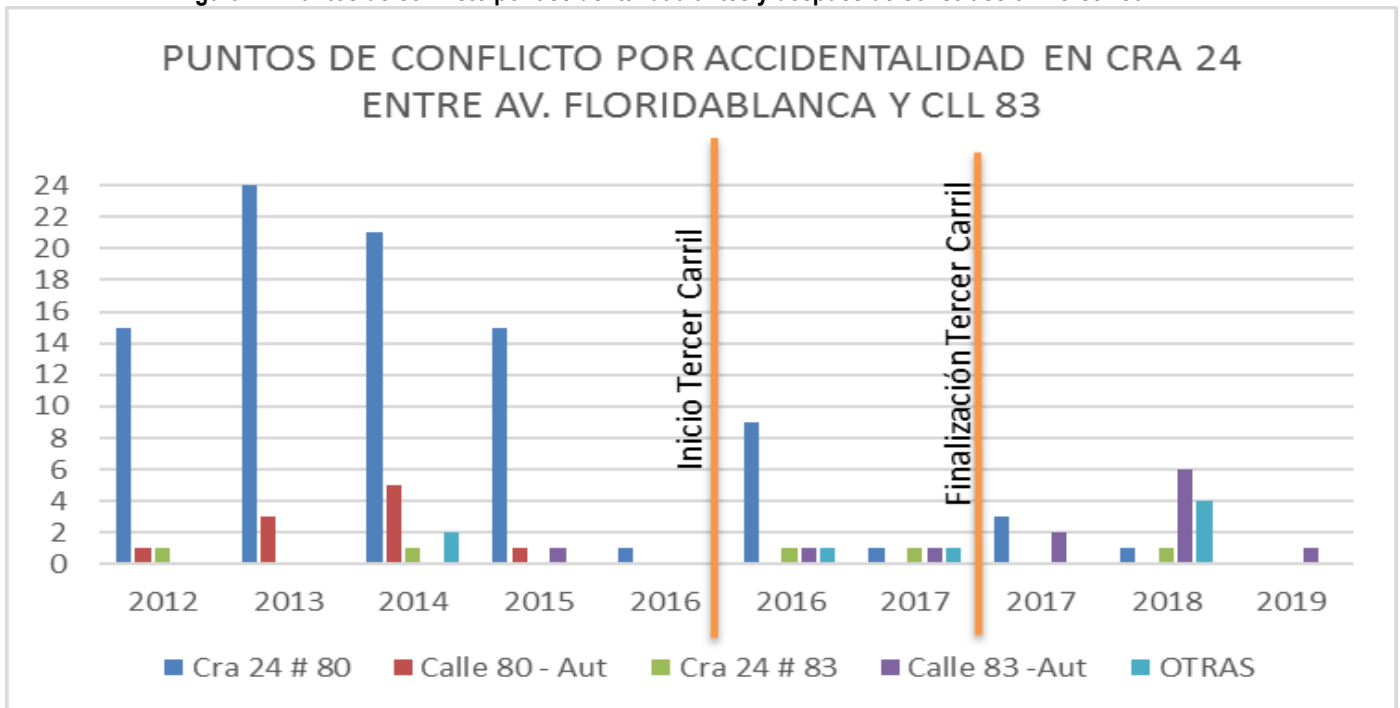
Figura 11. Histórico de accidentalidad en Diamante 2 y clasificación de esta según la gravedad



Fuente: Nixon Ricardo González, Control Vial, Recuperado de: Accidentalidad, Barrio Diamante 2 – Comuna 10

Con la base de datos brindada por la entidad DTB [21], se clasifica la información de interés en el corredor vial a evaluar y se presentan los resultados obtenidos en la figura 12 con el objetivo de identificar los puntos de conflicto.

Figura 12. Puntos de conflicto por accidentalidad antes y después de construcción Tercer Carril.



Fuente: Nixon Ricardo González, Control Vial, Recuperado de: Accidentalidad, Barrio Diamante 2 – Comuna 10

La figura 12, presenta la accidentalidad en el corredor a evaluar donde se delimita el antes, durante y después de la intervención que tuvo el barrio a raíz de la construcción del tercer carril. Es notable que los mayores puntos de conflicto se presentaban en la entrada del barrio, que estaba comprendida por las intersecciones presentadas entre los vehículos provenientes de la Autopista con el flujo presentado por la salida y entrada de la Carrera 24 en la calle 80, obteniendo un total de seis posibles puntos de conflicto.

El segundo sector de puntos de mayor importancia, es el desfogue donde converge el volumen de la Calle 80, vehículos provenientes del sector Cacique y del interior del barrio Diamante 2 con el de la Autopista Floridablanca, estos presentaban una menor problemática pero no de menor importancia ya que eran puntos cercanos geoméricamente.

En el periodo comprendido de 1 de febrero de 2016 a finales de mayo de 2017, se considera un periodo de transición en el corredor de estudio, ya que no hay certeza de los factores que causaron tales accidentes, pudiendo ser causados por cierres viales, modificaciones en los movimientos vehiculares y peatonales, cambios de velocidad, entre otros.

A partir de la finalización de las obras realizadas en el sector, la nueva intersección con los puntos de conflicto predominantes, se presentaban en menor magnitud comparado con los puntos de conflicto antes de la construcción del proyecto, es el cruce de la Calle 83 - Autopista Floridablanca, con vehículos provenientes del interior del barrio Diamante 2 y del sector Cacique; lo que implicó el movimiento de la zona conflictiva principal de la entrada al barrio por la Carrera 24 a la salida de este por la Calle 83.

5. PUNTOS DE CONFLICTO ANTES Y DESPUÉS DE LA CONSTRUCCIÓN TERCER CARRIL

Una vez conocidos los volúmenes que resolvía el corredor evaluado en el presente proyecto, y los índices de accidentalidad que se presentaban en este antes de la construcción del tercer carril, se identifican dos áreas conflictivas principales que son la Carrera 24 con Calle 80 y la Calle 80 con Autopista Floridablanca, que se considera como la zona de alta accidentalidad (ZAA) ya que son intersecciones geoméricamente muy cercanas; dicha zona es la de mayor influencia antes de la construcción del tercer carril como se observa en la ilustración 9.

Cabe aclarar, que las intersecciones viales generan diferentes tipos de conflicto, donde influyen la geometría y velocidad de esta. De acuerdo con las condiciones presentadas en este corredor, se desplegaban puntos de conflicto secundarios, basándose en la intersección de dos trayectorias, donde predominaba la importancia de la fluidez del tráfico dada su conexión directa con la Autopista Floridablanca y donde no se presentaba una descomposición en fases (semaforización), siendo esto la principal diferencia del punto de conflicto primario. [22]

Ilustración 9. Accidentalidad del corredor vial de la Carrera 24 entre Calle 80 y 83 de los años 2012-2015.



Fuente: Propia, Recuperado de: Accidentalidad, Barrio Diamante 2 – Comuna 10.

Según los índices de accidentalidad de la tabla 16 y de acuerdo con el Estudio de Tránsito y Movilidad, generado por el Consorcio Soluciones Viales 2012 descrito en el capítulo 4, ítem 4.1, se corrobora que la ZAA proporciona el 94.12% de la accidentalidad total del año 2012; siendo esto un alto número de accidentes dada su condición de una zona residencial. Esto puede ser consecuencia del gran volumen que resuelve este corredor vial por donde transitan diariamente 28.601 vehículos.

Tabla 16. Histórico de accidentalidad 2012 – 2015, barrio Diamante 2.

PUNTO ACCIDENTALIDAD	2012	2013	2014	2015	SUMA	PORCENTAJE 2012 - 2015
Carrera 24 # 80	15	24	21	15	75	83%
Calle 80 con Autopista	1	3	5	1	10	11%
Carrera 24 # 83	1	0	1	0	2	2%
Calle 83 con Autopista	0	0	0	1	1	1%
OTRAS	0	0	2	0	2	2%
TOTAL	17	27	29	17	90	100%

Fuente: Nixon Ricardo González, Control Vial, Recuperado de: Accidentalidad, Barrio Diamante 2 – Comuna 10

Del 2012 al 2015 en el corredor vial se presentaron 90 accidentes, de los cuales como se demuestra en la ilustración 9, la incidencia de accidentalidad en la ZAA (Carrera 24 con Calle 80) representa el 94% de esta en dichos años.

Después de finalizadas las obras del Tercer Carril correspondientes al barrio Diamante 2, se obtiene un registro de accidentalidad desde la finalización de dichas obras hasta enero de 2019.

Recalcando que para un análisis se hace necesario una inspección que brinde información en periodos anuales, solo se tendrá en cuenta la accidentalidad del año 2018 como se muestra en la tabla 17; complementando esta información, en la ilustración 10 se localiza la distribución de accidentalidad en dicho año, donde se obtiene que la

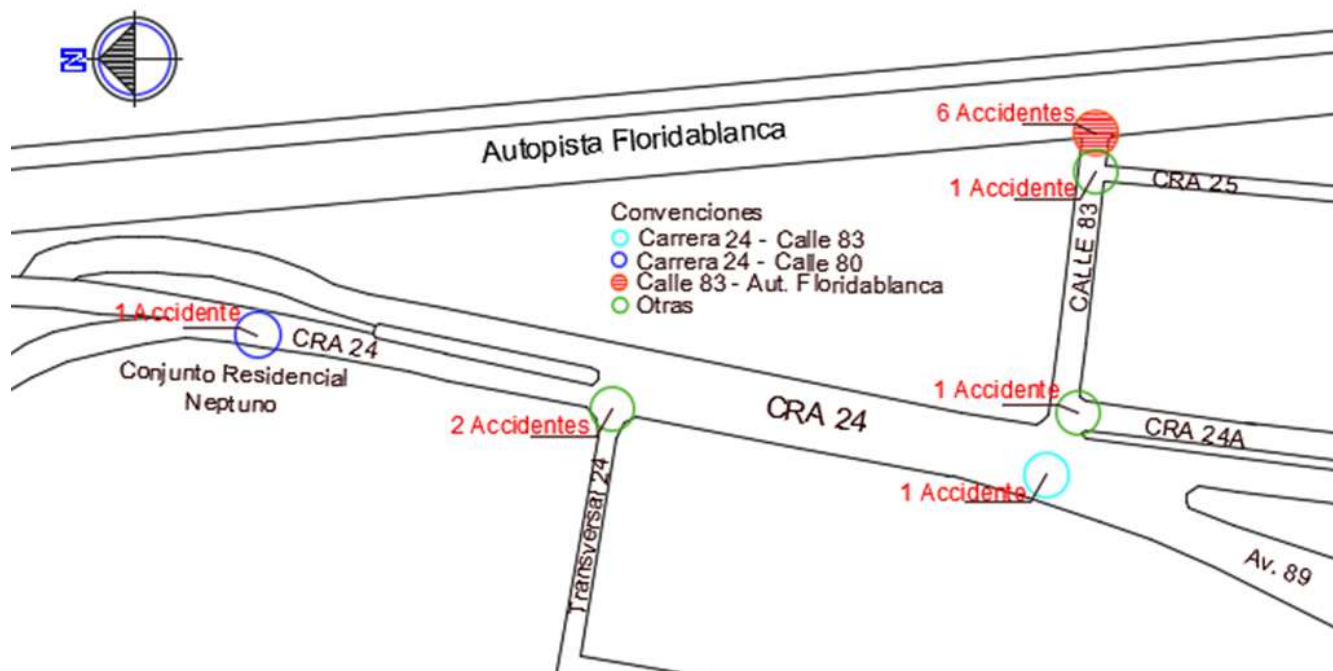
mitad de estos accidentes se presentan en la Calle 83 con Autopista, ratificando que es la nueva zona de conflicto de accidentalidad en el corredor evaluado.

Tabla 17. Accidentalidad 2018, barrio Diamante 2.

PUNTO ACCIDENTALIDAD	2018	SUMA	PORCENTAJE 2018
Carrera 24 # 80	1	1	8%
Calle 80 con Autopista	0	0	0%
Carrera 24 # 83	1	1	8%
Calle 83 con Autopista	6	6	50%
OTRAS	4	4	33%
TOTAL	12	12	100%

Fuente: Nixon Ricardo González, Control Vial, Recuperado de: Accidentalidad, Barrio Diamante 2 – Comuna 10

Ilustración 10. Accidentalidad del corredor vial de la Carrera 24 entre Av. Floridablanca y Calle 83, año 2018.



Fuente: Propia, Recuperado de: Accidentalidad, Barrio Diamante 2 – Comuna 10.

Para finalizar el presente capítulo, queda en claro que en el corredor evaluado se presentaba una zona de alta accidentalidad, influenciada por los grandes volúmenes vehiculares, el diseño geométrico y la concentración de puntos de conflicto, en ella se encuentran nueve puntos de conflicto secundarios, ubicados en las intersecciones de la Carrera 24 – Calle 80 y la Calle 80 con Autopista Floridablanca.

En cambio, la situación actual presenta una condición donde la zona de conflicto se trasladó a la intersección Calle 83 – Autopista Floridablanca, donde convergen grandes volúmenes vehiculares y adicional, la velocidad que presenta la Autopista dificulta el ingreso a esta de quienes vienen por la Calle 83, ya que en la geometría de esta intersección no se encuentra un carril de aceleración.

6. METODOLOGÍA

Una evaluación de tránsito tiene como objetivo, cuantificar e identificar el volumen vehicular y peatonal que transcurre por un corredor vial, identificando las características principales como: composición vehicular, movimientos vehiculares y peatonales, identificación de señalización y velocidades, que se conocen como información primaria y esta debe ser tomada en campo. Toda esta información primaria es de vital importancia para realizar simulaciones, y con estas poder realizar las comparaciones planteadas como objetivo en el presente documento.

A continuación, se expondrá la planeación a llevar a cabo para la toma de información primaria y de esta manera alcanzar los objetivos propuestos en el capítulo 2.

- Inicialmente es necesario reconocer la zona donde se realizará la evaluación, allí identificar las intersecciones con las que esta cuenta, referenciar la señalización del corredor y las obras construidas. Para efectuar una evaluación más específica, es importante detallar la circulación del tránsito por el corredor vial, y así evidenciar cuales de estos resuelven mayores volúmenes vehiculares y peatonales.
- Debido a que la toma de información primaria se debe realizar en campo y que esta se toma mediante aforos, se ve necesario ubicar de manera estratégica los puntos donde se realizará la toma de información, para garantizar que al momento de tomar medidas se tengan en cuenta todos los posibles destinos que tenga un usuario del corredor vial, y que las medidas que se deban realizar sean contundentes.
- La velocidad, es una de las tres variables fundamentales para identificar el estado de funcionamiento de una corriente de circulación, y que la misma se define como una tasa de movimiento expresada como una distancia en una unidad de tiempo, se hace necesario obtener un valor representativo para la velocidad media espacial puesto que una corriente de flujo presenta una diversa distribución de velocidades. [23]

El método de obtención de la velocidad media espacial es tomando una longitud conocida en un segmento de carretera por donde circula el tránsito y dividiendo esta, en el tiempo medio que tarda una muestra de vehículos en pasar dicho segmento, como se expone en la Ecuación 1. [9]

Ecuación 1. Velocidad media espacial.

$$V = \frac{L}{\sum_{i=1}^n t_i / n}$$

Fuente: Ingeniería de Tránsito, Rafael Cal y Mayor, James Cárdenas

Donde:

V = Velocidad media espacial que generalmente se expresa en km/h.

L = Longitud de un segmento de carretera en km.

t_i = Tiempo de recorrido del i-ésimo vehículo que recorre el segmento, en horas.

n = Número de tiempos de recorrido observados.

- Una vez definidos los puntos de captación de información, se precisa la codificación de los posibles movimientos que pueda realizar un vehículo y/o peatón en una intersección, para estructurar y organizar la información.

- Con la codificación de movimientos definida, se pueden realizar los aforos vehiculares y peatonales que constan en medir el número de vehículos y/o personas que transitan por el corredor vial en un tiempo definido.

Existen dos métodos para llevar a cabo un aforo y estos son el manual o automático; ya que el método automático no es eficiente en movimientos de giro se plantea realizar el aforo por medio del método manual, el cual brinda exactitud en los datos cuando este se realiza en cortos periodos de tiempo. [11]

6.1 DESARROLLO DE METODOLOGÍA EN CAMPO

Con el propósito de cumplir los objetivos y el alcance propuesto en el presente documento, se expondrá la manera en que se ejecutó la metodología planteada anteriormente, y de esta manera evidenciar la toma de muestras en campo y los resultados que se obtuvieron.

- Para identificar la zona de estudio se visitó esta junto al Director del Proyecto, por medio de una imagen satelital proporcionada por Google Maps se observaron las tres intersecciones que se encuentran dentro la delimitación del área del proyecto, que se encuentra en la Carrera 24 entre Av. Floridablanca y Calle 83; se toma esta área, ya que se considera que una más grande proporcionaría problemas logísticos o una toma de muestras ineficiente.

Las tres intersecciones identificadas son: Av. Floridablanca con Carrera 24, Carrera 24 con Transversal 24 y finalmente la Carrera 24 con Calle 83; en ellas se identificó la siguiente señalización: [24]

- En el empalme de la Av. Floridablanca y la Carrera 24 se encuentran flechas de frente, indicando que el carril donde se encuentra está predestinado al tránsito que continúa derecho.
- Al frente del Conjunto Villa Nueva del Campo en sentido N-S, en la proximidad de la intersección Carrera 24 – Transversal 24, se encuentra una señal vertical SI-30 de Transporte Masivo.
- Subiendo por la Transversal 24 a la altura de la intersección Carrera 24 – Transversal 24, se encuentra una flecha indicando giro a la derecha o a la izquierda reforzada con la leyenda PARE.
- En la intersección Carrera 24 – Calle 83 en sentido N-S, se encuentra una flecha de frente y de giro a la izquierda. En esta misma, pero sentido S-N por la Carrera 24, se encuentra una flecha de frente y giro a la derecha reforzada con la leyenda PARE y la señal vertical SR-01 PARE.
- Adicional, en la intersección comprendida por la Carrera 24 – Calle 83 a la altura de la Carrera 24A, se localiza una flecha de giro a la derecha reforzada con las leyendas SOLO y PARE, una señal vertical SR-07 de giro a la derecha, la señal vertical SR-01 PARE y una señal vertical SR-06 de prohibido girar a la izquierda.
- En la intersección Carrera 24 – Transversal 24 en sentido S-N, se observa una señal vertical SI-08 paradero de buses, a la altura del conjunto Multifamiliares se evidencia una flecha de giro a la derecha reforzada con las leyendas SOLO y PARE, una señal vertical SR-01 PARE.

- En la proximidad de la intersección Av. Floridablanca – Carrera 24 en sentido S-N, se evidencian dos señales verticales, una de ellas es la SR-30 velocidad máxima permitida (30km/h) y la SP-37 túnel.

El registro fotográfico de la señalización comprendida en el corredor vial, anteriormente expuesta se encuentra en el Anexo A.

Adicional, en campo se visualizó durante un lapso de 30 minutos la circulación de los vehículos y peatones por el corredor vial, se identificaron los cruces que se evidenciaron en las diferentes intersecciones y se encontró lo siguiente:

- En la intersección de la Av. Floridablanca con Carrera 24, solo pueden ingresar los vehículos que provienen de la Autopista Floridablanca-Bucaramanga y aquellos que vienen de la vía del Cacique.
- En la intersección de la Carrera 24 con Transversal 24 en sentido N-S, se identificaron 6 movimientos, seguir derecho por toda la Carrera 24, giro a la derecha hacia la Transversal 24, giro en U hacia la Carrera 24 sentido S-N, giro a la izquierda hacia el Conjunto Multifamiliares, giro a la derecha de la Transversal 24 hacia la Carrera 24, los que bajan del Conjunto Multifamiliares y hacen giro a la izquierda hacia la Carrera 24.
- En la intersección de la Carrera 24 con Calle 83 en sentido N-S, se evidenciaron 3 movimientos: seguir derecho por la Avenida 89, giro a la izquierda hacia la Calle 83, giro a la izquierda hacia la Carrera 24A.
- Para el sentido S-N, la intersección de la Carrera 24 con Calle 83 se presentan 4 movimientos, los cuales son: seguir derecho por la Carrera 24, giro a la derecha hacia la Calle 83 y giro en U hacia la Carrera 24A, giro a la izquierda de la Carrera 24A hacia la Carrera 24.
- Para la intersección Carrera 24 con Transversal 24 en sentido S-N, se identificaron 5 movimientos: seguir derecho por la Carrera 24, giro a la derecha hacia el Conjunto Multifamiliares, giro a la derecha del Conjunto Multifamiliares hacia la Carrera 24, giro a la izquierda de la Transversal 24 hacia la Carrera 24, giro a la izquierda de la Carrera 24 hacia la Transversal 24.
- En cuanto a los peatones, se identificó que realizaban cruces a lo largo de la carrera 24, pero en su mayoría realizaban estos en sentidos E-W y W-E a la altura de la intersección vehicular Carrera 24 con Transversal 24, y en sentidos N-S y S-N sobre la intersección vehicular de la Carrera 24 con Calle 83.

Partiendo del capítulo 4, ítem 4.2, se realizó una inspección de las obras construidas en el corredor vial, donde se encontró:

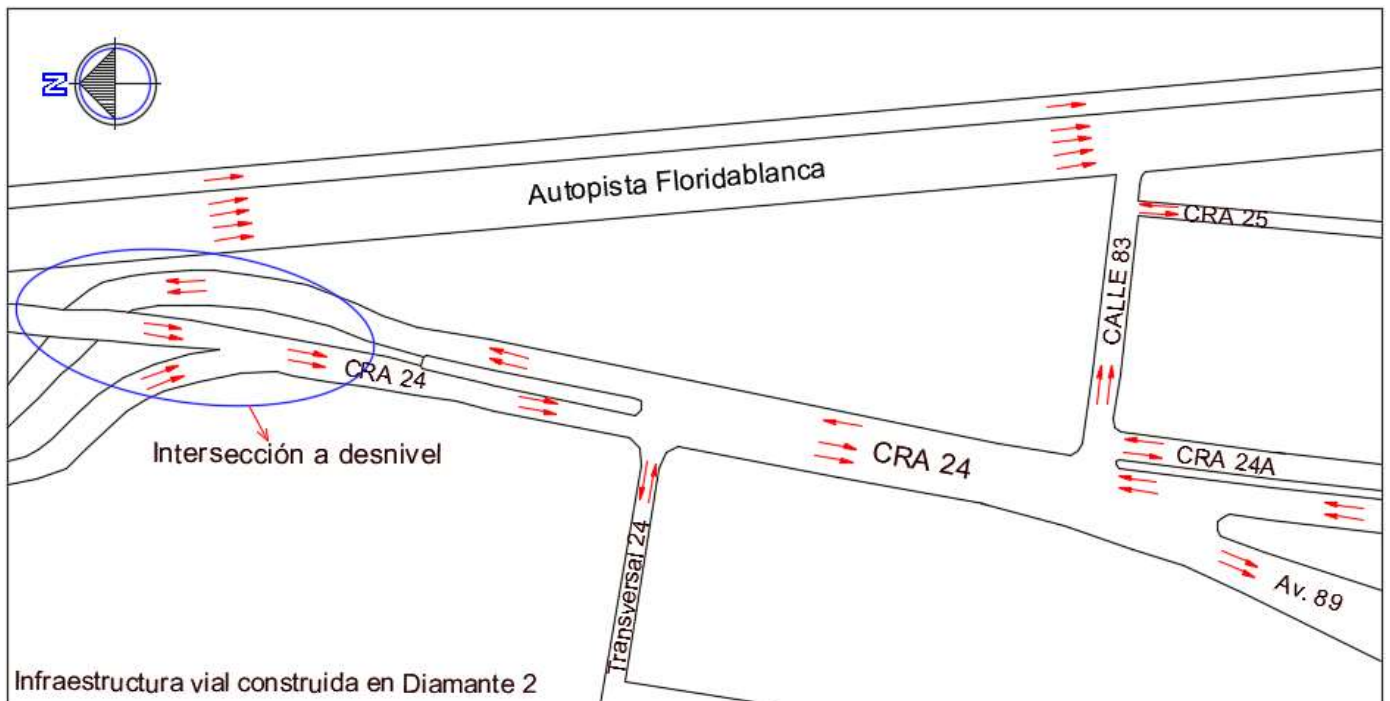
- Intersección a desnivel con dos accesos, uno de ellos es la calzada principal que cuenta dos carriles en sentido norte – sur y permite la entrada de los vehículos provenientes de la Autopista hacia la

carrera 24. El segundo acceso, es la calzada a desnivel con dos carriles en sentido sur – norte, permitiendo el movimiento vehicular de la carrera 24 hacia el sector cacique. Con esta obra, se ve que efectivamente fueron eliminados los tres cruces en la entrada al barrio para brindar una mejor movilidad.

- Se observa que se realizó la prolongación de dos carriles en la calzada, desde la calle 81 hasta la calle 83 en sentido norte – sur, obteniendo en el corredor evaluado dos carriles para dicho sentido. Mientras que, en sentido sur – norte queda una composición de un carril desde la calle 83 hasta la calle 81 y de dos carriles de la calle 81 en adelante.
- En la inspección visual, no se observa la estructura planteada para la solución de los problemas de movilidad en la intersección carrera 24 con calle 83 (mini glorieta), ni tampoco se evidencia iniciación de obras para llevar esta a cabo.
- En cuanto a los cambios de sentidos viales en la avenida 89 y la carrera 24, a partir de la calle 83 hasta la calle 89, se corrobora que solo hay un sentido de circulación en cada una de ellas; por la avenida 89 se presenta una circulación en sentido norte – sur y en la carrera 24 en sentido sur – norte.

En la ilustración 11, se muestra como está el corredor actualmente con los cambios expuestos anteriormente.

Ilustración 11. Infraestructura vial construida en Diamante 2.



Fuente: Elaboración propia, a partir de lo observado en campo.

- Ya que se tenían identificados los movimientos vehiculares y peatonales dentro de la circulación del corredor vial, se llegó a las siguientes conclusiones:

Primero, que dos puntos de captación eran suficientes para abarcar la zona delimitada; segundo, se determinó captar la información por medio de video grabaciones, ya que realizar los aforos en campo con solo dos aforadores, determinaría omitir volúmenes importantes para el presente estudio, y no se tendría la capacidad de abarcar todos los movimientos descritos anteriormente.

Estos puntos se ubicaron estratégicamente de la siguiente manera:

- El primer punto de captación de información, como se muestra en las ilustraciones 12 y 13, se ubicó en la esquina de la Carrera 24 con Transversal 24, se definió este ya que abarca todos los movimientos vehiculares y peatonales que existen entre la Av. Floridablanca y la intersección de la Carrera 24 – Transversal 24.

Ilustración 12. Ubicación punto de captación de información 1 en la intersección Carrera 24 – Transversal 24



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 13. Imágenes capturadas de las grabaciones en punto de aforo captación de información 1.



Fuente: Elaboración Propia, capturada de las grabaciones.

- Con el fin de abarcar todo el corredor a evaluar, se ubicó en la Carrera 89 # 23 - 211 el segundo punto de captación de información de acuerdo con las ilustraciones 14 y 15, este brindaba la capacidad de observar todos los movimientos vehiculares que se realizaban a partir de la intersección Carrera 24 – Transversal 24 hasta la intersección Carrera 24 – Calle 83 y adicional permitía cuantificar los peatones que realizaban cruces a lo largo de la Carrera 24.

Ilustración 14. Ubicación punto de captación de información 2 en la intersección Carrera 24 – Calle 83.



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 15. Imágenes capturadas de las grabaciones en punto de captación de información 2.



Fuente: Elaboración Propia, capturada de las grabaciones.

- Con el fin de determinar la velocidad media espacial, se tomó una longitud de 32.37 metros por medio de un metro, entre dos objetos demarcados en campo, siendo estos visibles en las grabaciones realizadas para los aforos; con la visualización de estos se toman los tiempos que tardan 120 vehículos en recorrer el segmento especificado en campo y de esta manera se reconocerán las velocidades con las que transitan por dicho tramo del corredor vial en los sentidos N-S y S-N.

- Con el objeto de hacer más organizada la toma de muestras en los aforos, se codificaron los movimientos que se evidenciaron en las intersecciones identificadas, y se realizó un formato para llevar a cabo el aforo de manera estructurada, para así presentar de manera entendible los resultados.

- **Codificación movimientos vehiculares en las intersecciones**

A lo largo del corredor vial, se codificaron los movimientos vehiculares según: el acceso de donde proviene el tránsito, el tipo de movimiento y el código que se le asignó como se observa en la tabla 18.

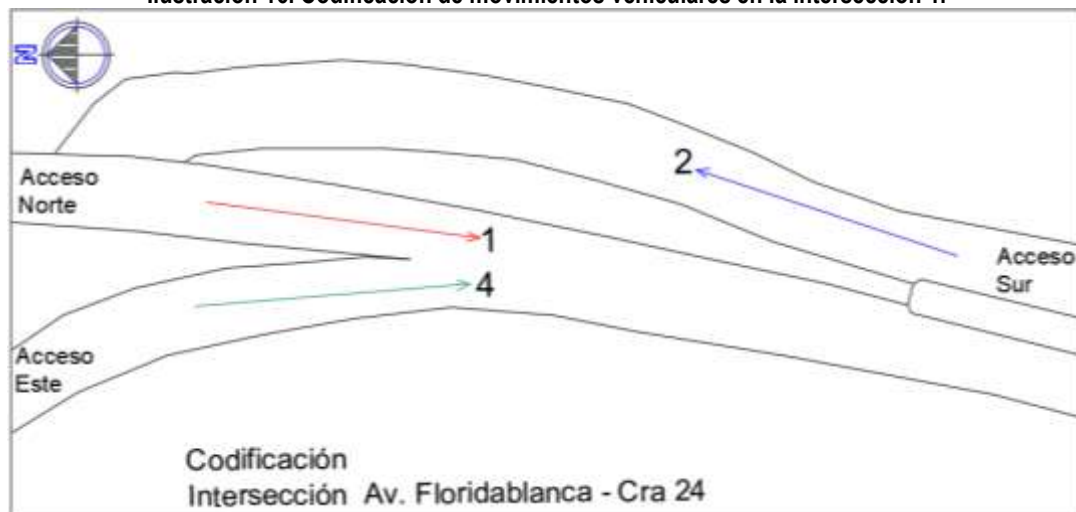
Tabla 18. Codificación movimientos vehiculares

ACCESO	MOVIMIENTO	CÓDIGO
Norte	Directo	1
	Giro a izquierda	5
	Giro a derecha	9(1)
	Giro en U	10(1)
Sur	Directo	2
	Giro a izquierda	6
	Giro a derecha	9(2)
	Giro en U	10(2)
Oeste	Directo	3
	Giro a izquierda	7
	Giro a derecha	9(3)
	Giro en U	10(3)
Este	Directo	4
	Giro a izquierda	8
	Giro a derecha	9(4)
	Giro en U	10(4)

Fuente: Elaboración Propia, a partir del Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte, Tomo III. [25]

Para la intersección 1 de la Av. Floridablanca con Carrera 24, se asignó la codificación expresada en la ilustración 16.

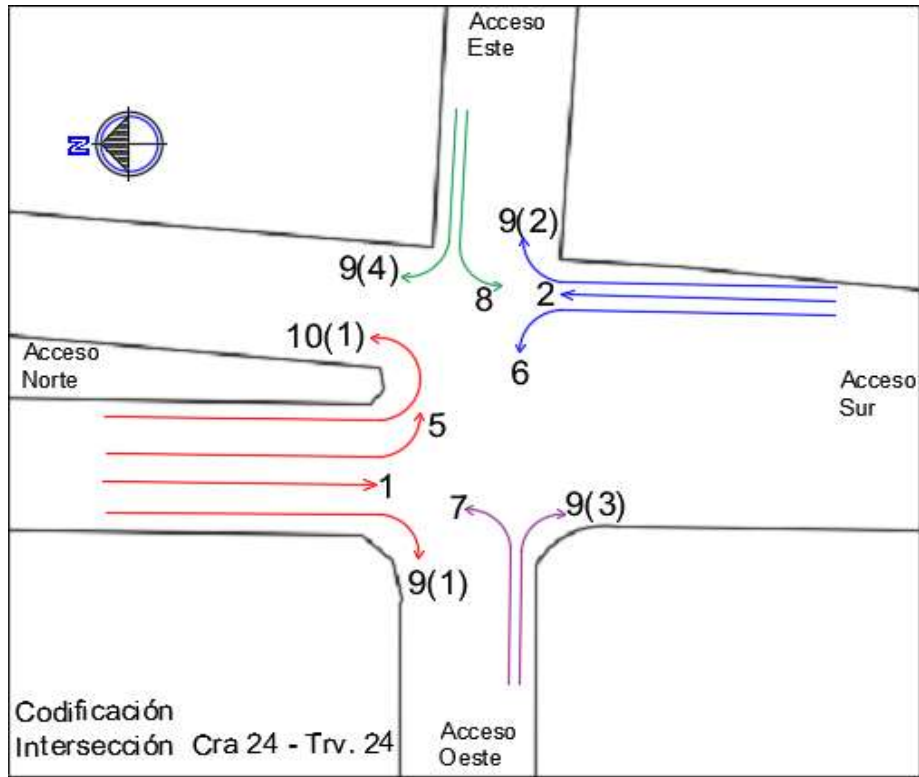
Ilustración 16. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección 1.



Fuente: Elaboración Propia

En la intersección 2, que comprende el cruce de la Carrera 24 – Transversal 24, se codificaron los movimientos presentados en esta, según la ilustración 17.

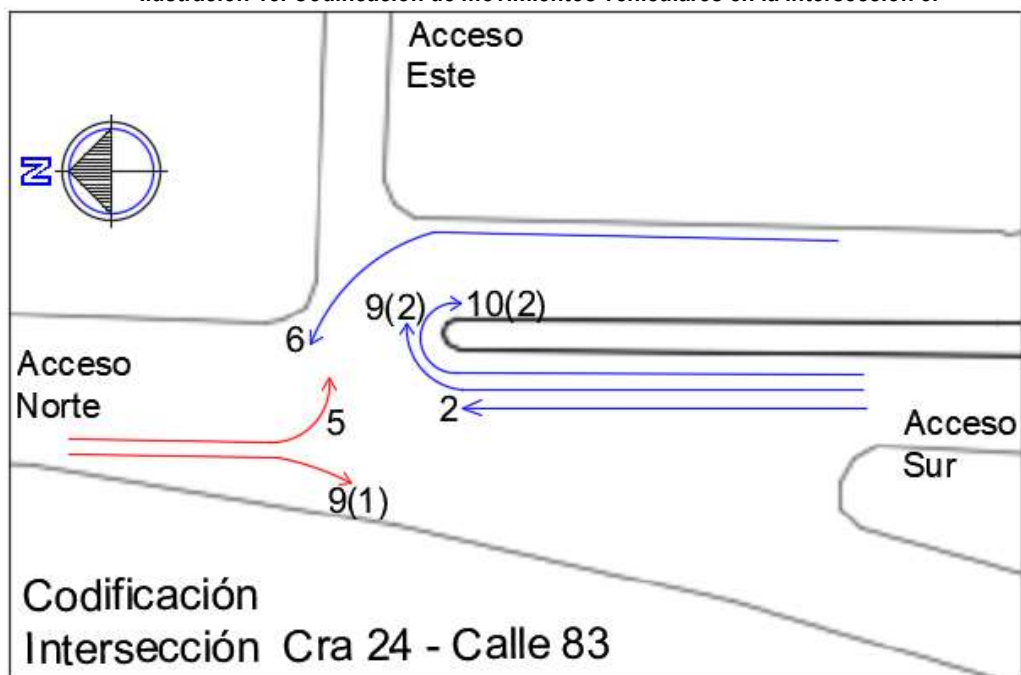
Ilustración 17. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección 2.



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, por medio de la ilustración 18 se observa la codificación de los movimientos vehiculares en la intersección 3, que consta del cruce de la Carrera 24 – Calle 83.

Ilustración 18. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección 3.



Fuente: Elaboración Propia

- **Codificación movimientos peatonales**

Se codificaron los movimientos peatonales como se indica en la tabla 19, según el sentido del movimiento que realicen y el código que le fue asignado.

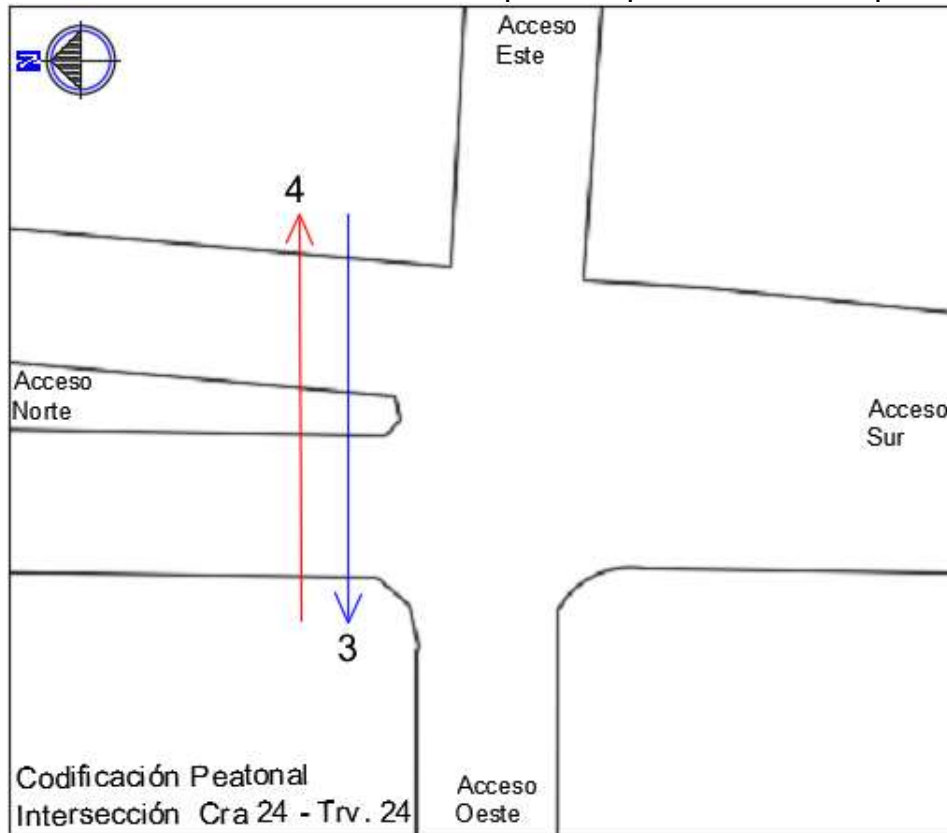
Tabla 19. Codificación movimientos peatonales.

MOVIMIENTO	CÓDIGO
N-S	1
S-N	2
E-W	3
W-E	4

Fuente: Elaboración Propia

A la altura de la intersección vehicular Carrera 24 – Transversal 24, se tomaron los movimientos que realizaban los peatones como se muestra en la ilustración 19, en el punto de captación de información peatonal 1.

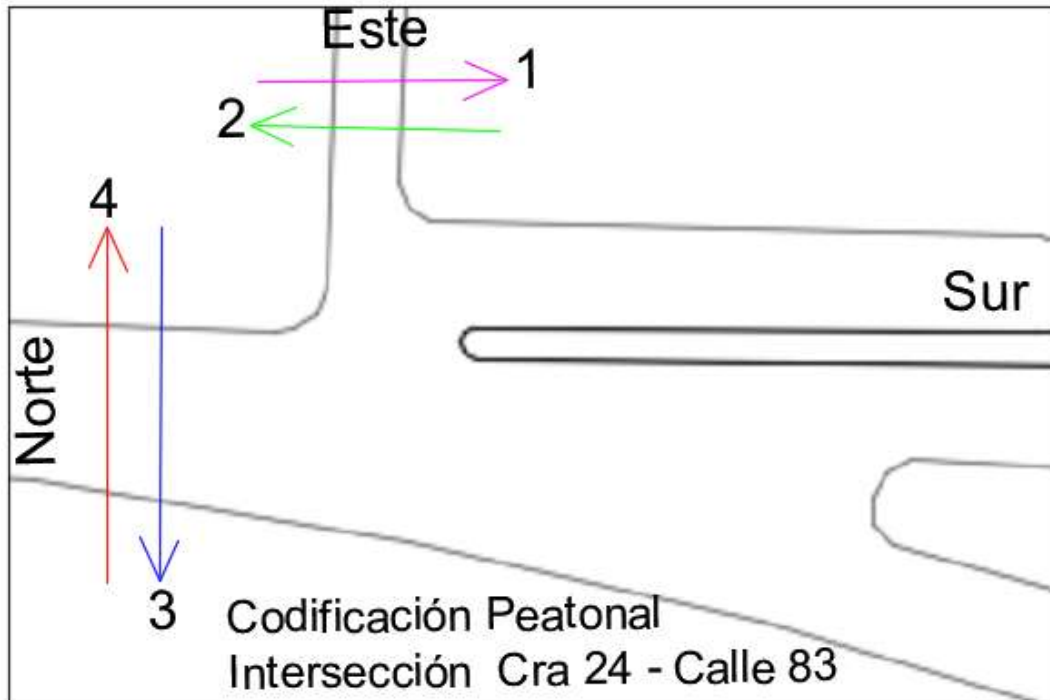
Ilustración 19. Codificación de movimientos en el punto de captación de información peatonal 1.



Fuente: Elaboración Propia

Sobre la intersección vehicular Carrera 24 – Calle 83, se observan los movimientos peatonales según lo evidenciado en la ilustración 20, para el punto de captación de información peatonal 2.

Ilustración 20. Codificación de movimientos en el punto de captación de información peatonal 2.



Fuente: Elaboración Propia

- **Formato para recopilar información de los aforos vehiculares**

Para el aforo vehicular se realizó la toma de información por medio del formato mostrado en la ilustración 21, en este se tienen en cuenta datos como: fecha del aforo, horas de inicio y fin, nombre del aforador, localización del punto de aforo, el movimiento que realiza el vehículo y el tipo de vehículo que circula en dicho punto.


- **Formato para recopilar información de los aforos peatonales**

De igual manera, en el aforo peatonal se capturaron los volúmenes por medio del formato mostrado en la ilustración 22, este igualmente tiene los datos básicos como fecha de aforo, horas de inicio y fin, nombre aforador y localización de captación de información; a diferencia del anterior este contiene los sentidos por los que se observaba transitar el peatón que podían ser N-S, S-N, E-W, W-E y estos datos debían ser suministrados por el aforador en la casilla Sentido.

Ilustración 22. Formato aforo peatonal

EVALUACIÓN DE LA MOVILIDAD EN HORAS PICO DEL BARRIO DIAMANTE 2 (CRUCE AV. FLORIDABLANCA – CRA 24 CON TRV 24 Y CLL 83) POST CONSTRUCCIÓN DEL TERCER CARRIL.

RESUMEN DE CAMPO EN CONTEOS PEATONALES			
FECHA			
HORA DE INICIO			
HORA FINAL			
SUPERVISOR		LOCALIZACION/ESTACION	
AFORADOR		CONDICIÓN CLIMÁTICA	



Hr inicio		PEATONES	Hr inicio		PEATONES
Hr final			Hr final		
MOVIMIENTO N°			MOVIMIENTO N°		
TOTAL			TOTAL		

Hr inicio		PEATONES	Hr inicio		PEATONES
Hr final			Hr final		
MOVIMIENTO N°			MOVIMIENTO N°		
TOTAL			TOTAL		

Hr inicio		PEATONES	Hr inicio		PEATONES
Hr final			Hr final		
MOVIMIENTO N°			MOVIMIENTO N°		
TOTAL			TOTAL		

Fuente: Elaboración Propia

- Una vez reconocidos los puntos de captación de información, los movimientos vehiculares o peatonales y sus respectivas codificaciones, se procede a obtener la información en el corredor vial. Para esto se determinó realizar esta por medio de video grabaciones, como se especificó en el ítem, captación de información.

Para la instalación de las cámaras se realizó una visita previa al día de la captación de información, con el fin de adquirir el permiso de los residentes donde se pondrían éstas. Una vez expuestas las razones a los residentes donde se ubicarían los puntos de captación, se recibió la aprobación para la instalación de estas ya que eran fines educativos.

Con base en el estudio de tránsito realizado antes de la construcción del Tercer Carril [17], por el Consorcio Soluciones Viales 2012 como se expone en el capítulo 4, ítem 4.1, se identificaron los volúmenes diarios y se obtuvo como día más cargado el viernes, por medio de aforos vehiculares y peatonales ejecutados de las 6:00 a 21:00.

Siendo consecuentes con esto, la captación de información del presente estudio se llevará a cabo en igualdad de día y horas aforadas, tomando en consideración que las variaciones de volúmenes presentan un comportamiento rítmico y repetitivo. [9]

Dado que se tenían los permisos, se procedió a realizar el montaje de dos cámaras, una en cada punto de captación de información el viernes 15 de marzo del presente año, donde se realizaron grabaciones desde las 7:45 hasta las 21:00 horas.

Al llegar al sitio de captación de información, se iniciaron las conexiones a las 6:00, a las 7:45 ya funcionaban las cámaras y desde esta hora se iniciaron las grabaciones de corrido hasta las 21:00, para así determinar el volumen vehicular y peatonal que presentaba el corredor vial.

Una vez procesada y digitalizada la información obtenida de este día de grabación, se determinó la hora de máxima demanda, teniendo en cuenta esta se hará la instauración de las cámaras nuevamente el viernes 29 de marzo.

Con estas, se obtienen unas segundas grabaciones con la ayuda de tres cámaras, dos en el primer punto de captación de información y una en el segundo para determinar los movimientos específicos sobre el corredor a evaluar, exceptuando los movimientos de la intersección 1, a causa de que la intensidad que reflejan los faros de los vehículos no permitían la toma de dicha información, por lo que se realizó este conteo de forma manual, ubicados en frente del conjunto residencial Neptuno como se muestra en la ilustración 23.

Ilustración 23. Foto Neptuno



Fuente: Elaboración Propia

6.2 PROCESAMIENTO Y RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA EN CAMPO

- Velocidades:

Para determinar la velocidad media espacial, inicialmente se determina el tamaño de la muestra necesaria para garantizar un nivel de confiabilidad de 95.5%, dicha muestra se determinó con la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Tamaño apropiado de la muestra

$$n = \left(\frac{KS}{e} \right)^2$$

Donde:

n= tamaño apropiado de la muestra.

K= número de desviaciones estándar correspondiente al nivel de confiabilidad deseado.

S= desviación estándar.

e= error permitido en la estimación de la velocidad media de todo el tránsito.

El tamaño de la muestra se tomó de acuerdo a lo especificado en la literatura, donde se expone que en proyectos donde no se haya realizado un estudio de velocidades, se sugiere una desviación estándar de 8km/h, igualmente, un error permitido de ± 8 km/h a ± 1.5 km/h. [9]

Por lo tanto, para el presente estudio se toma una S= 8km/h, K= 2 para un nivel de confiabilidad de 95.5% y e= 1.5 km/h, arrojando una muestra de aproximadamente 114 vehículos.

La forma en que se tomaron las velocidades, fue obteniendo el tiempo que tomaron en circular por los 32.37 metros demarcados en campo, una muestra de 120 vehículos por sentido, para la hora valle y para la hora de máxima demanda respectivamente, se hizo con 6 vehículos más para disminuir el error permitido. Dichas muestras, fueron tomadas de las grabaciones del viernes 15 de marzo, como se presenta en el Anexo B.

Tabla 20. Tiempo promedio y velocidad media espacial vehicular por sentido de circulación.

Sentido	Distancia (km)	Tiempo Promedio (h)	Velocidad (km/h)
Sur - Norte	0,03237	0,000771	41,98
Norte - Sur	0,03237	0,000821	39,44
Sur - Norte en HMD	0,03237	0,000812	39,85
Norte - Sur en HMD	0,03237	0,002117	15,29

Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

A partir de la información suministrada en la tabla 20, se identifica que el tiempo promedio en que los vehículos circulan por los 32.37 metros en sentido norte – sur es de 2.955 segundos, con una velocidad media espacial de 39.44 km/h, mientras que en el sentido sur – norte es de 2.776 segundos, correspondientes a una velocidad de 41.98 km/h.

Para las horas de máxima demanda, el tiempo promedio en que los vehículos circulan por los 32.37 metros en sentido sur – norte, es de 2.92 segundos, es decir una velocidad de 39.85 km/h; mientras que, en sentido norte – sur tardan 7.62 segundos, con una velocidad de 15.29 km/h.

- **Volúmenes vehiculares:**

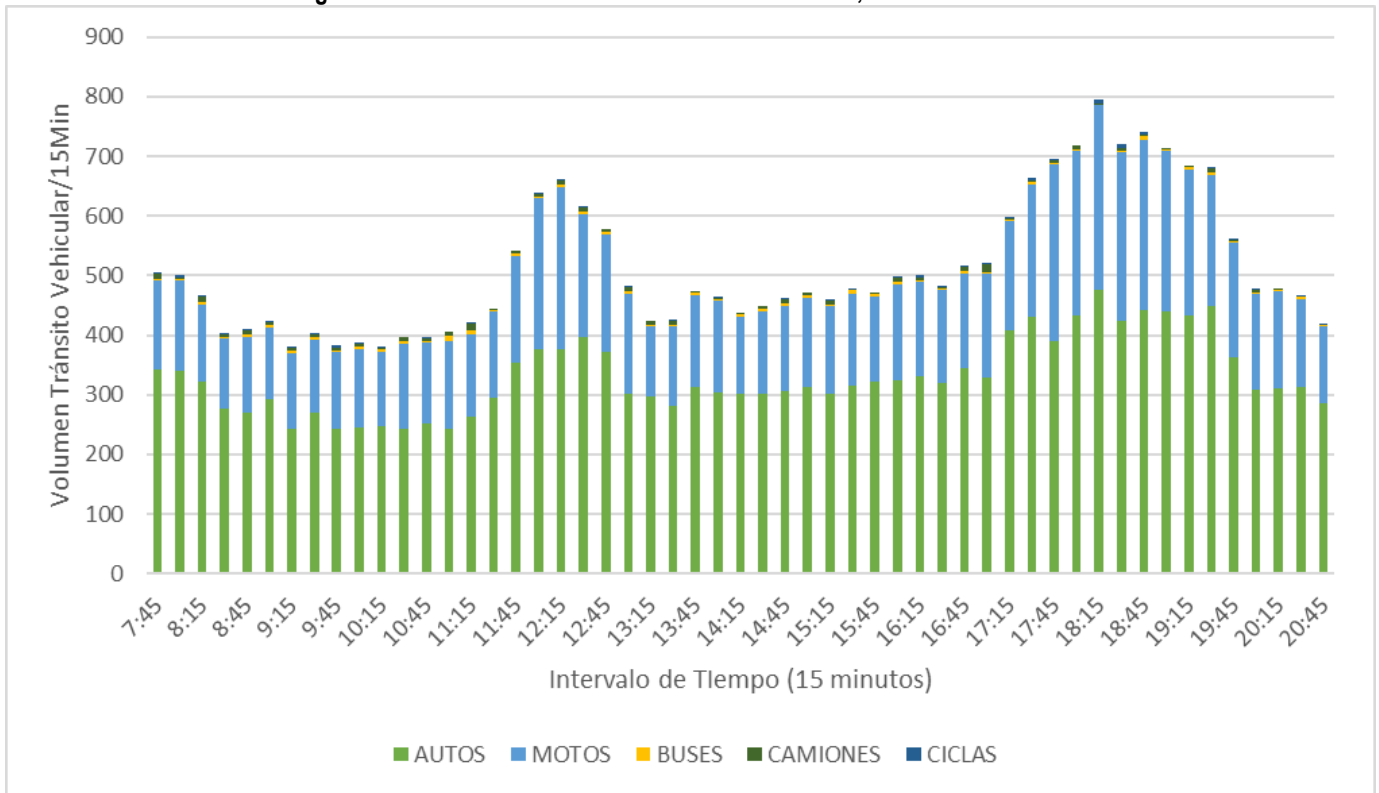
Considerando que ya se había capturado la información en las 13 horas y 15 minutos de grabaciones del viernes 15 de marzo, se procedió a digitalizarla y a crear las bases de datos.

Para esto, se inició el aforo con la visualización de los videos, obteniendo inicialmente los volúmenes vehiculares que usaban el corredor vial, solo teniendo en cuenta los movimientos 1 y 2 ya que eran los de mayor circulación, y así con este conteo determinar la hora de máxima demanda (HMD), obteniendo los datos por sentido, en intervalos de 15 minutos a través del formato de la ilustración 21.

El procesamiento de los aforos vehiculares que se obtuvieron por las grabaciones de este día, se pueden observar detalladamente en el Anexo C, allí se encontrarán los volúmenes vehiculares en intervalos de 15 minutos, volúmenes horarios, resumen del volumen y la composición vehicular del volumen diario, éstos por sentido y ambos sentidos de circulación.

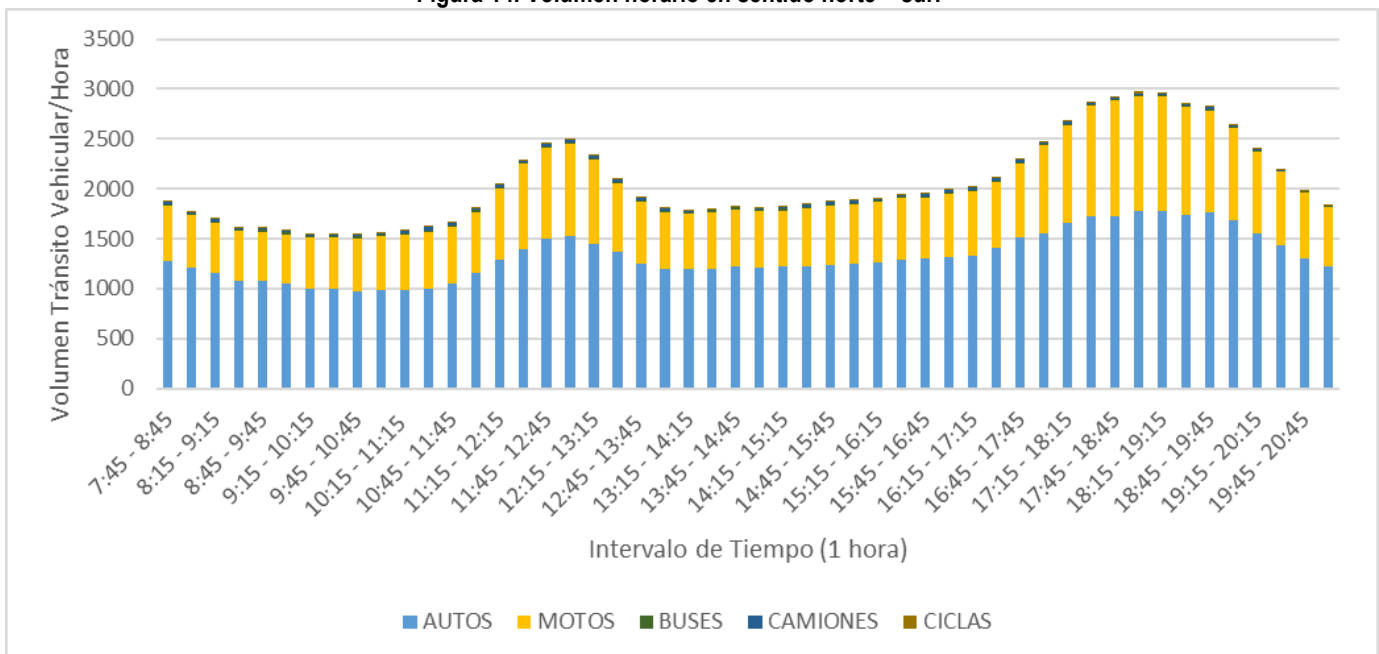
En las figuras 13 y 14, se observan los volúmenes diarios y horario que circulan en sentido norte – sur.

Figura 13. Volumen diario en intervalos de 15 minutos, sentido norte - sur



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

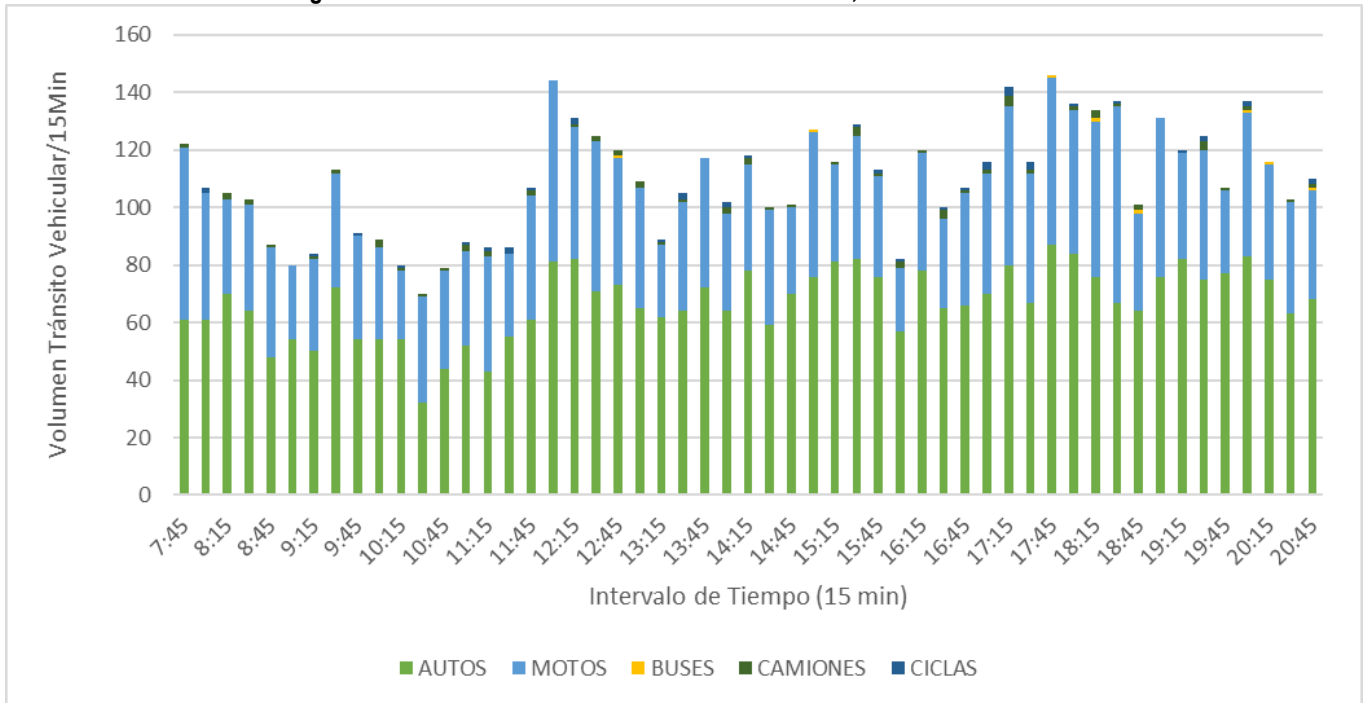
Figura 14. Volumen horario en sentido norte – sur.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

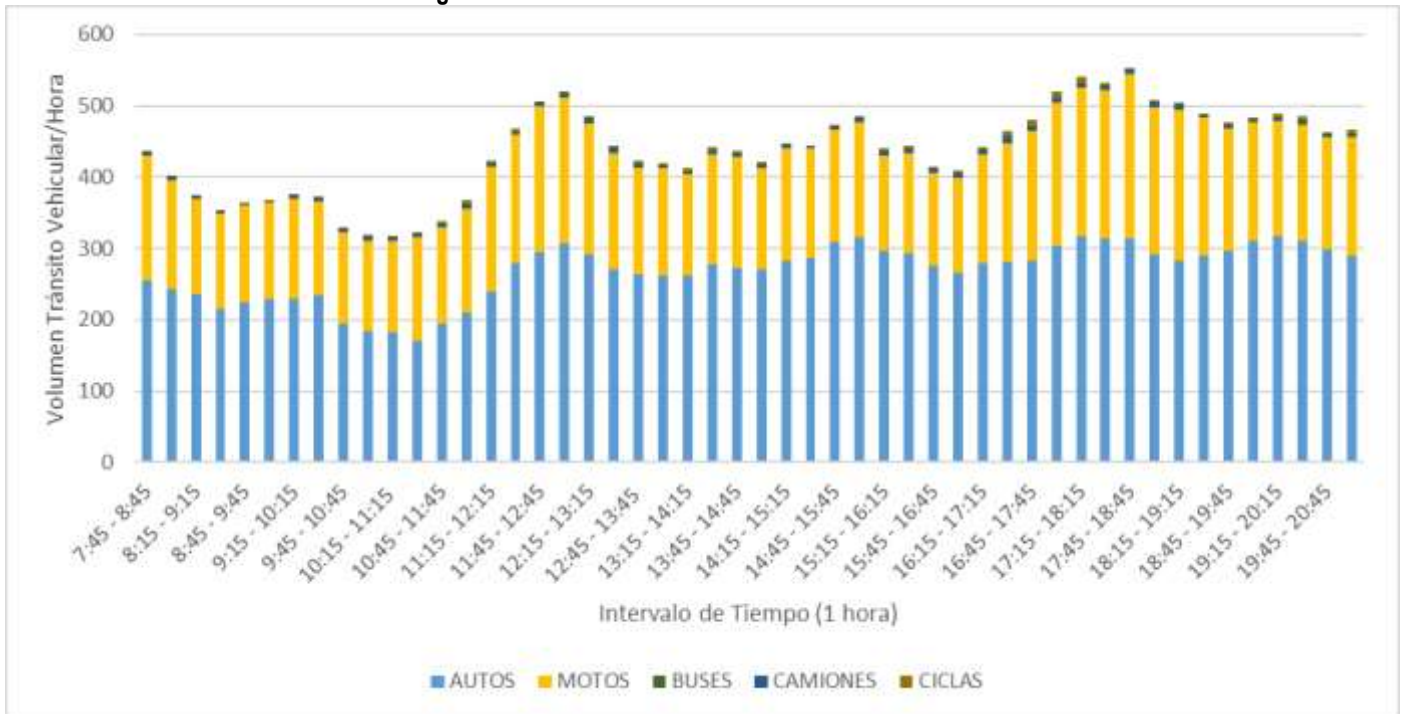
En las figuras 15 y 16, se observan los volúmenes diarios y horario que circulan en sentido sur - norte.

Figura 15. Volumen diario en intervalos de 15 minutos, sentido sur – norte.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

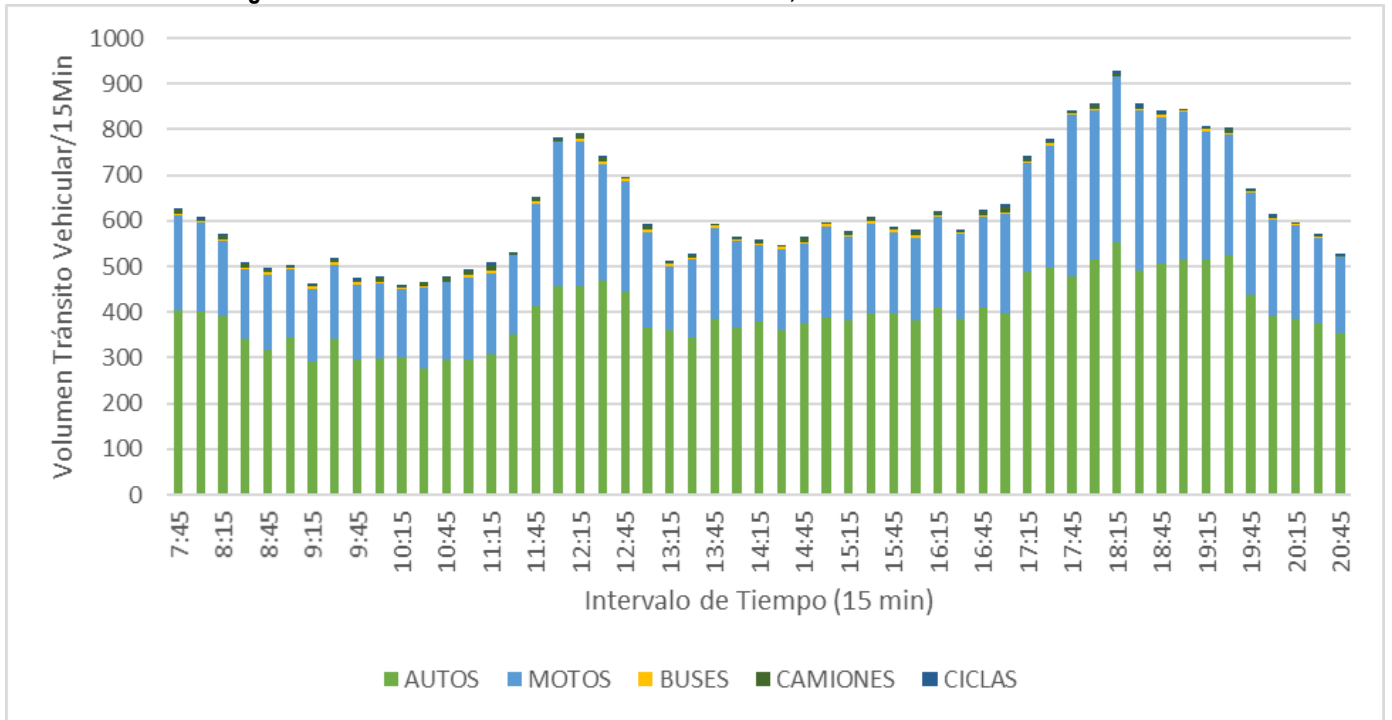
Figura 16. Volumen horario en sentido sur – norte.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

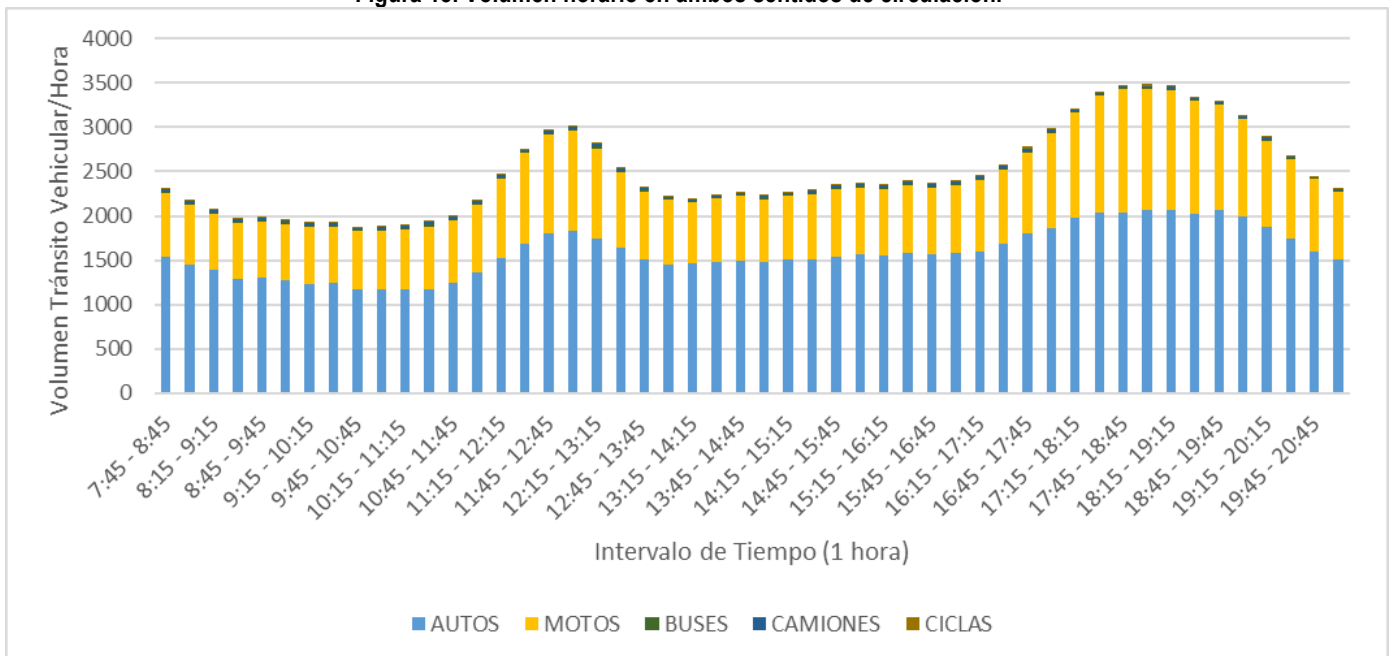
En las figuras 17 y 18, se observan los volúmenes diarios y horario que circulan en ambos sentidos.

Figura 17. Volumen diario en intervalos de 15 minutos, ambos sentidos de circulación.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Figura 18. Volumen horario en ambos sentidos de circulación.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

A partir de los datos obtenidos en el procesamiento de las grabaciones adquiridas en campo, realizadas el 15 de marzo desde las 7:45 hasta las 21:00 y su previa digitación, se logran los resultados mostrados en las tablas 21 - 23.

Tabla 21. Volúmenes diarios, de hora pico y factor de hora pico según el sentido de circulación.

SENTIDO	TPD	VHP	HORA PICO	FHP
NORTE - SUR	103007	2975	18:00 - 19:00	0,937
SUR - NORTE	21899	553	17:45 - 18:45	0,947
AMBOS SENTIDOS	124906	3483	18:00 - 19:00	0,938

Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Lo expuesto en la tabla 21, corresponde al volumen diario, volumen de la hora pico, la hora pico y el factor de la hora pico, por sentido y para ambos sentidos. El tránsito promedio diario para ambos sentidos es de 124.906 vehículos/día, mientras que la hora de máxima demanda se registra entre las 18:00 y 19:00 con un volumen total de 3.483 vehículos/hora y un factor en la hora pico igual a 0.938.

Nota: para efectos de claridad, se especifica que la hora de máxima demanda en la que se basará el estudio será la registrada por la sumatoria de los dos sentidos.

Tabla 22. Composición vehicular según el sentido de circulación.

SENTIDO	AUTOS	MOTOS	BUSES	CAMIONES	BICICLETAS
NORTE - SUR	64,15%	33,88%	0,77%	0,90%	0,31%
SUR - NORTE	61,19%	36,80%	0,13%	1,18%	0,70%
AMBOS SENTIDOS	63,63%	34,39%	0,66%	0,95%	0,38%

Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

En la tabla 22, se presenta la composición vehicular correspondiente a cada sentido y ambos sentidos del corredor vial, siendo esta discriminada en autos, motos, buses, camiones y bicicletas. Los porcentajes expuestos tienden a ser constantes en ambos sentidos viales, exceptuando los buses que arrojan mayor proporción en sentido norte – sur y las bicicletas que hacen mayor uso del sentido sur – norte.

Tabla 23. Composición vehicular en la HMD según el sentido de circulación.

SENTIDO	AUTOS	MOTOS	BUSES	CAMIONES	BICICLETAS
NORTE - SUR	59,63%	38,76%	0,44%	0,57%	0,61%
SUR - NORTE	56,78%	41,59%	0,36%	0,90%	0,36%
AMBOS SENTIDOS	59,29%	39,02%	0,43%	0,69%	0,57%

Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Mientras que en la tabla 23, se exhibe la composición vehicular correspondiente a cada sentido y ambos sentidos del corredor vial en la hora de máxima demanda, siendo esta discriminada en autos, motos, buses, camiones y bicicletas. Los porcentajes expuestos tienden a ser constantes en ambos sentidos viales,

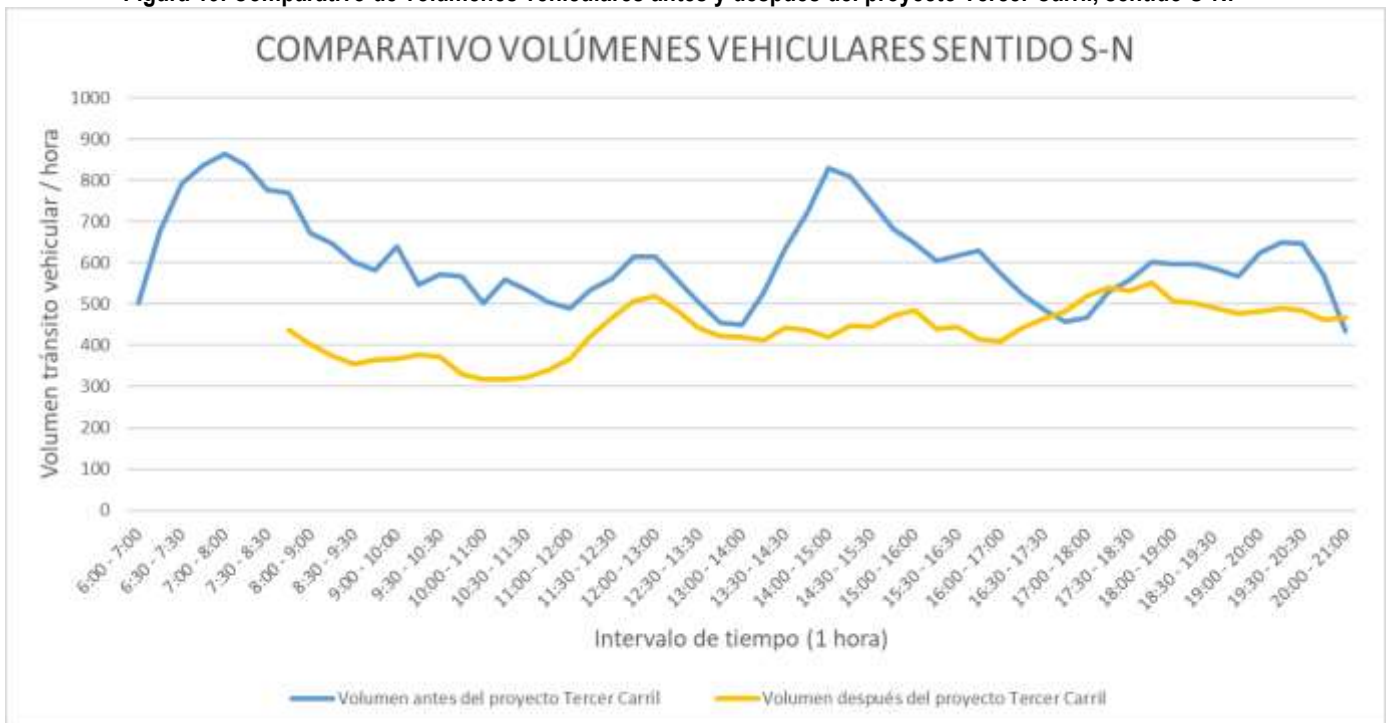
exceptuando los camiones que arrojan mayor proporción en sentido sur – norte y las bicicletas que hacen mayor uso del sentido norte – sur.

Cabe aclarar, que según lo expuesto en el capítulo 4, ítem 4.1 acerca del estudio de tránsito realizado por el Consorcio Soluciones Viales 2012, se evidencian dos horas de máxima demanda del viernes en el corredor a evaluar, una de ellas es de 6:45 – 7:45 en sentido sur – norte y la otra de 18:15 – 19:15 en sentido norte – sur. Mientras que, en los resultados mostrados en el presente capítulo, se presenta una sola hora de máxima demanda en la cual se basará el estudio, como se había indicado esta sería de 18:00 – 19:00.

En las figuras 19 - 21, se observa el comparativo de volúmenes vehiculares por sentidos, antes y después de la construcción del tercer carril.

En la figura 19, se evidencia que con los cambios viales que se llevaron a cabo por las obras del Tercer Carril, el volumen vehicular que salía del barrio Diamante 2 en sentido sur – norte se disminuyó evidentemente, ya que luego de estas obras quienes van hacia la Autopista Floridablanca están tomando otras rutas al no existir una salida directa a esta, antes de las obras dicha salida era la oreja que se encontraba en el CAI de Diamante oriental.

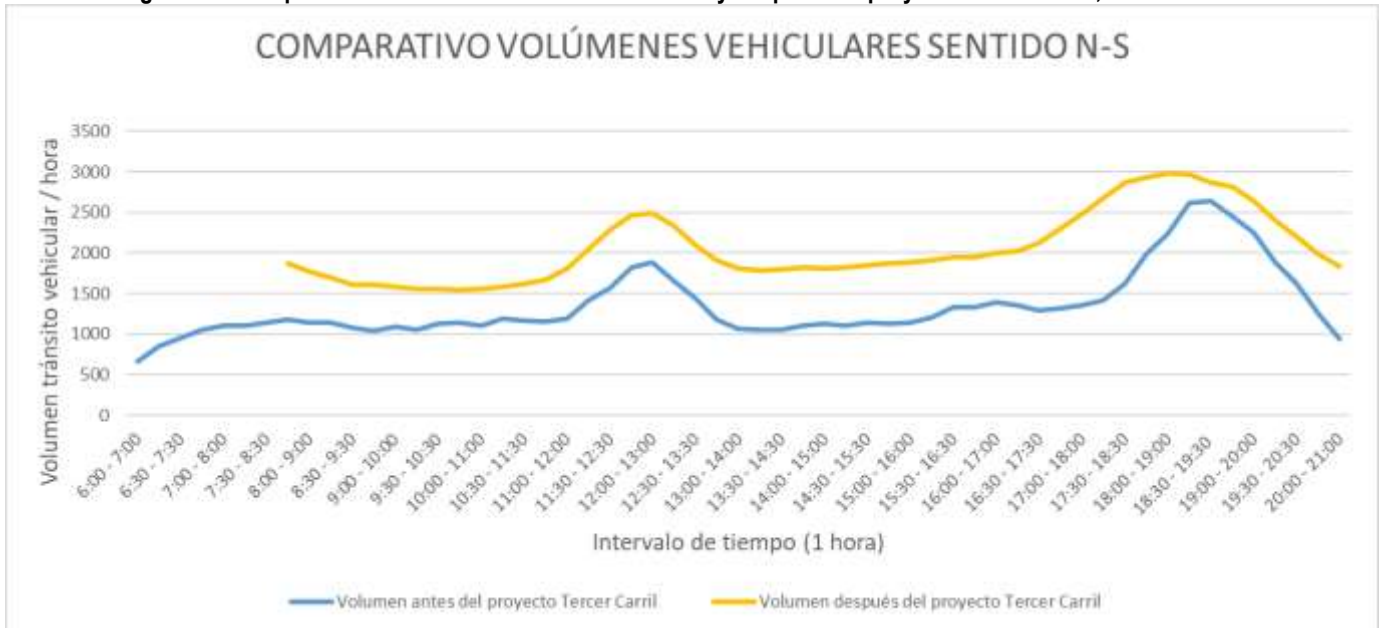
Figura 19. Comparativo de volúmenes vehiculares antes y después del proyecto Tercer Carril, sentido S-N.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Mientras que en la figura 20, se exhibe que después de los cambios viales realizados en la entrada del barrio diamante 2, se ha incrementado el volumen vehicular que transita en sentido norte – sur, y que la hora de máxima demanda se presenta 15 minutos antes de la que había antes de la construcción del tercer carril.

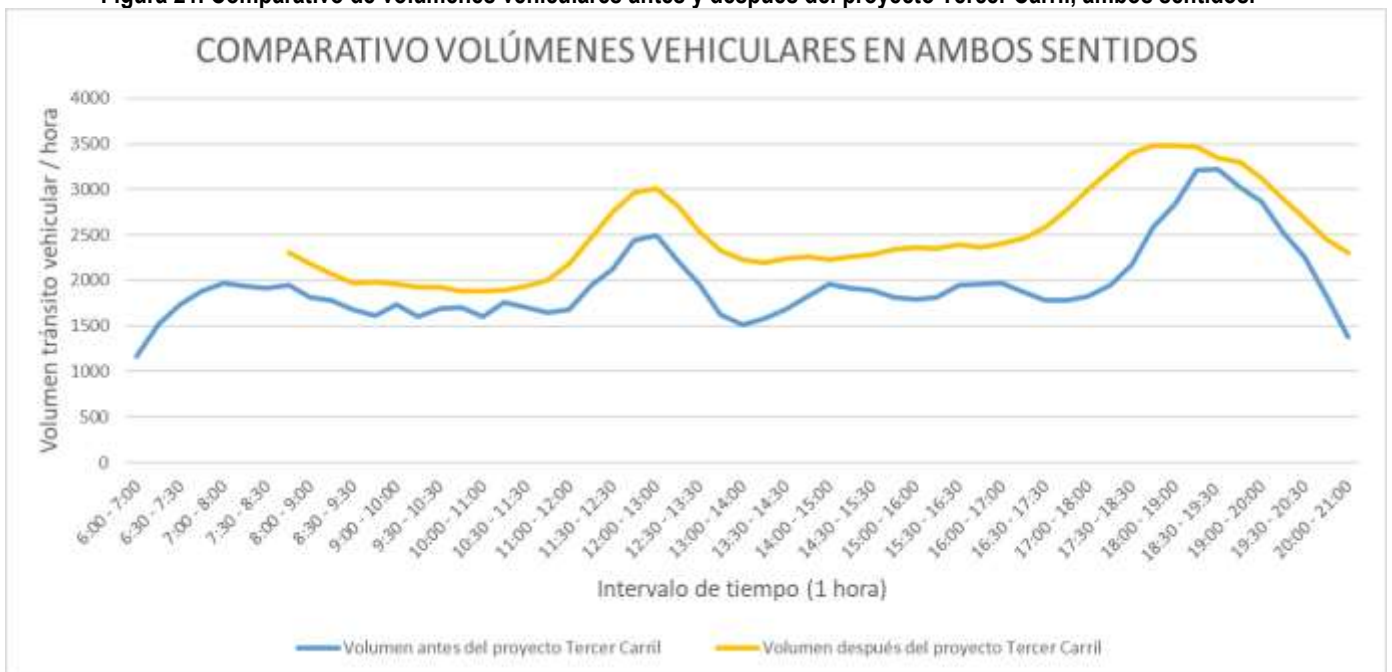
Figura 20. Comparativo de volúmenes vehiculares antes y después del proyecto Tercer Carril, sentido N-S.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

A continuación, en la figura 21 se exponen los volúmenes vehiculares en ambos sentidos. En esta, se puede apreciar que los volúmenes antes y después del tercer carril presentan un comportamiento similar a pesar de ser tomados en diferentes años, quedando plasmado el crecimiento del parque automotor.

Figura 21. Comparativo de volúmenes vehiculares antes y después del proyecto Tercer Carril, ambos sentidos.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Por lo tanto, basándonos en que la hora de máxima demanda se presenta de 18:00 – 19:00 en ambos sentidos, se totaliza el volumen horario, contabilizado en intervalos de 15 minutos el viernes 29 de marzo como se expone en la tabla 24.

Tabla 24. Volúmenes vehiculares en HMD (18:00 – 19:00), viernes 29 de marzo.

VOLÚMENES DE TRÁNSITO VEHICULAR EN HORA PICO									
	HR INICIO	HR FINAL	AUTOS	MOTOS	BUSES	CAMIONES	CICLAS	TOTAL	VOLUMEN HORA
Sentido N-S	18:00	18:15	365	209	3	1	4	582	2450
	18:15	18:30	415	234	3	4	6	662	
	18:30	18:45	379	198	6	2	4	589	
	18:45	19:00	408	196	6	4	3	617	
Sentido S-N	18:00	18:15	80	41	0	1	1	123	445
	18:15	18:30	62	44	1	0	0	107	
	18:30	18:45	77	39	1	1	0	118	
	18:45	19:00	59	36	1	0	1	97	
Ambos Sentidos	18:00	18:15	445	250	3	2	5	705	2895
	18:15	18:30	477	278	4	4	6	769	
	18:30	18:45	456	237	7	3	4	707	
	18:45	19:00	467	232	7	4	4	714	

Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Conforme a lo que se encuentra en la tabla 24, el volumen en hora de máxima demanda de ambos sentidos es de 2.895 vehículos/hora, viéndose reducido respecto al identificado el viernes 15 de marzo con un total de 3.483 vehículos/hora de acuerdo con la tabla 21; como posible causa de la disminución del volumen se considera los factores climáticos presentados durante el día.

Así mismo, se tienen en cuenta los movimientos presentados en la intersección 1 y como se había mencionado anteriormente, estos fueron obtenidos por un aforo manual en el cual se obtuvieron los resultados de la tabla 25.

Tabla 25. Volumen vehicular por movimientos en la intersección 1.

MOVIMIENTO	1	4
TOTAL VEHICULOS	686	1764
Porcentaje	28%	72%

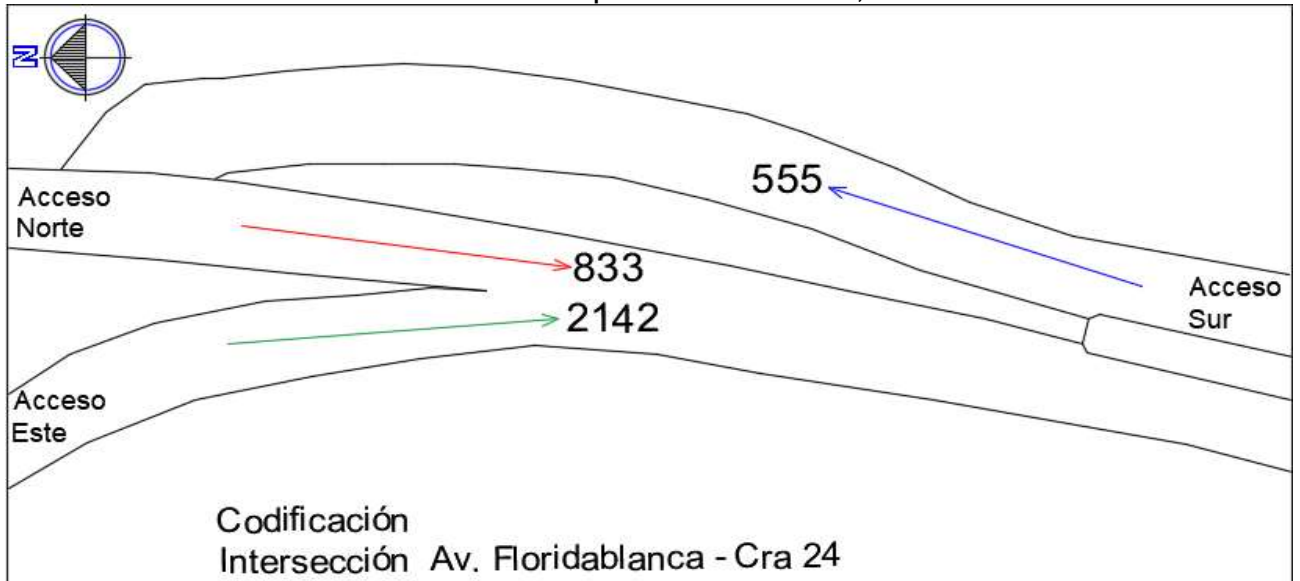
Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

A disposición de la tabla 25, se logran los porcentajes de vehículos que ingresan en sentido norte – sur por los movimientos 1 y 4. Considerando que se busca evaluar el corredor vial presentando un flujo de máxima demanda, se llevará a cabo la evaluación de los movimientos vehiculares en las tres intersecciones de acuerdo con los videos captados el viernes 15 de marzo, a lo cual corresponde:

En la intersección 1, se generará una proporción de acuerdo con la obtenida en la tabla 25, para el volumen de hora pico en los movimientos 1 y 4. En las intersecciones 2 y 3, se hace necesario determinar sus respectivos movimientos, partiendo de las videograbaciones generadas el viernes 15 de marzo.

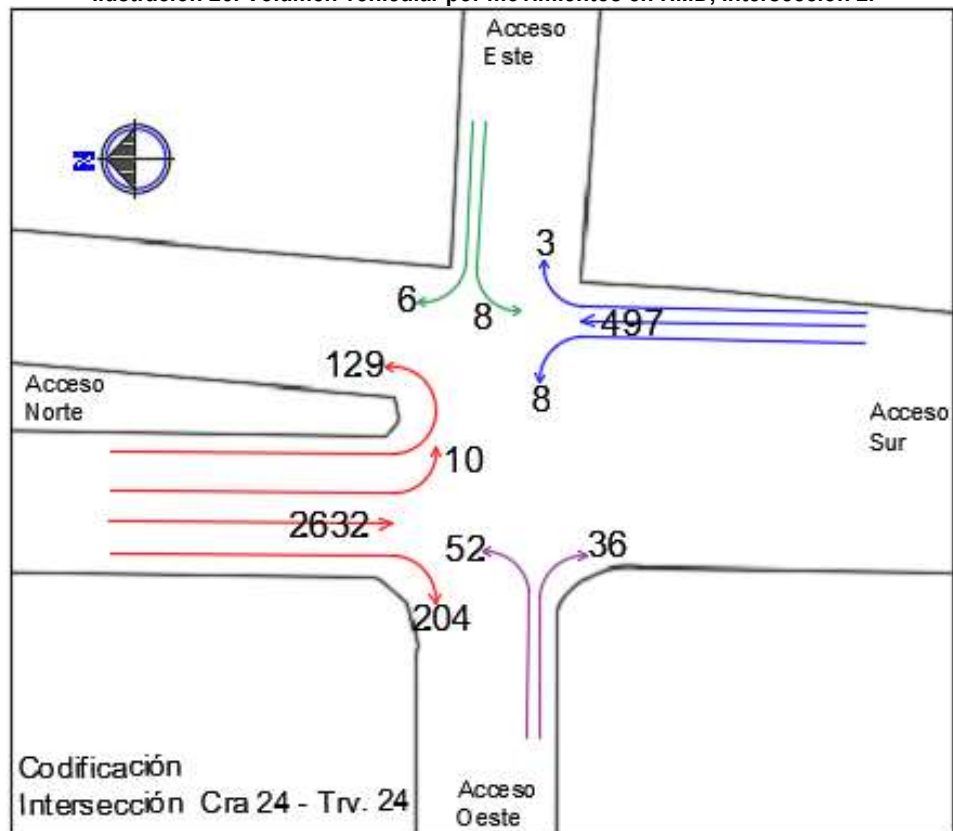
Es preciso aclarar, que la representación de los movimientos se implementó para el viernes 15 de marzo, como se muestra en las ilustraciones 24 - 26, correspondientes a la hora de máxima demanda y de todos los movimientos realizados por los vehículos que transitan por el corredor vial en dicha hora.

Ilustración 24. Volumen vehicular por movimientos en HMD, intersección 1.



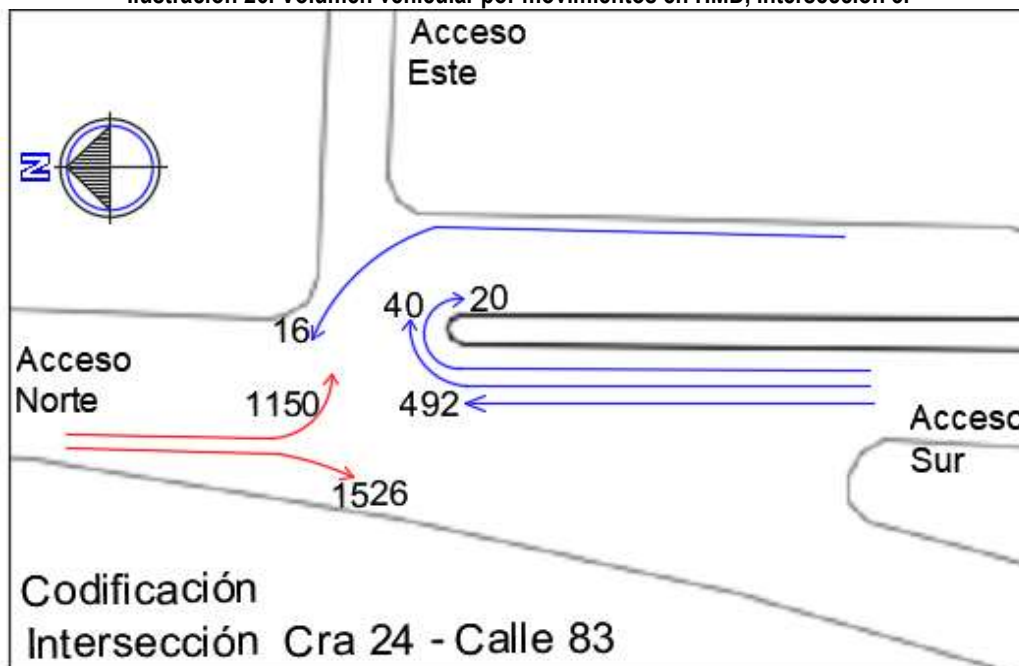
Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Ilustración 25. Volumen vehicular por movimientos en HMD, intersección 2.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Ilustración 26. Volumen vehicular por movimientos en HMD, intersección 3.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

En las ilustraciones 24 - 26, se señalan de manera explícita los movimientos vehiculares registrados en los aforos, y de acuerdo con la codificación vehicular por intersecciones (ver ilustraciones 16 - 18), se presentan mayores conflictos y flujo vehicular en la intersección 2, con un total de 11 posibles movimientos y 3.585 vehículos que hacen uso de dicha intersección en la hora de máxima demanda, como se evidencia en la tabla 26.

Tabla 26. Volúmenes vehiculares por movimientos en HMD (18:00 - 19:00).

Intersección	MOVIMIENTO	1	2	4	TOTAL								
1	TOTAL VEHICULOS	833	555	2142	3530								
Intersección	MOVIMIENTO	1	5	9(1)	10(1)	2	6	9(2)	7	9(3)	8	9(4)	TOTAL
2	TOTAL VEHICULOS	2632	10	204	129	497	8	3	52	36	8	6	3585
Intersección	MOVIMIENTO	5	9(1)	2	6	9(2)	10(2)	TOTAL					
3	TOTAL VEHICULOS	1150	1526	492	16	40	20	3244					

Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

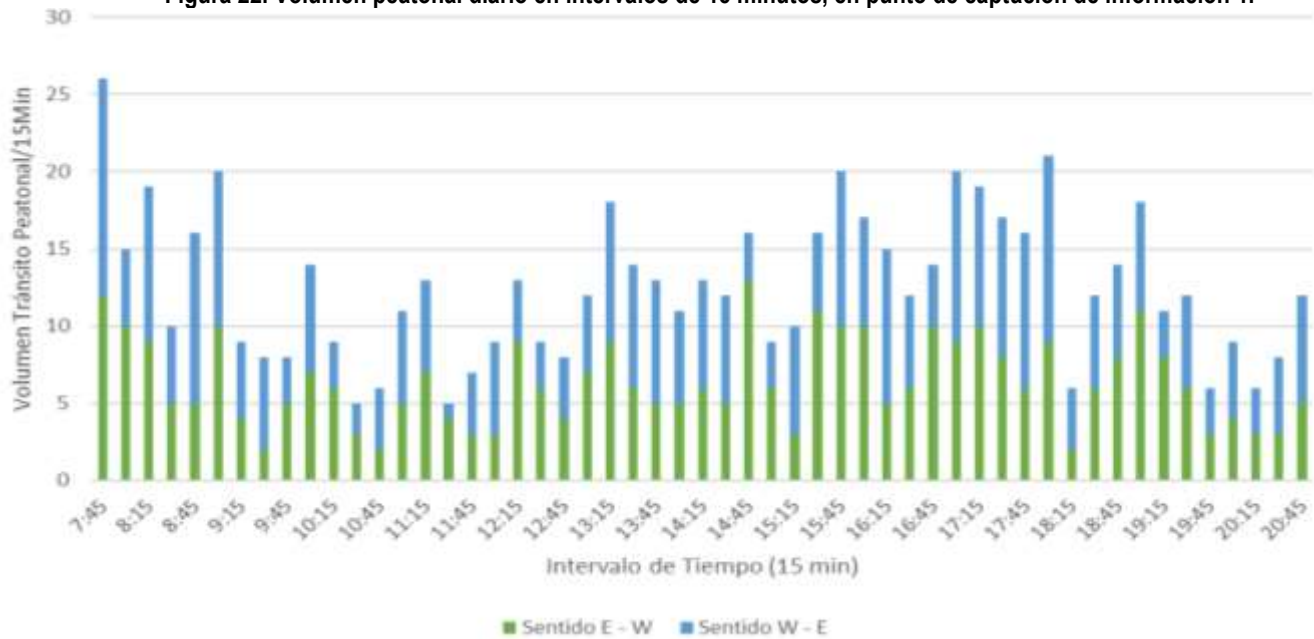
- **Volúmenes peatonales:**

De acuerdo a los datos obtenidos en los puntos de captación de información, realizado el viernes 15 de marzo de 2019 en el horario de 7:45 – 21:00 en intervalos de 15 minutos, y respecto al punto donde se realizó la grabación, se alcanzan los resultados expuestos en las figuras 22 - 27 y sus respectivos resúmenes en las tablas 27 – 29.

Se establecen los volúmenes peatonales por conflicto vehículo – peatón, donde se localizan los sentidos este – oeste y oeste – este en el punto de captación de información 1, expuestos en intervalos de 15 minutos como se muestra en la figura 22.

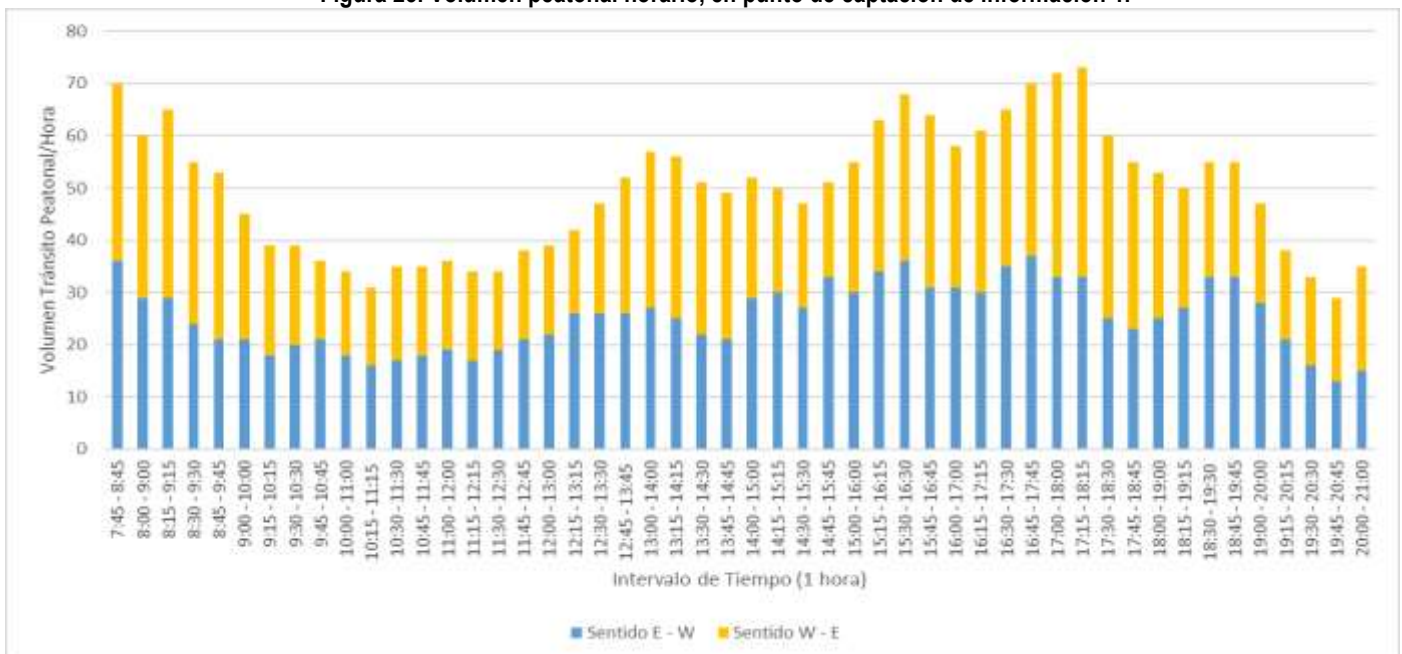
Mientras que, en la figura 23 se presentan los volúmenes horarios discriminados por sentidos, en esta se puede identificar la hora de máxima demanda peatonal que transita a la altura de la intersección vehicular 2.

Figura 22. Volumen peatonal diario en intervalos de 15 minutos, en punto de captación de información 1.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Figura 23. Volumen peatonal horario, en punto de captación de información 1.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Tabla 27. Resumen volumen horario peatonal en punto de captación de información 1.

	Sentido E-W	Sentido W-E	TOTAL
T. AFORO	1267	1224	2491
% TOTAL	50,86%	49,14%	100%

HORA PICO DEL DÍA

Volumen Peatonal Pico Observado (VHP)	73 Peatones/Hora
Hora Volúmen Hora Pico	17:15 - 18:15
Mayor Volúmen Peatonal en 15 minutos	26 Peatones/15min

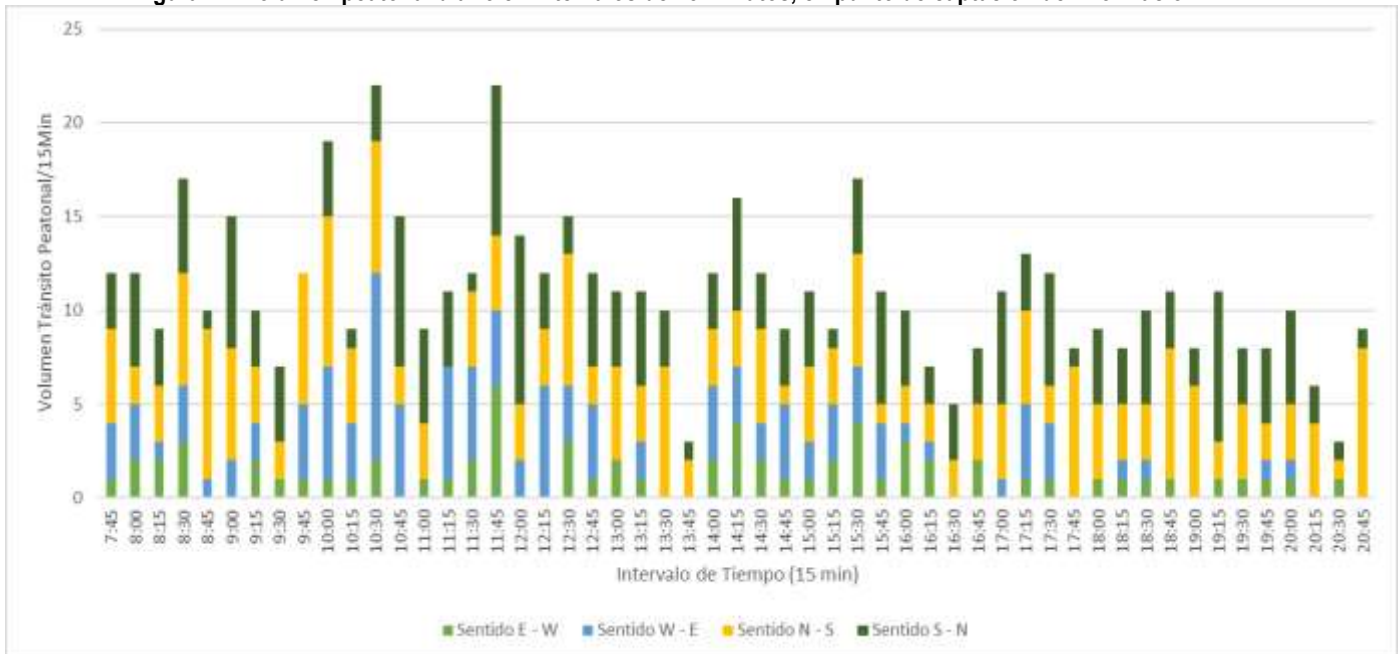
Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Según la tabla 27, el mayor volumen peatonal se presentó en el sentido este – oeste correspondiente al 50.86% de 2.491 peatones que hacen uso de la intersección vehicular 2. Adicional, se encuentra un máximo de 26 peatones observados en intervalos de 15 minutos, mientras la hora de máxima demanda se encuentra ubicada entre las 17:15 y 18:15 con 73 peatones.

Se corroboran los volúmenes peatonales por conflicto vehículo – peatón, donde se localizan los sentidos este – oeste, oeste – este, norte – sur y sur - norte en el punto de captación de información 2, expuestos en intervalos de 15 minutos como se muestra en la figura 24.

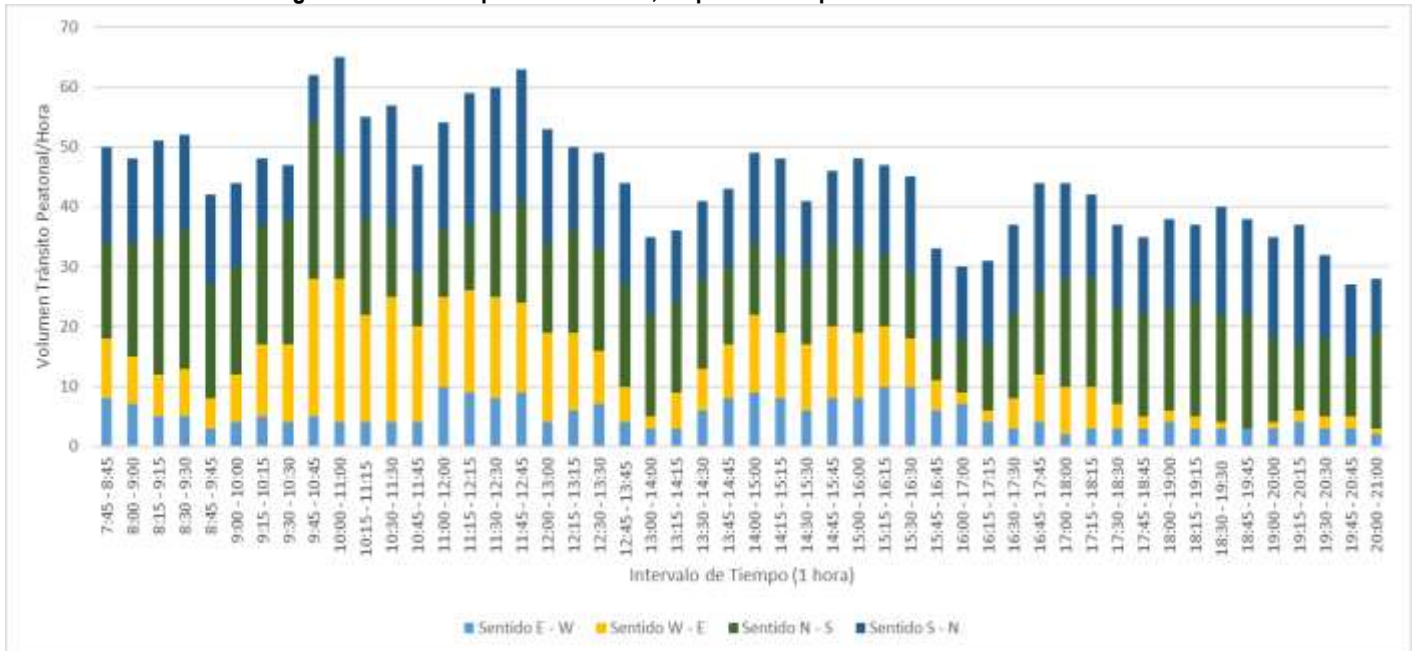
Mientras que, en la figura 25 se presentan los volúmenes horarios discriminados por sentidos, en esta se puede identificar la hora de máxima demanda peatonal que transita a la altura de la intersección vehicular 3.

Figura 24. Volumen peatonal diario en intervalos de 15 minutos, en punto de captación de información 2.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Figura 25. Volumen peatonal horario, en punto de captación de información 2.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Tabla 28. Resumen volumen horario peatonal en punto de captación de información 2.

	Sentido E-W	Sentido W-E	Sentido N-S	Sentido S-N	TOTAL
T. AFORO	261	436	772	755	2224
% TOTAL	11,74%	19,60%	34,71%	33,95%	100%

HORA PICO DEL DÍA

Volumen Peatonal Pico Observado (VHP)

65 Peatones/Hora

Hora Volúmen Hora Pico

10:00 - 11:00

Mayor Volúmen Peatonal en 15 minutos

22 Peatones/15min

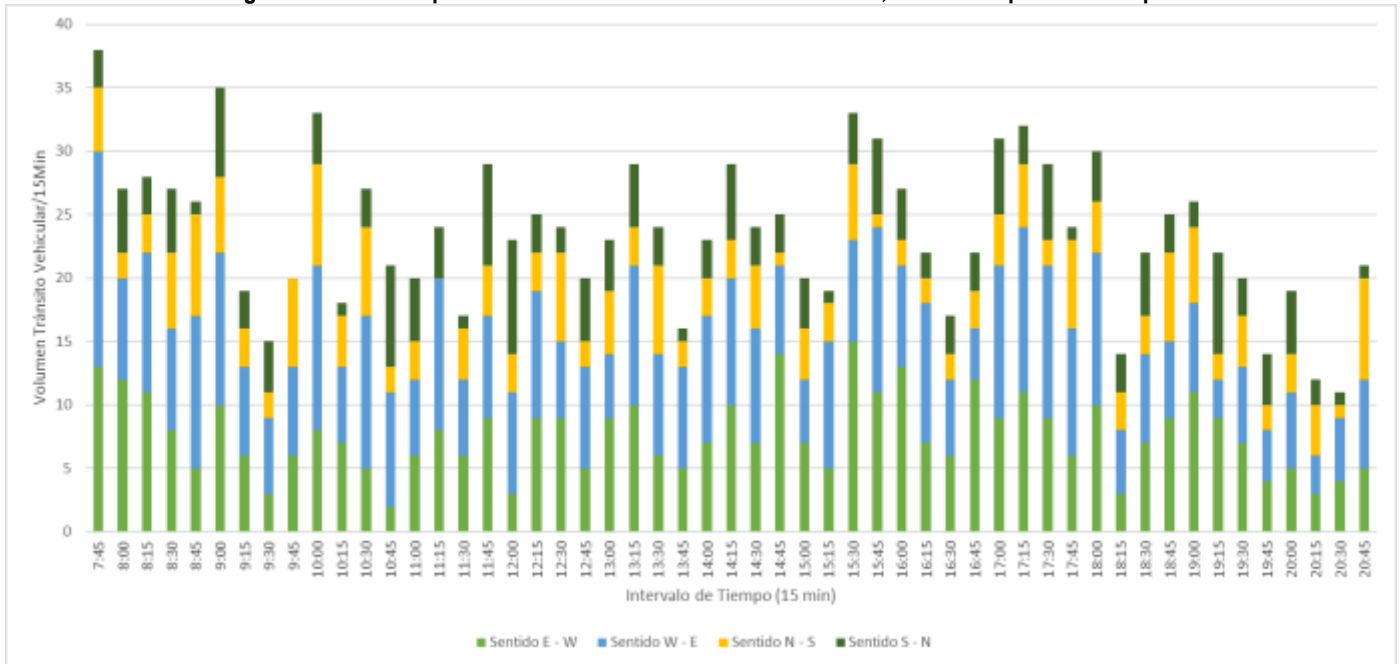
Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

En la tabla 28 el mayor volumen peatonal se presentó en el sentido norte – sur, correspondiente al 34.71% de 2.224 peatones que hacen uso de la intersección vehicular 3, en sus cuatro posibles sentidos de circulación. Adicional, la hora de máxima demanda se encuentra ubicada entre las 10:00 y 11:00 con 65 peatones y un máximo de 22 peatones observados en intervalos de 15 minutos.

Se constatan los volúmenes peatonales por conflicto vehículo – peatón, donde se localizan los sentidos este – oeste, oeste – este, norte – sur y sur - norte en la sumatoria de los dos puntos de captación de información, expuestos en intervalos de 15 minutos como se muestra en la Figura 26.

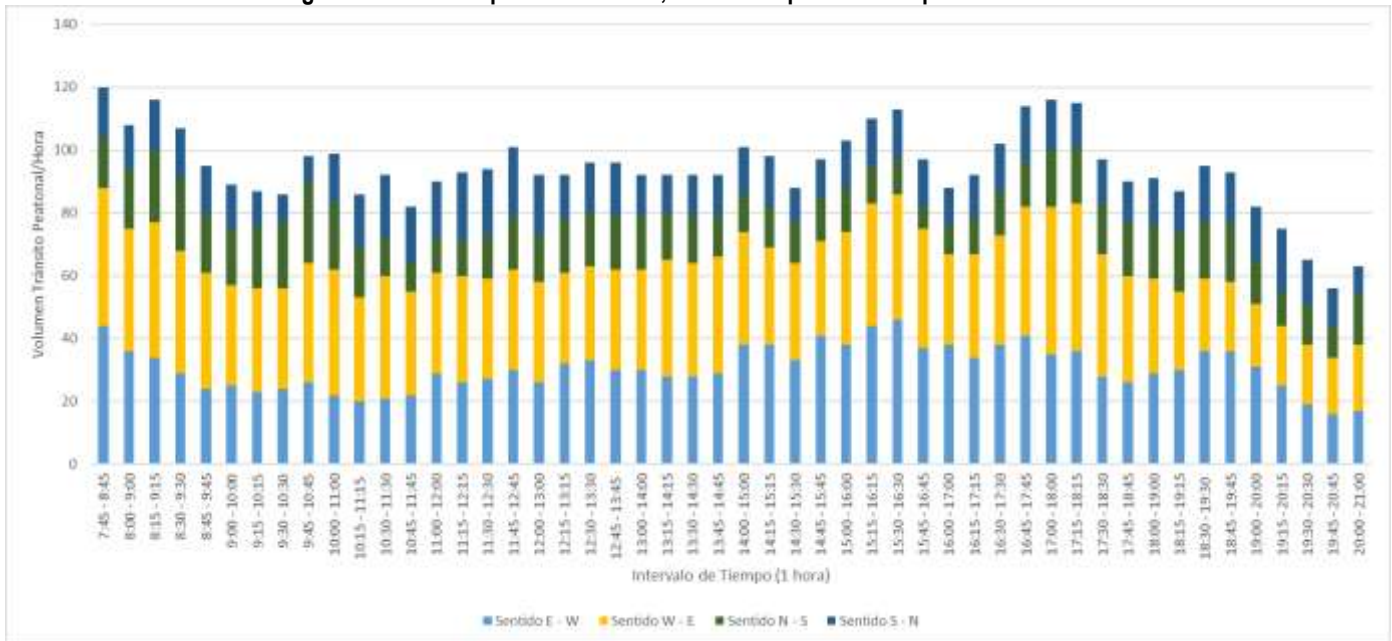
Mientras que en la figura 27, se presentan los volúmenes horarios discriminados por sentidos, en esta se puede identificar la hora de máxima demanda peatonal que transitan por el corredor vial.

Figura 26. Volumen peatonal diario en intervalos de 15 minutos, en los dos puntos de captación.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Figura 27. Volumen peatonal horario, en los dos puntos de captación de información.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Tabla 29. Resumen volumen horario peatonal, en ambos puntos de captación de información.

	Sentido E-W	Sentido W-E	Sentido N-S	Sentido S-N	TOTAL
T. AFORO	1528	1660	772	755	4715
% TOTAL	32,41%	35,21%	16,37%	16,01%	100%

HORA PICO DEL DÍA

Volumen Peatonal Pico Observado (VHP)

120 Peatones/Hora

Hora Volúmen Hora Pico

7:45 - 8:45

Mayor Volúmen Peatonal en 15 minutos

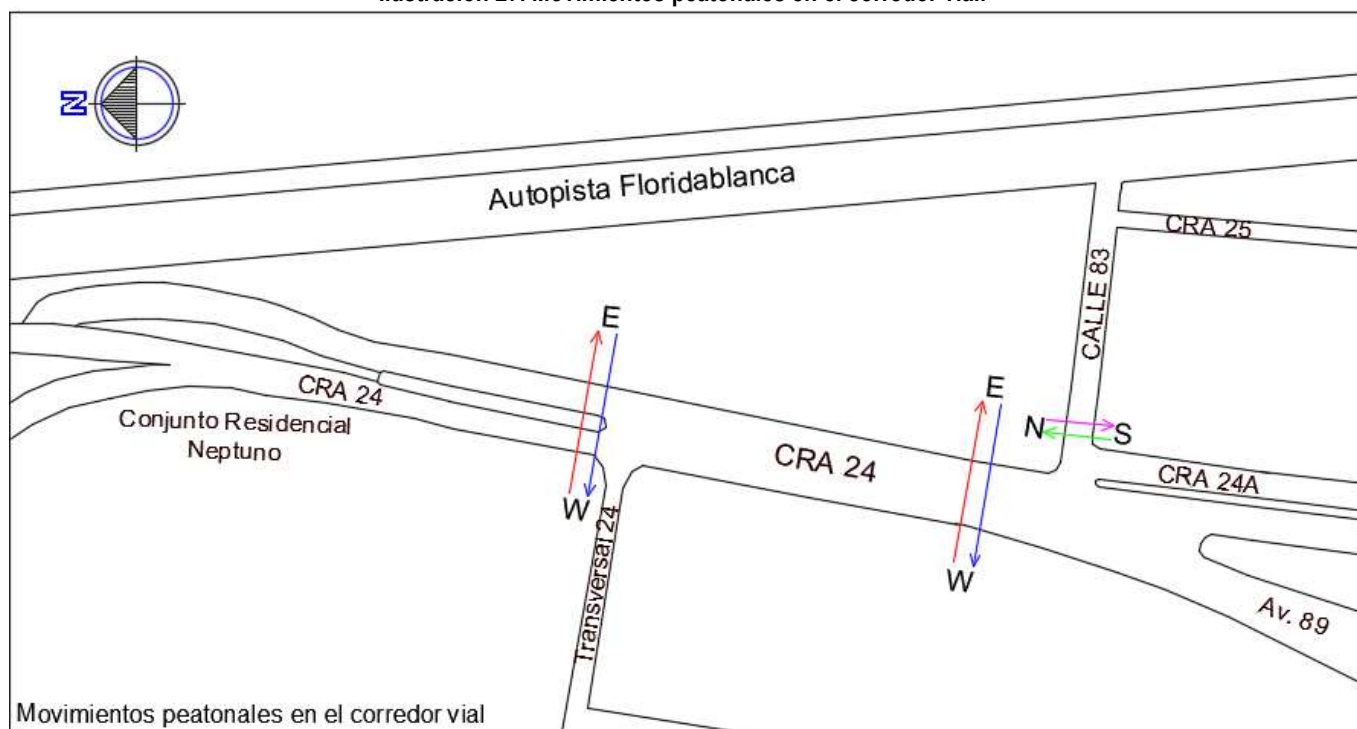
38 Peatones/15min

Fuente: Elaboración propia, a partir de la información registrada en campo.

Por medio de la tabla 29, se logra reflejar que en el sentido oeste – este es donde más se presenta conflicto vehículo – peatón, con un total del 35.21% de los 4.715 peatones que hacen uso del corredor evaluado en el presente documento; de igual forma, la hora de máxima demanda se encuentra ubicada entre las 7:45 y 8:45 con 120 peatones y un máximo de 38 peatones observados en intervalos de 15 minutos.

Para clarificar lo anteriormente expuesto, en la ilustración 27 se evidencian los sectores donde se realizan los cruces peatonales dentro del corredor vial.

Ilustración 27. Movimientos peatonales en el corredor vial.



Fuente: Elaboración propia.

En el Anexo D, se desglosan los datos obtenidos por las 13 horas y 15 minutos de aforo peatonal, en este se encontrarán los volúmenes de tránsito peatonal por sentidos y en intervalos de 15 y 60 minutos, de acuerdo con el punto de captación de información y la sumatoria de ambos puntos.

7. CONSTRUCCIÓN MODELOS

La base para la modelación de tránsito se fundamenta en las teorías microscópicas y macroscópicas, estando estos relacionados a métodos y modelos matemática para representar los diferentes comportamientos del flujo vehicular. Dichos modelos buscan consolidar el manejo de las dos principales variables, espacio y tiempo continuo.

A su vez, los modelos de tránsito presentan variedad en su clasificación, dentro de estas se encuentran: clasificación fundamentada en el volumen de la fluctuación que le es asignada, clasificación por infraestructura que el modelo analice (autopistas, arterias, intersecciones), clasificación según su forma de evaluar y, por último, la establecida en detalles de simulación. [26]

De acuerdo a la clasificación establecida en detalles de simulación, los modelos se subdividen en macroscópicos, mesoscópicos y microscópicos; dadas las características obtenidas en campo es necesaria una modelación microscópica, basándonos en los beneficios que dicha modelación representa, como lo son el alcance geográfico y temporal, número de alternativas y calidad de los datos, que de la mano a una adecuada calibración permiten generar un modelo veraz.

Los datos requeridos para llevar a cabo la simulación parten de la geometría del corredor, la señalización, demandas y datos de calibración.

Con las características anteriormente expuestas, se opta por realizar las micro simulaciones con el software de modelación de tránsito PTV VISSIM; ya que esta cuenta internamente con dos partes, la primera el intercambio de llamadas de detector y segundo, el estado de la señal a través de una interfaz. Es decir, la simulación crea una visualización en línea de la operación del tráfico y fuera de línea, genera archivos de salida de recopilación de datos estadísticos, en los cuales se pueden encontrar tiempos de viaje, longitudes de cola, niveles de servicio, demoras, entre otras; una característica adicional es que este software usa el modelo psico-físico de comportamiento de conductor desarrollado por WIEDEMANN (1974). [27]

Como se había mencionado, los modelos requieren de una calibración para obtener la veracidad de los resultados que arroja el software; dicha calibración se puede presentar por medio del estadístico GEH, que permite comparar dos conjuntos de volúmenes de tráfico, el asignado por el programa con respecto al volumen tomado en campo; este se puede calcular por medio de la siguiente ecuación.

Ecuación 3. Estadístico GEH

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M - C)^2}{M + C}}$$

Fuente: Traffic Modeling Guidelines, Smith y Blewitt, 2010. [28]

Donde:

M = volumen de tráfico asignado

C = aforo obtenido en campo

Para estimar un modelo de transporte calibrado, con un GEH inferior a 5.0 designa una adecuada relación entre vehículos simulados y observados, para el intervalo de 5.0 a 10.0 resulta de un ajuste moderado, mientras que valores mayores a 10.0 representan una alta probabilidad de problemas a la hora de la toma de información primaria, tales como, los mismos volúmenes o la geometría del corredor. [29]

Si se obtienen varios valores de GEH, se considera que si el 60% de los valores es $GEH < 5$, el 95% de $GEH < 10$ y el 100% de los datos obtienen un $GEH < 12$, entonces el modelo tiene una adecuada calibración por volumen. [30]

Nota: Como se había mencionado anteriormente el software adecuado para realizar las modelaciones es PTV VISSIM, sin embargo, estas se realizarán por medio de la versión estudiantes ya que no se cuenta con la licencia absoluta de dicho programa. Es preciso aclarar que con esta versión se pueden realizar simulaciones de solo 600 segundos, por lo que los resultados obtenidos a partir de la construcción de los modelos son los representativos para este tiempo; debido a esto los volúmenes que se estarán evaluado corresponden a 1/6 de los reales; a pesar de solo modelar este tiempo, los resultados expresarán su grado de confiabilidad de acuerdo a los valores del estadístico GEH.

7.1 MODELO ANTES DEL PROYECTO TERCER CARRIL

Se expondrá la manera en que se llevó a cabo la simulación de la situación antes del proyecto tercer carril, en base a la información registrada por el estudio de tránsito efectuado por el consorcio Soluciones Viales 2012, expuesto en el capítulo 4, ítem 4.1.

A continuación, se mostrarán los pasos para la creación del modelo con la información recopilada mediante la revisión bibliográfica, para luego este ser evaluado.

7.1.1 CONSTRUCCIÓN DE LA MALLA VIAL

Inicialmente, se realiza la creación de la red mediante la geometría del corredor vial, por medio de una fotografía satelital o un plano que sería la guía para el trazado de las vías. Dicha fotografía o plano deberá ser escalada dentro del software para que la simulación sea lo más cercano posible a la realidad, como se observa en la ilustración 28.

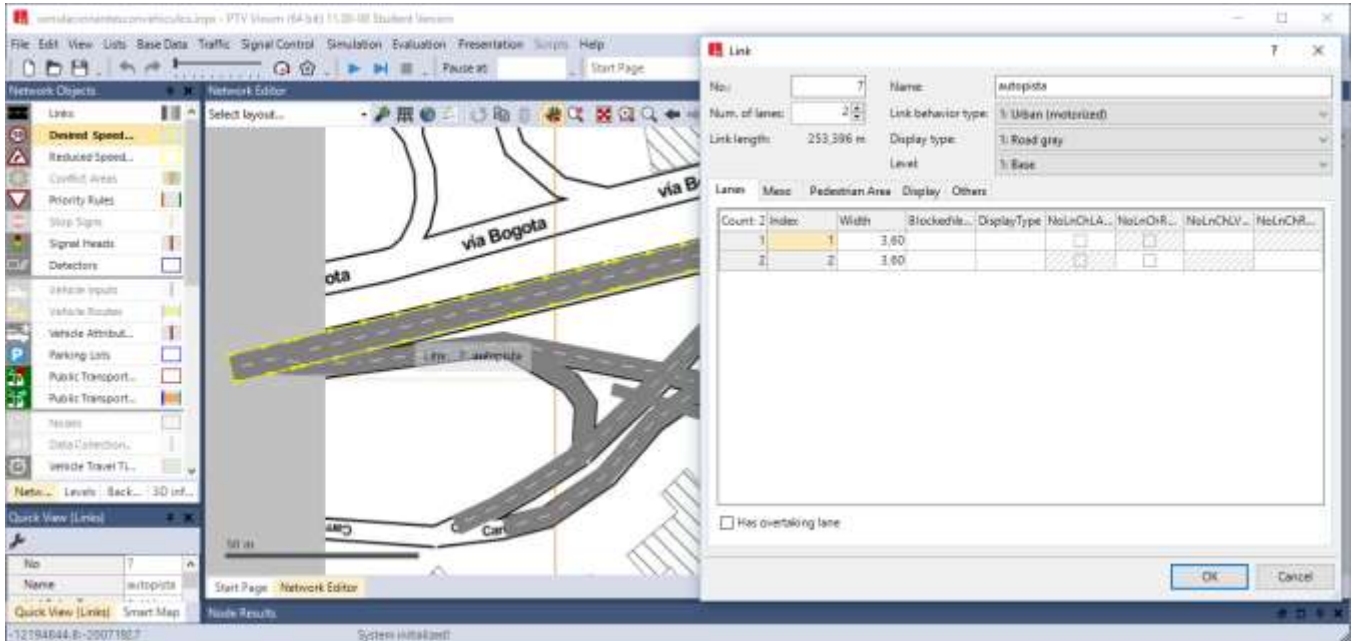
Ilustración 28. Geometría del antiguo corredor vial escalada



Fuente: Elaboración propia.

Una vez escalada la imagen, se procede a la construcción de la malla vial utilizando la herramienta links y conectores; con los cuales se asigna links para el trazado de las vías y conectores para unir las diferentes vías ya construidas. Al momento de ser creado cada uno de estos elementos, se asignará un nombre para la identificación de estos, el número de carriles y su respectivo ancho.

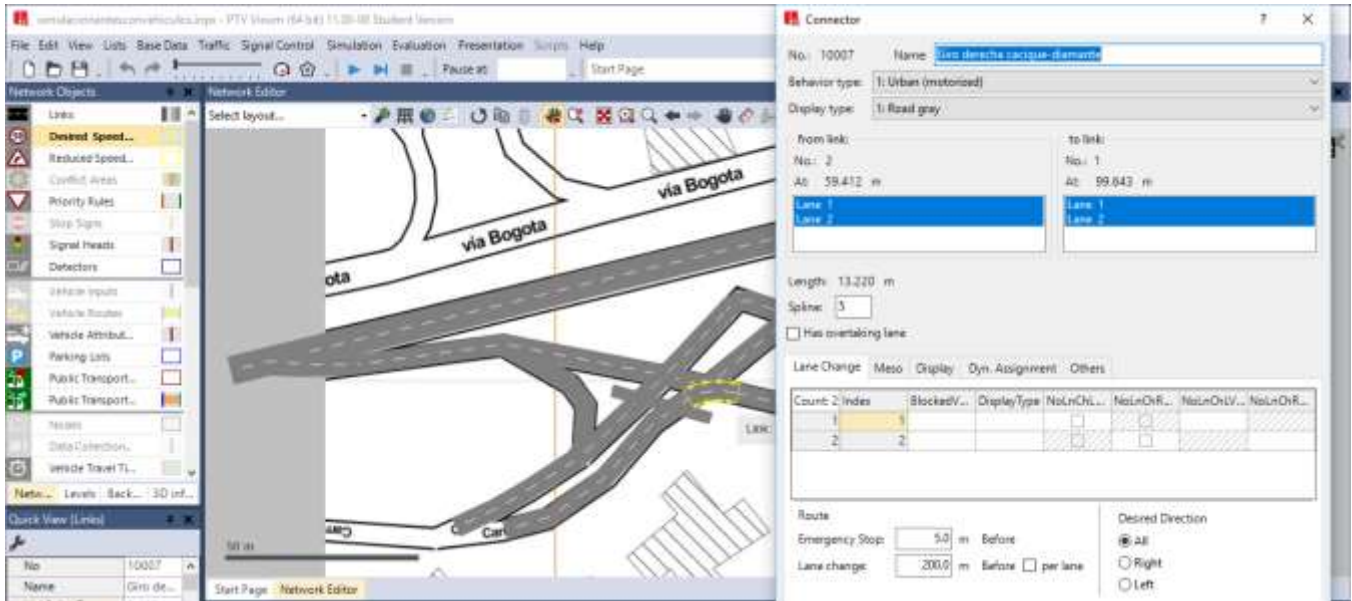
Ilustración 29. Construcción de links



Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 29, se muestra la creación de un link y como este se ajusta a la geometría de la vía proporcionada por la imagen satelital; dichos links se trazan igualmente para los pasos peatonales.

Ilustración 30. Creación de conectores.



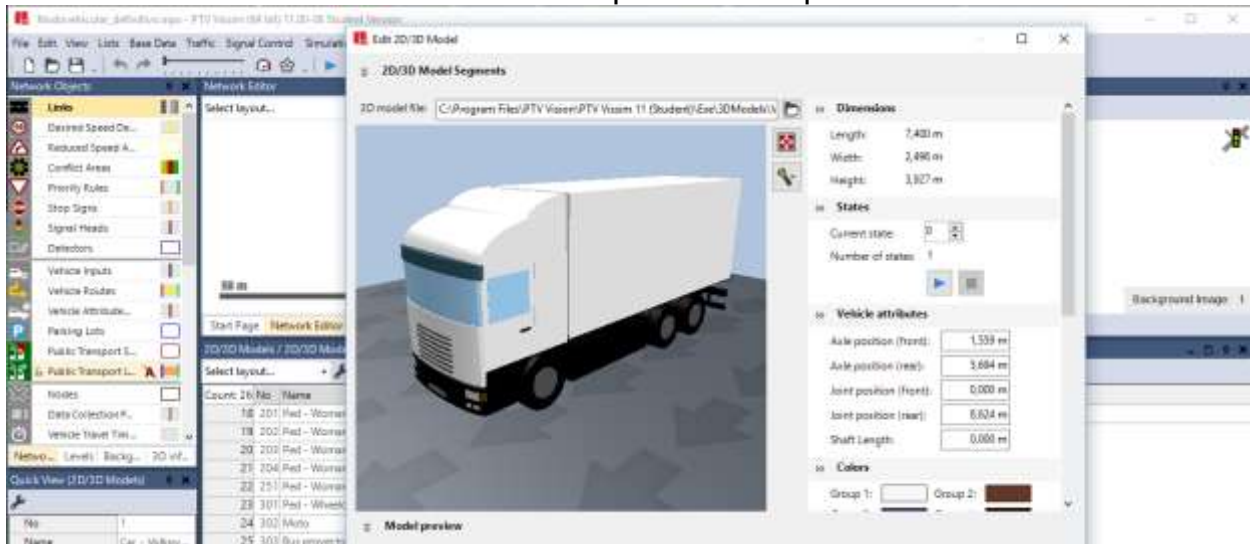
Fuente: Elaboración propia

Como se había mencionado, los conectores unen los diferentes links trazados, en la ilustración 30 se observa la creación de un conector con sus respectivas características asignadas, como por ejemplo la curvatura.

7.1.2 COMPOSICIÓN VEHICULAR

Luego de trazar toda la malla vial, se hará el ingreso de los tipos de vehículos, ya que VISSIM tiene una lista de tipos de vehículos predeterminada, por lo cual se hace necesario configurar dicha lista, ingresando la composición vehicular que transita normalmente por el corredor, como lo es: automóviles, buses, camiones y peatones.

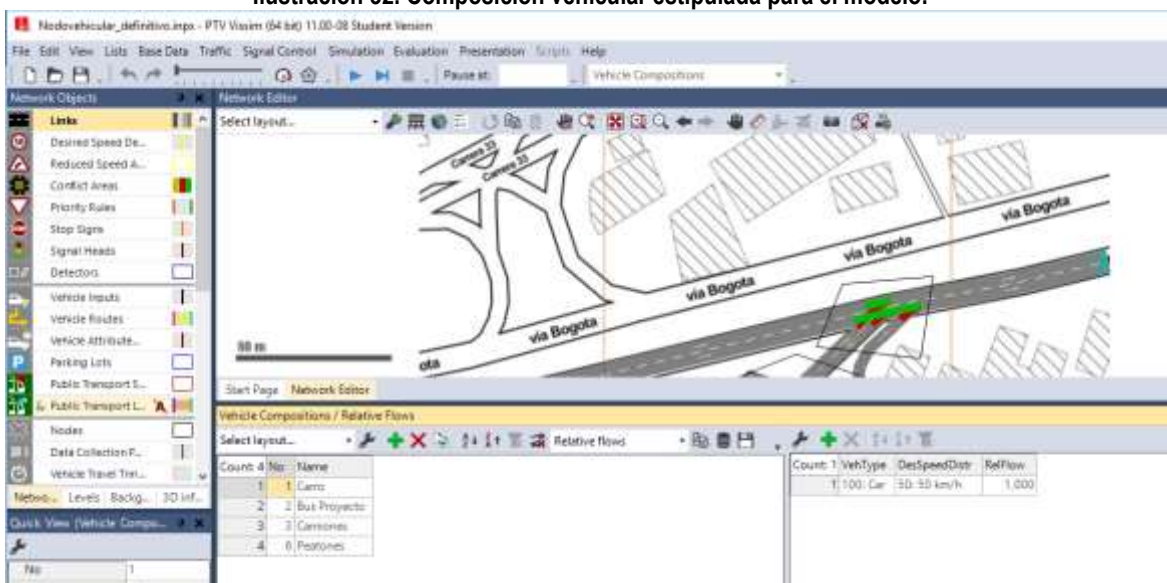
Ilustración 31. Creación de los tipos de vehículos que se simularán.



Fuente: Elaboración propia

Al realizar el ingreso de los vehículos como se muestra en la ilustración 31, se pueden realizar cambios en cuanto a las dimensiones y los colores que se verían reflejados en la simulación 3D.

Ilustración 32. Composición vehicular estipulada para el modelo.



Fuente: Elaboración propia

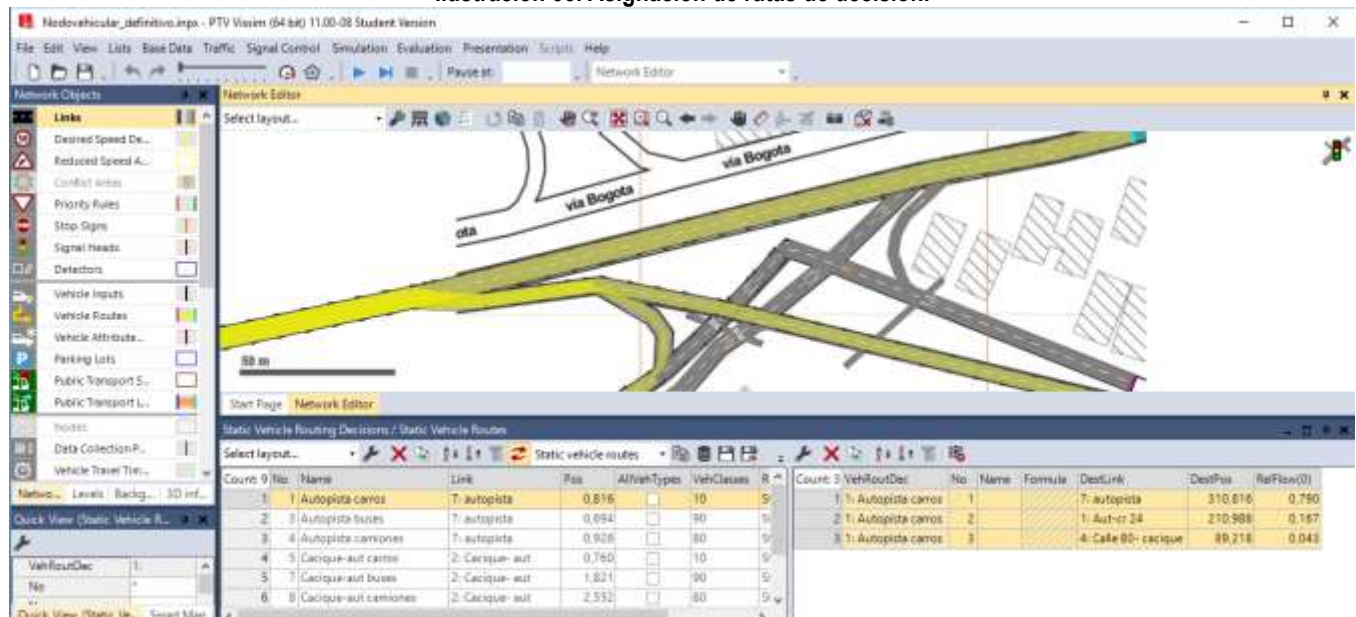
En la ilustración 32 se evidencia la composición vehicular y peatonal configurada, mostrando cada uno de los vehículos con sus respectivas características de velocidad y su flujo relativo. En cuanto a la velocidad de los tipos de vehículos, se asigna según lo descrito en el capítulo 4, ítem 4.9 del estudio de tránsito [17] realizado para la construcción del proyecto tercer carril, mientras que la velocidad peatonal, es asignada de acuerdo a la tabla 1.2 velocidades de caminata – instalaciones peatonales, del manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte. [25]

7.1.3 ASIGNACIÓN DE RUTAS Y VOLÚMENES

Para asignar las rutas que deben seguir los vehículos que transitan por el corredor vial, se hace uso de rutas estáticas, estas designarán un punto de partida fijo con sus posibles destinos, delimitados por el porcentaje estático para cada uno de estos.

Es decir, para cada punto de partida de la malla vial, se ingresará una ruta de decisión con los respectivos porcentajes estáticos para los posibles destinos que esta tenga, dichas rutas se realizarán para cada tipo de vehículo.

Ilustración 33. Asignación de rutas de decisión.

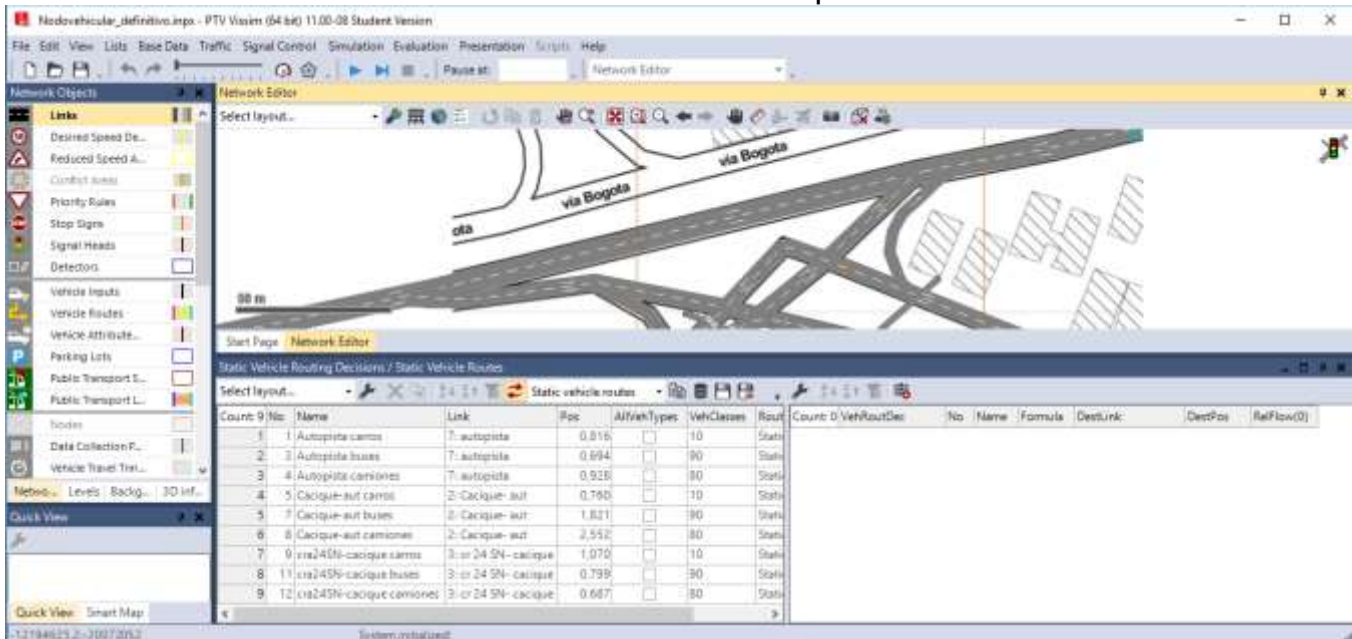


Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 33, se observa como para el punto de partida de la Autopista hay tres rutas con los posibles destinos que tiene el vehículo que inicia su recorrido en esta; adicional, se observa que esta misma ruta se crea para cada tipo de vehículo, que son carros, buses y camiones.

De esta manera, se realizaron las rutas de decisión para los tres puntos de partida con los que cuenta el corredor vial con su respectivo tipo de vehículo, como se muestra en la ilustración 34.

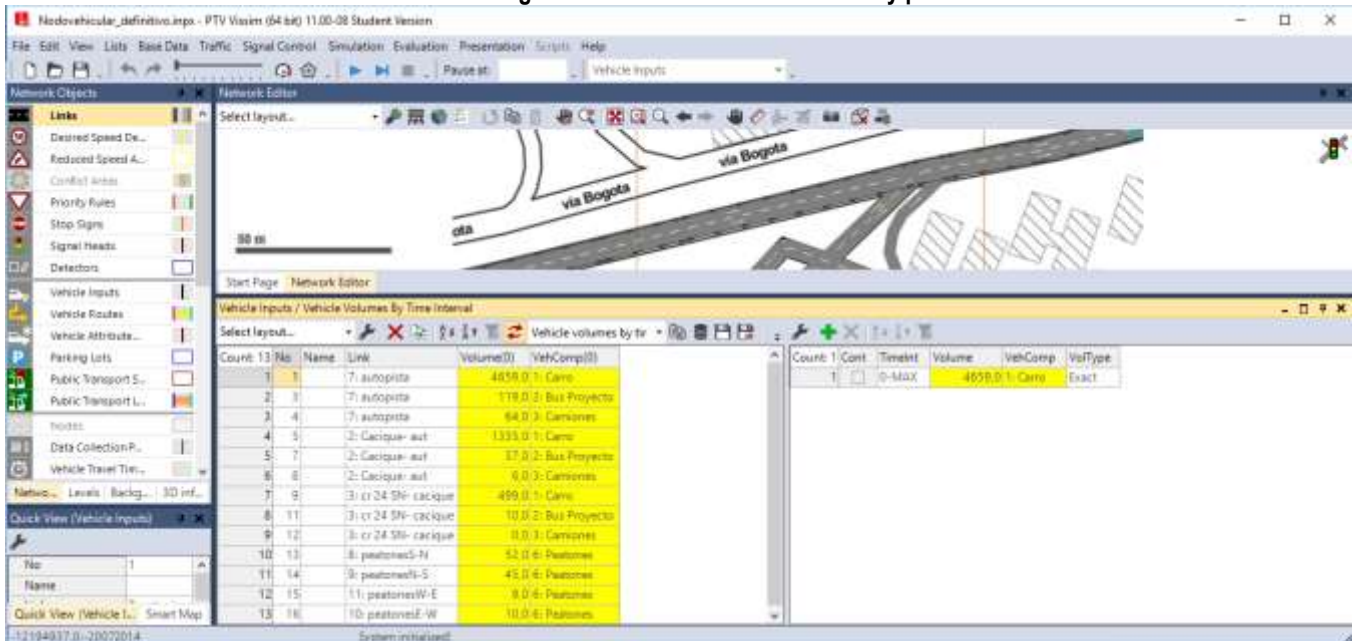
Ilustración 34. Rutas de decisión creadas para el modelo.



Fuente: Elaboración propia

Luego de trazar todas las rutas de decisión y determinar su respectivo porcentaje estático, se procede a ingresar el volumen vehicular por cada tipo de vehículo y el peatonal para cada punto de partida dentro del corredor vial, como se expone en la ilustración 35.

Ilustración 35. Asignación de volúmenes vehiculares y peatonales.



Fuente: Elaboración propia

Si bien es cierto, la composición vehicular que transita por el corredor vial corresponde a automóviles, buses, camiones, peatones y motocicletas, pero estas últimas no se agregarán al modelo ya que tienen una gran maniobrabilidad y el espacio que ocupan en el carril no es semejante al de un carro, por lo tanto, los volúmenes de motocicletas se convierten en vehículos equivalentes con un factor de 0.5.

En la tabla 30 se exhiben los volúmenes vehiculares que se ingresarán al software para ser evaluados, en estos ya se encuentran como vehículos equivalentes las motocicletas.

Tabla 30. Volúmenes vehiculares a ingresar en el software VISSIM.

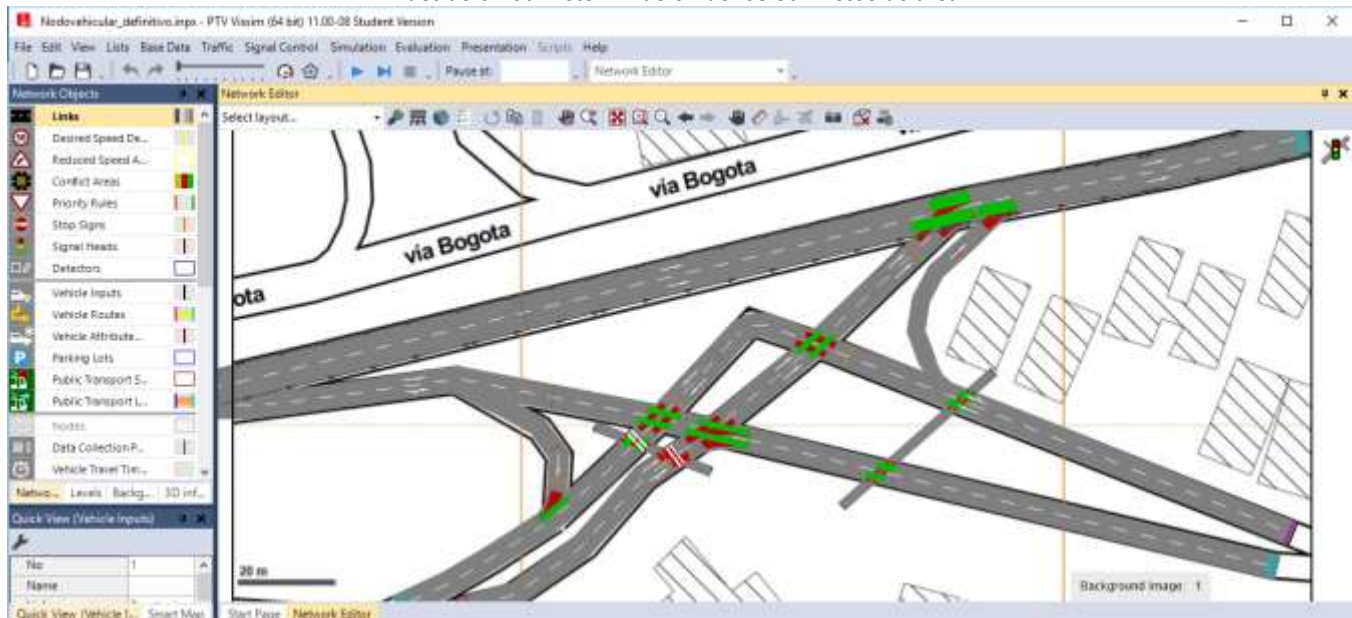
MOVIMIENTOS	Cacique - aut		Cra 24 SN - cacique		Autopista		
	W-W/10(3)	W-S/9(3)A	S-W/6	S-S/10(2)	N-W/9(1)	N-S/1'	N-S/1
AUTOS	962	373	495	4	202	777	3680
BUSES	33	4	10	0	3	1	115
CAMIONES	3	3	0	0	7	2	55
TOTALES	998	380	505	4	212	780	3850

Fuente: Elaboración propia

7.1.4 CONFLICTO DE AREAS Y SEÑALIZACIÓN

Con la herramienta conflict areas, se determina la prioridad que tenga una ruta respecto a otra; con esto la modelación se hace más semejante a la realidad, en la ilustración 36 se observan los conflictos que se presentan en cada intersección del corredor vial.

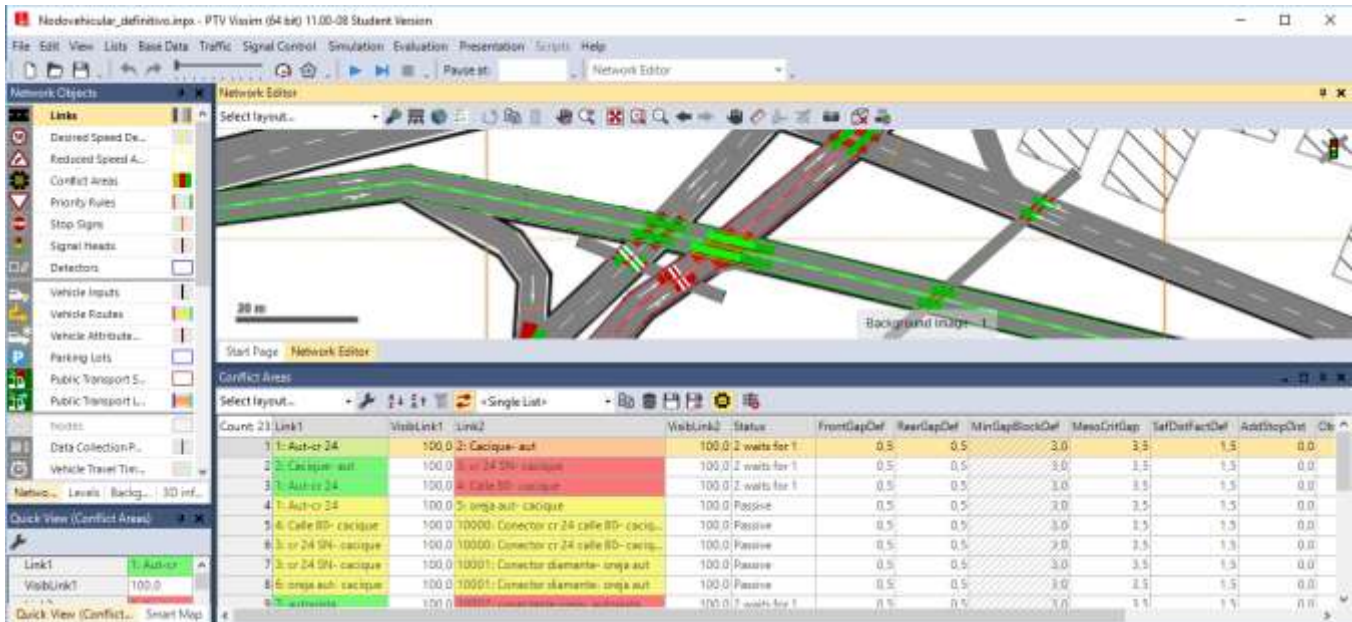
Ilustración 36. Determinación de los conflictos de área.



Fuente: Elaboración propia

Se observa que en cada intersección se identifican con colores los conflictos, estos se determinan según la prioridad que tenga una ruta sobre otra, como se puede ver en la ilustración 37.

Ilustración 37. Listado de conflictos de área identificados en el corredor.

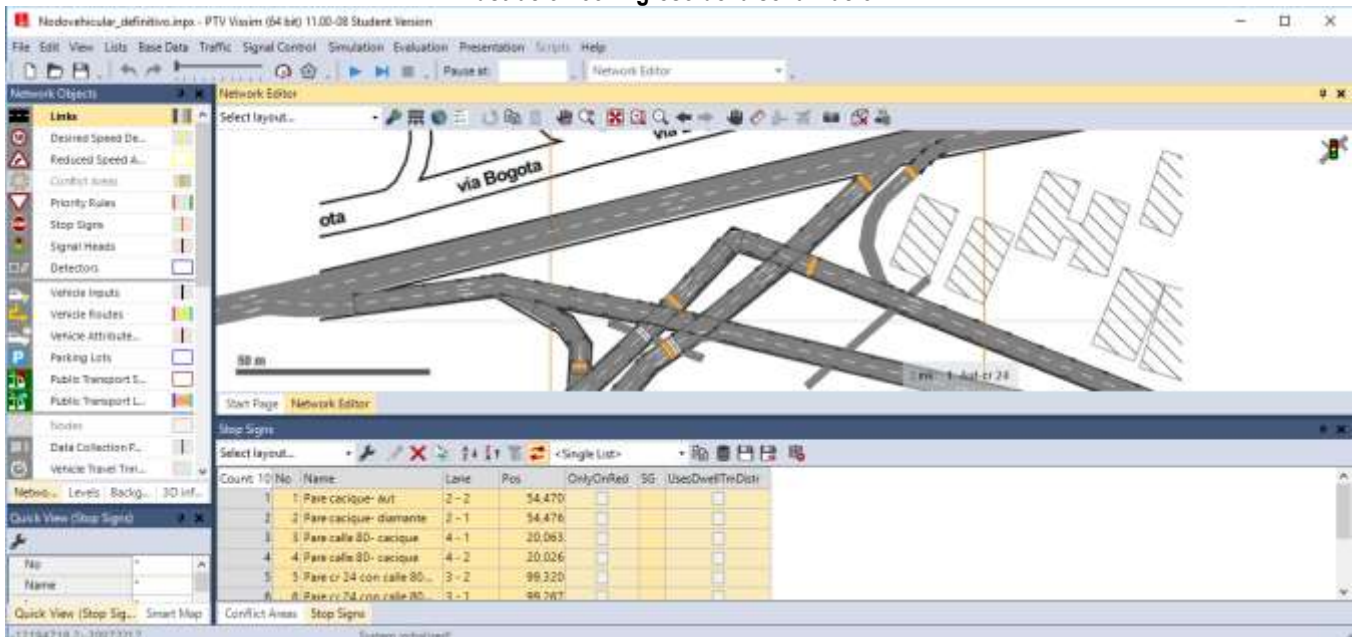


Fuente: Elaboración propia

Por ejemplo, en la anterior ilustración se determina que el link Aut-cra 24 tiene prioridad sobre el link Cacique – aut, de esta manera se determinan todos los conflictos de área.

En cuanto a la señalización, solo se insertan los PARE que existían en el corredor vial, ya que estas intersecciones no eran semaforizadas; esto se puede exhibir en la ilustración 38.

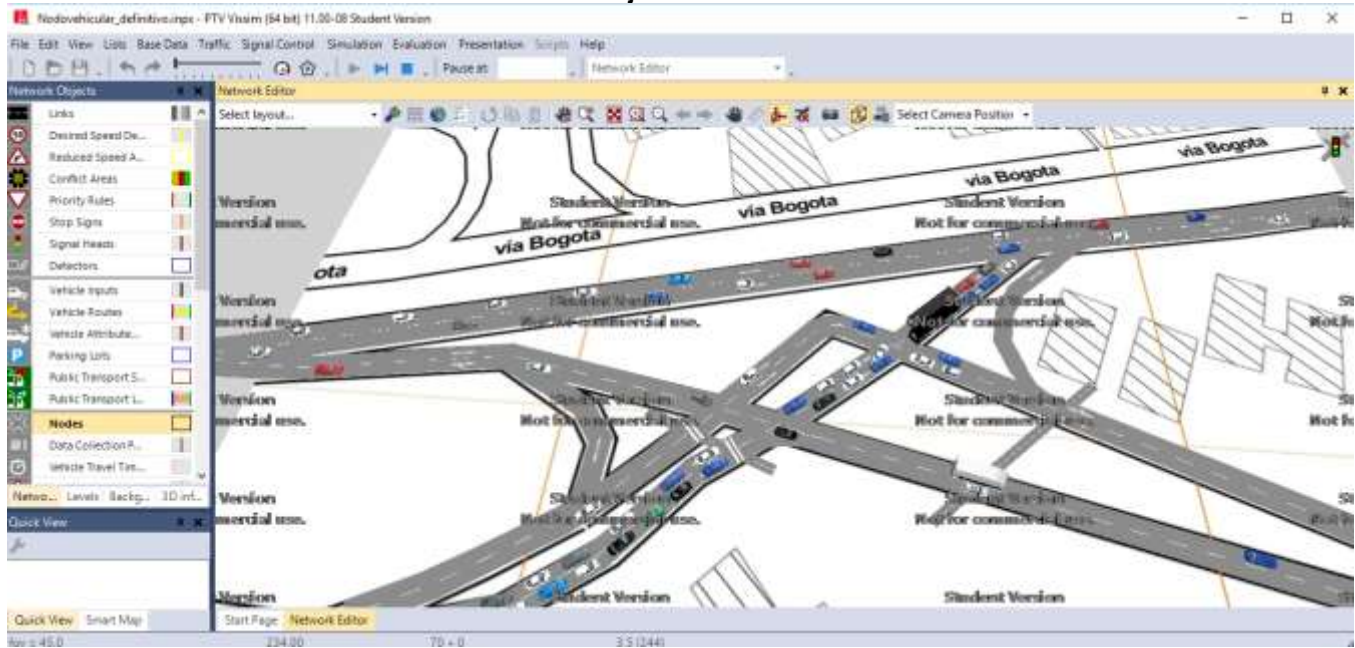
Ilustración 38. Ingreso de la señalización.



Fuente: Elaboración propia

De esta manera, quedan definidos todos los parámetros y se procede a correr la simulación como se observa en la ilustración 39, para luego esta ser evaluada.

Ilustración 39. Ejecución de la simulación.



Fuente: Elaboración propia

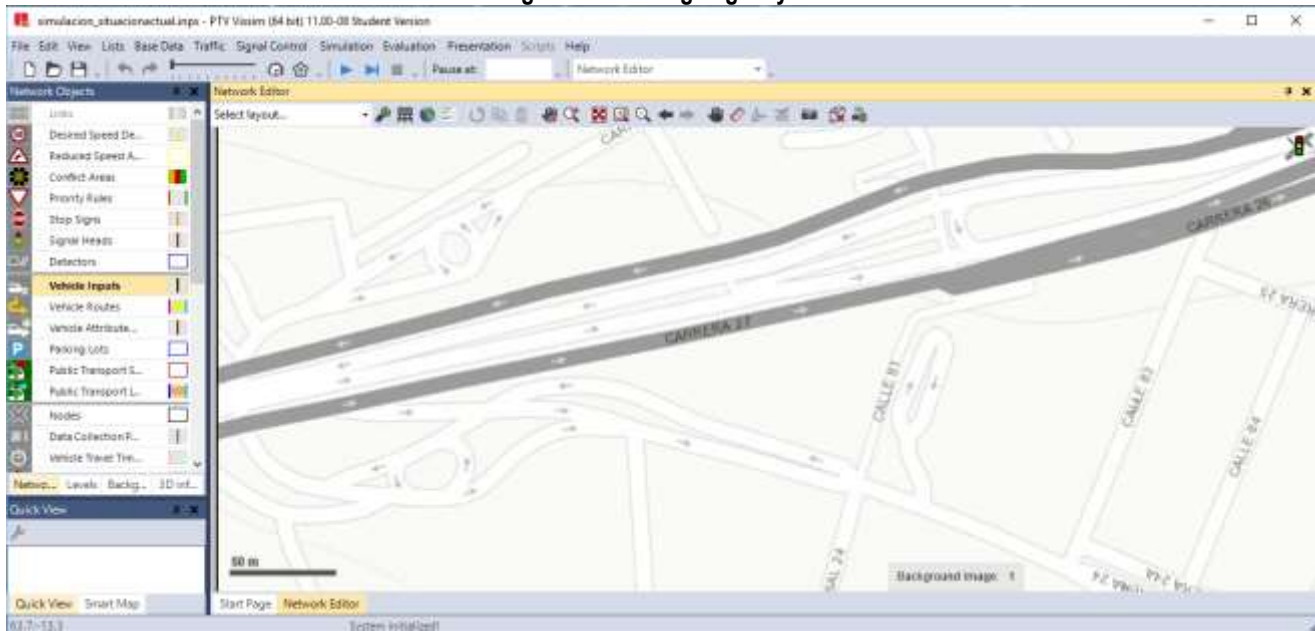
7.2 MODELO DESPUÉS DEL PROYECTO TERCER CARRIL

A continuación, se expondrá la manera en que se llevó a cabo la simulación de la situación después del proyecto tercer carril, en base a la información registrada en campo y luego con los resultados arrojados por el software VISSIM evaluar el sector.

7.2.1 CONSTRUCCIÓN DE LA MALLA VIAL

De igual forma que el anterior modelo, se realiza la creación de la red mediante la geometría del corredor vial, por medio de una fotografía satelital o un plano que sería la guía para el trazado de las vías. Dicha fotografía o plano deberá ser escalada dentro del software para que la simulación sea lo más cercano posible a la realidad, como se muestra en la ilustración 40.

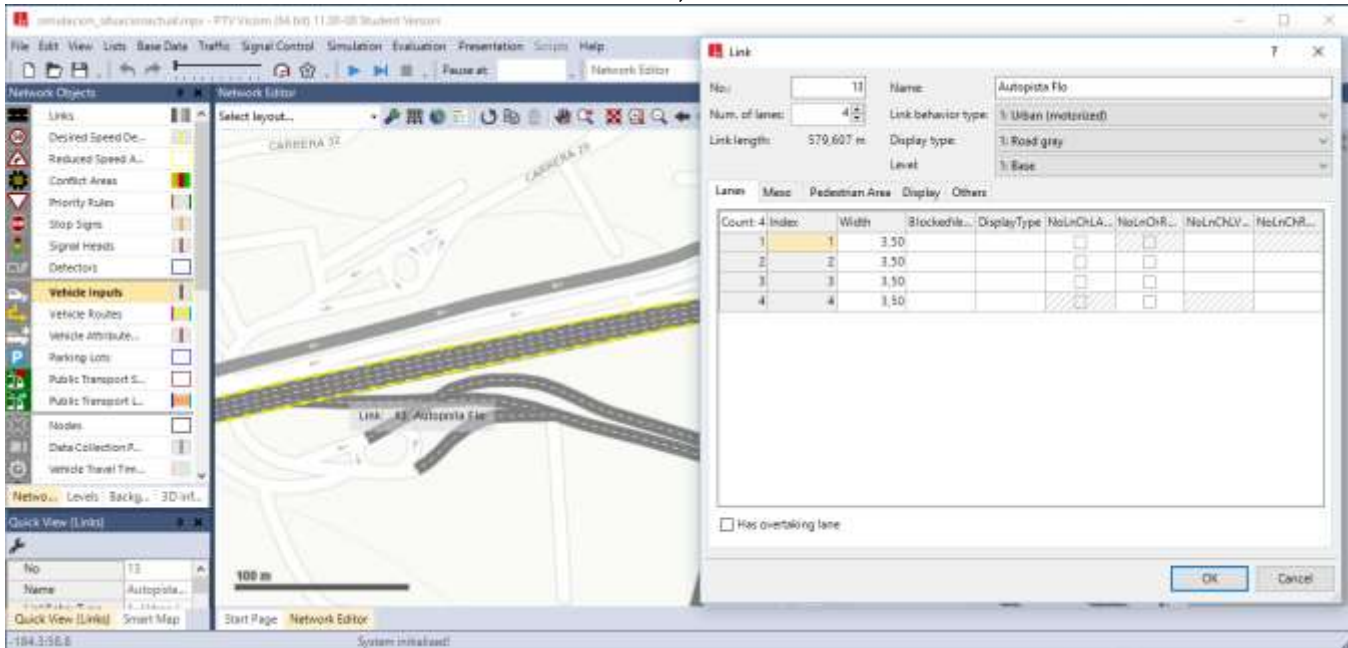
Ilustración 40. Ingreso de la imagen guía y escalada de esta.



Fuente: Elaboración propia

Una vez escalada la imagen, se procede a la construcción de la malla vial utilizando la herramienta links y conectores; con los cuales se asigna links para el trazado de las vías y conectores para unir las diferentes vías ya construidas. Al momento de ser creado cada uno de estos elementos, se asignará un nombre para la identificación de estos, el número de carriles y su respectivo ancho.

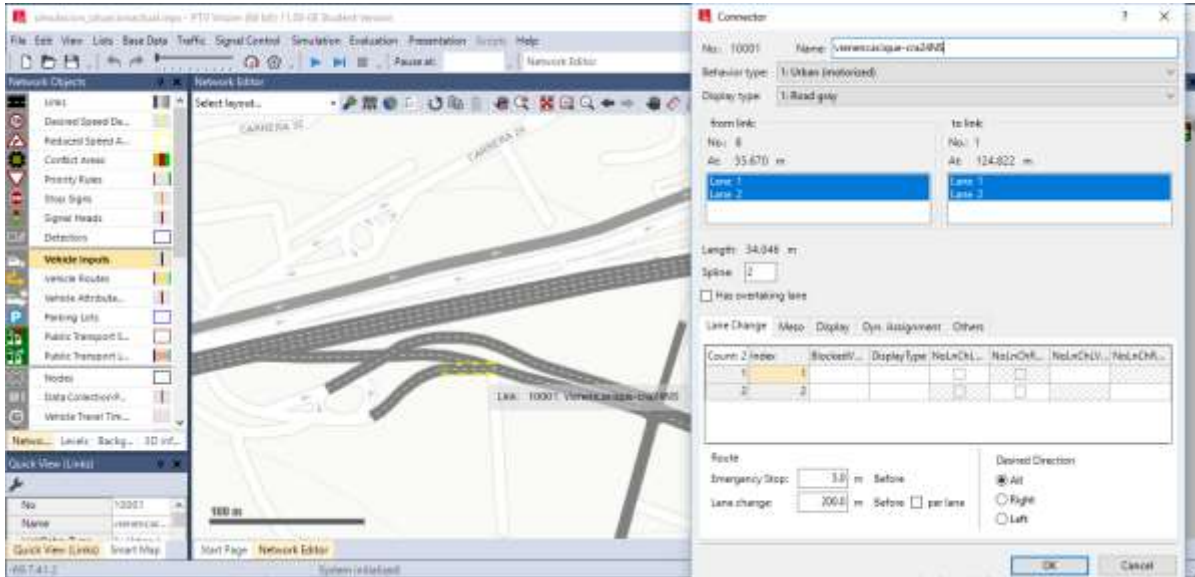
Ilustración 41. Creación de links, con las características de este.



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 41, se ve la forma de agregar los links que representan la geometría de las vías en el corredor a evaluar.

Ilustración 42. Creación de conectores de links.



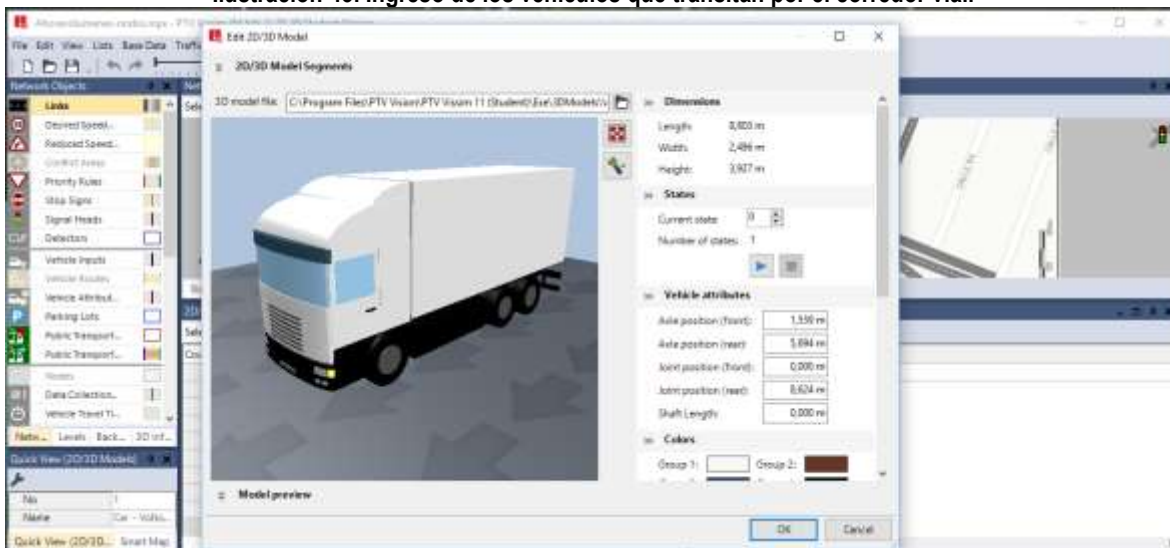
Fuente: Elaboración propia

Mientras que, en la ilustración 42, se ve la creación de los conectores y las características que se le pueden asignar a estos, como lo son nombre, curvatura, entre otros.

7.2.2 COMPOSICIÓN VEHICULAR

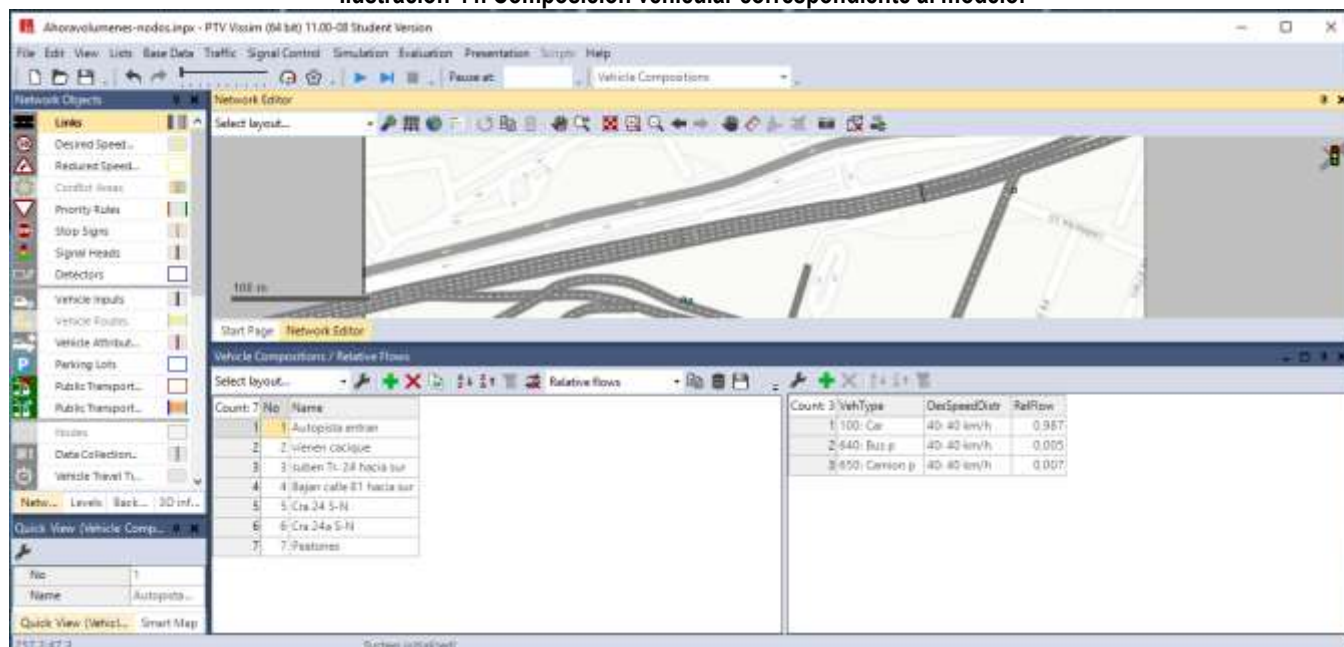
Debido a que el software tiene una composición vehicular por defecto, se hace necesario crear una nueva composición con los tipos de vehículos y peatones que transcurren por el corredor vial. Por lo cual, en la ilustración 43 se muestra como se insertan los tipos de vehículos que transitan por el corredor vial.

Ilustración 43. Ingreso de los vehículos que transitan por el corredor vial.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 44. Composición vehicular correspondiente al modelo.



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 44, se muestra la composición vehicular que se creó para cada punto inicial de ruta; dichas composiciones se crean en base a los datos obtenidos en campo, si bien es cierto en los aforos se tuvieron en cuenta las bicicletas y las motocicletas, pero para efectos de la simulación las bicicletas no se tendrán en cuenta, mientras las motocicletas se asignarán como vehículos equivalentes con un factor de 0.5 ya que estas tienen mayor maniobrabilidad y el espacio que usan son menores a un carril, por lo cual si se tienen en cuenta sin este factor alterarían los resultados adquiridos a partir de la simulación.

El motivo por el cual se crea una composición vehicular para cada inicio de ruta, es porque en algunas no transitan todos los tipos de vehículos, y el propósito de la simulación es asemejar esta a la realidad.

Los atributos de la composición vehicular como la velocidad, se asignan según los datos de campo especificados en el ítem 6.2 del presente documento, al igual que el flujo relativo que corresponde a lo expuesto en la composición vehicular en la hora de máxima demanda, expuesta en la tabla 23. Los porcentajes que se ingresan al modelo serán mayores a los mencionados ya que como se había indicado, se tendrán en cuenta las motocicletas como vehículos equivalentes, en la tabla 31 se presenta la composición vehicular que se ingresará al software.

Tabla 31. Composición vehicular ingresada al software.

SENTIDO	AUTOS	BUSES	CAMIONES
NORTE - SUR	98,740%	0,546%	0,714%
SUR - NORTE	97,767%	0,496%	1,737%

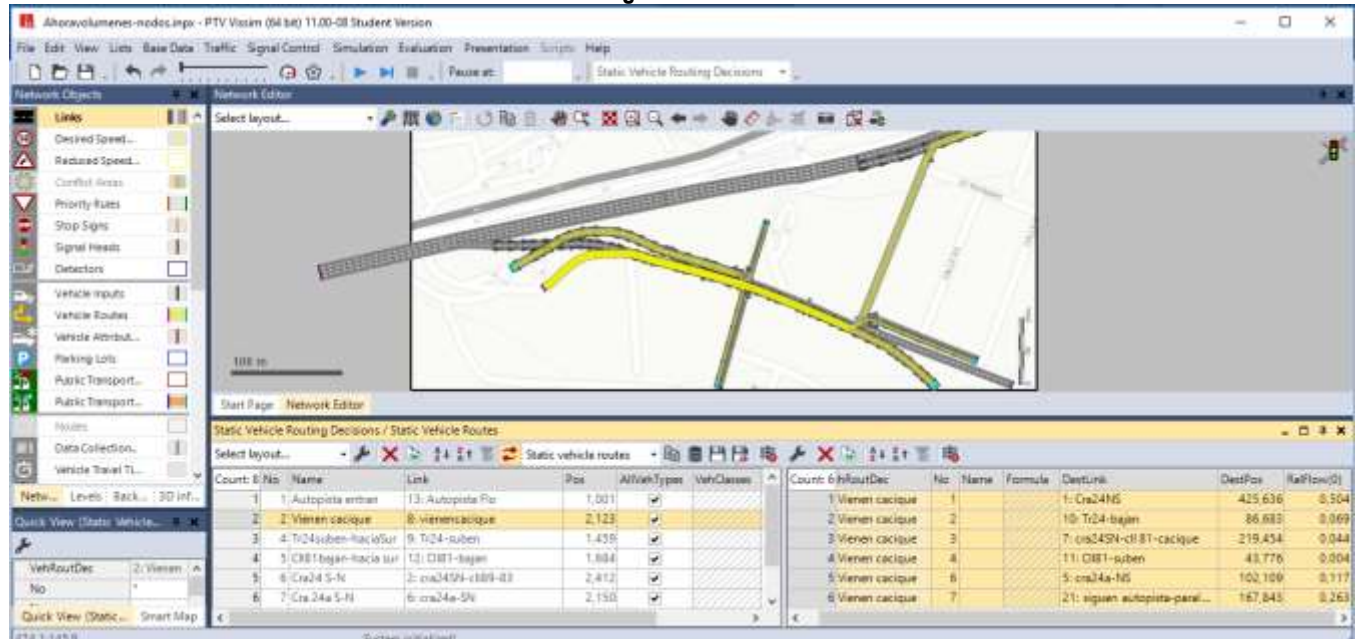
Fuente: Elaboración propia

7.2.3 ASIGNACIÓN DE RUTAS Y VOLÚMENES

Para asignar las rutas que deben seguir los vehículos que transitan por el corredor vial, se hace uso de rutas estáticas, estas designarán un punto de partida fijo con sus posibles destinos, delimitados por el porcentaje estático para cada uno de estos.

Es decir, para cada punto de partida de la malla vial, se ingresará una ruta de decisión con los respectivos porcentajes estáticos para los posibles destinos que esta tenga.

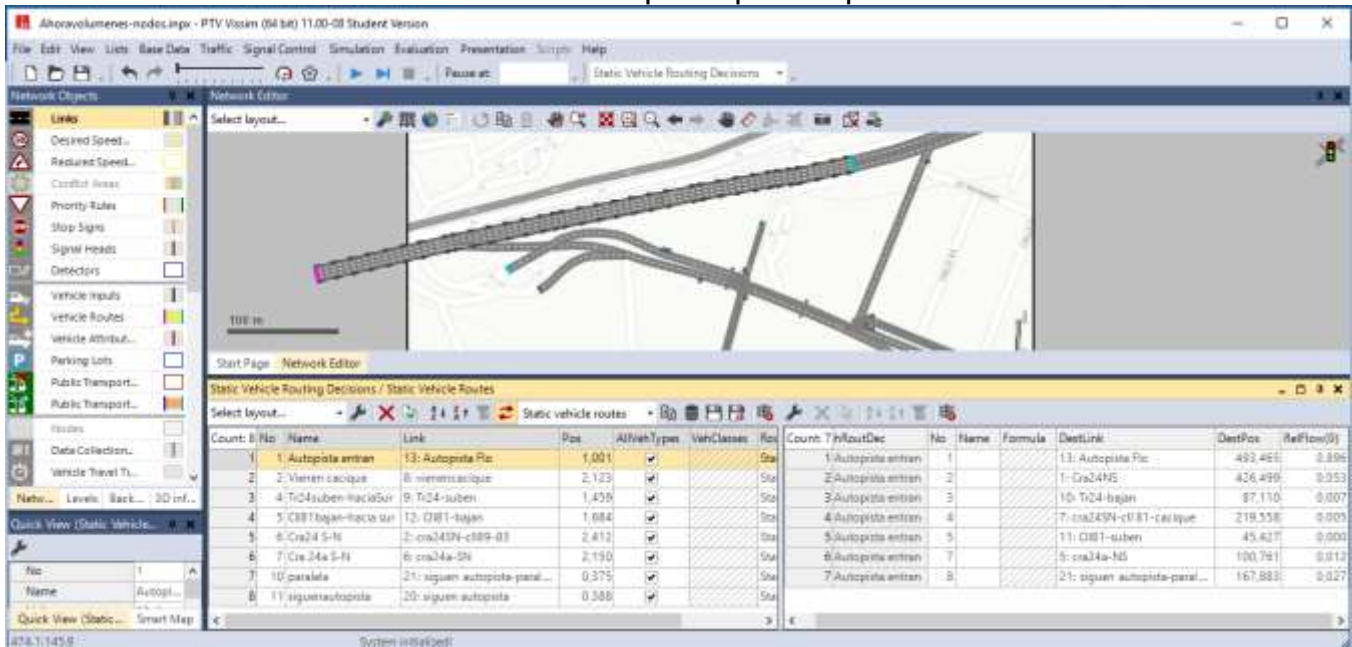
Ilustración 45. Asignación de rutas de decisión.



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 45, se observa como para el punto de partida Vienen cacique hay seis rutas con los posibles destinos que tiene el vehículo desde que inicia su recorrido. De esta manera, se realizaron las rutas de decisión para los seis puntos de partida con los que cuenta el corredor vial con sus respectivos destinos, como se muestra en la ilustración 46.

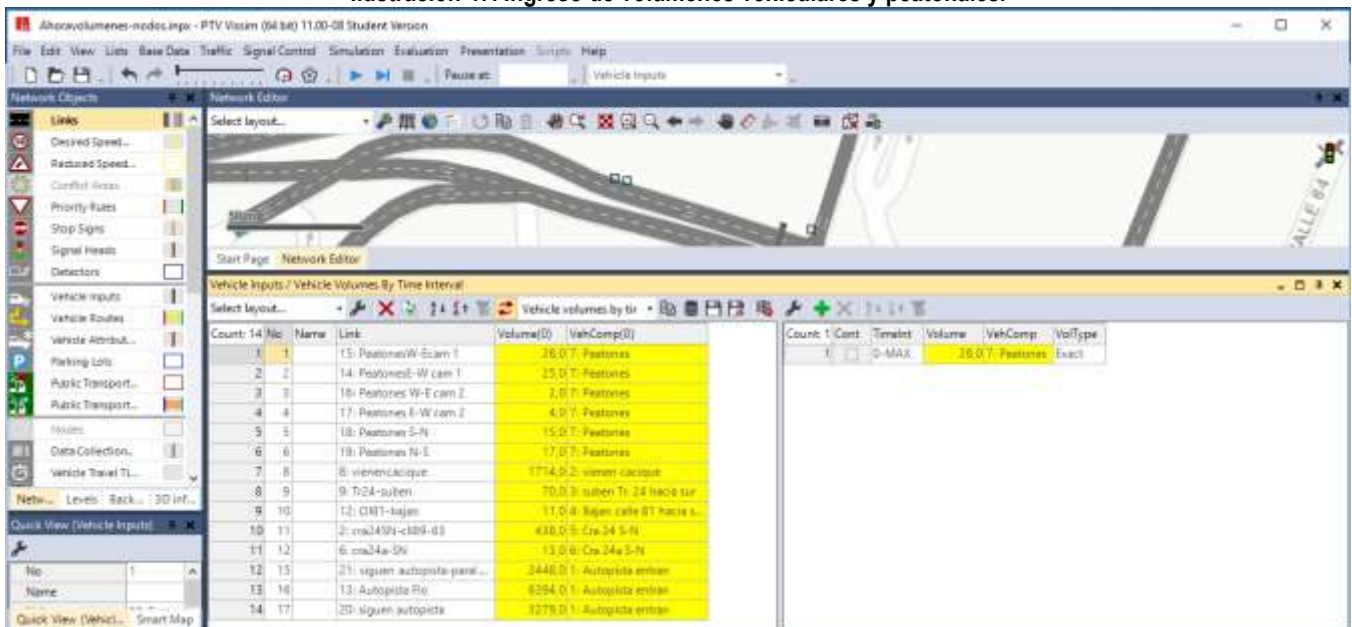
Ilustración 46. Rutas de decisión para los puntos de partida del corredor.



Fuente: Elaboración propia

Luego de trazar todas las rutas de decisión y determinar su respectivo porcentaje estático, se procede a ingresar el volumen peatonal y el vehicular por cada punto de partida del corredor vial, como se expone en la ilustración 47.

Ilustración 47. Ingreso de volúmenes vehiculares y peatonales.



Fuente: Elaboración propia

Como se había mencionado anteriormente, no se tendrían en cuenta las bicicletas ni las motocicletas, por lo cual los volúmenes ingresados al software para efectos de la modelación son los expuestos en la tabla 32.

Tabla 32. Volúmenes vehiculares a ingresar al software por cada movimiento.

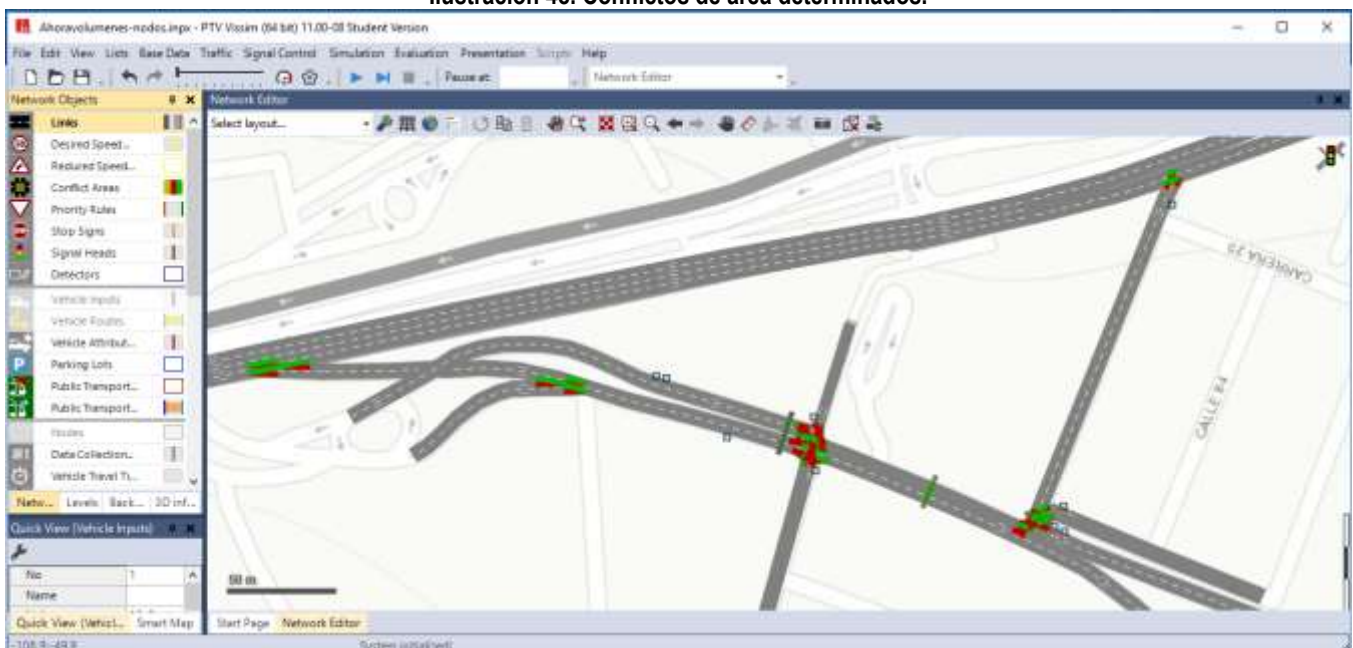
Intersección	MOVIMIENTO	1	2	4	TOTAL								
	1	TOTAL VEHICULOS	667	544	1714	2925							
Intersección	MOVIMIENTO	1	5	9(1)	10(1)	2	6	9(2)	7	9(3)	8	9(4)	TOTAL
	2	TOTAL VEHICULOS	2104	9	164	104	394	7	2	41	29	6	5
Intersección	MOVIMIENTO	5	9(1)	2	6	9(2)	10(2)	TOTAL					
	3	TOTAL VEHICULOS	919	1220	390	13	32	16	2591				

Fuente: Elaboración propia

7.2.4 CONFLICTO DE AREAS Y SEÑALIZACIÓN

Con la herramienta conflict areas, se determina la prioridad que tenga una ruta respecto a otra; con esto la modelación se hace más semejante a la realidad, en la ilustración 48 se observan los conflictos que se presentan en cada intersección del corredor vial.

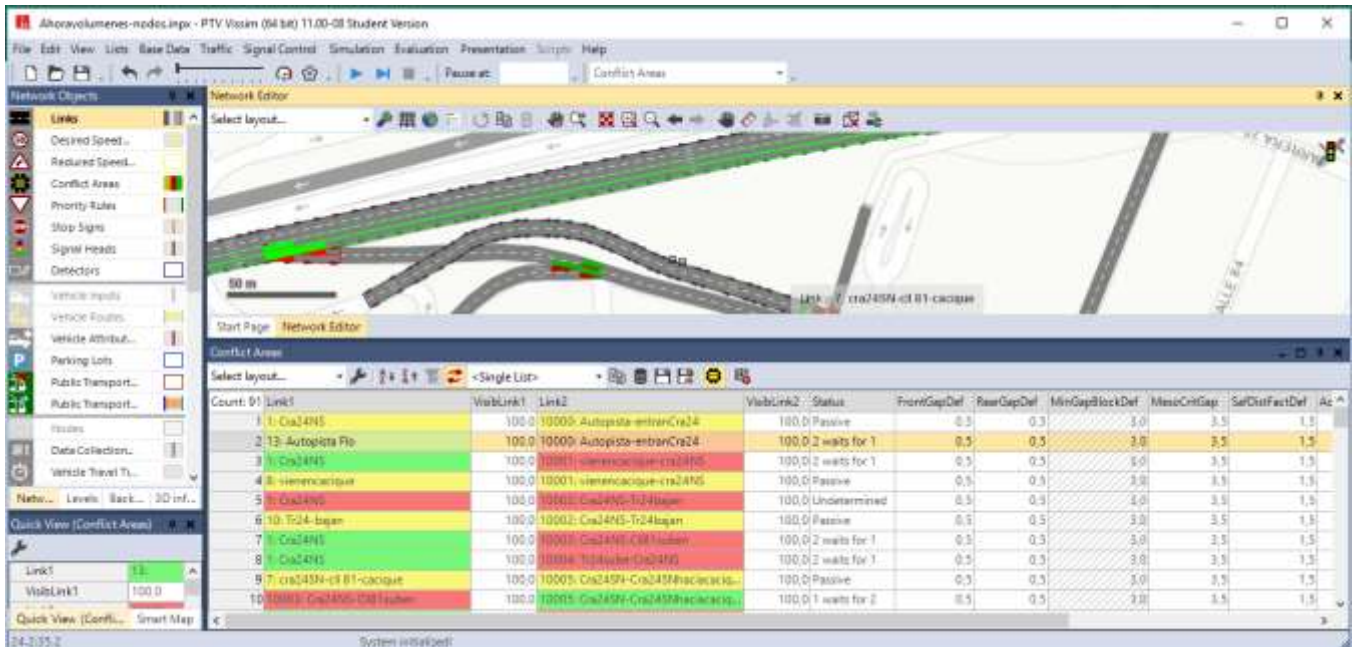
Ilustración 48. Conflictos de área determinados.



Fuente: Elaboración propia

Se observa que en cada intersección se identifican con colores los conflictos, estos se determinan según la prioridad que tenga una ruta sobre otra, como se puede ver en la ilustración 49.

Ilustración 49. Definición de conflictos de área en todo el corredor vial.

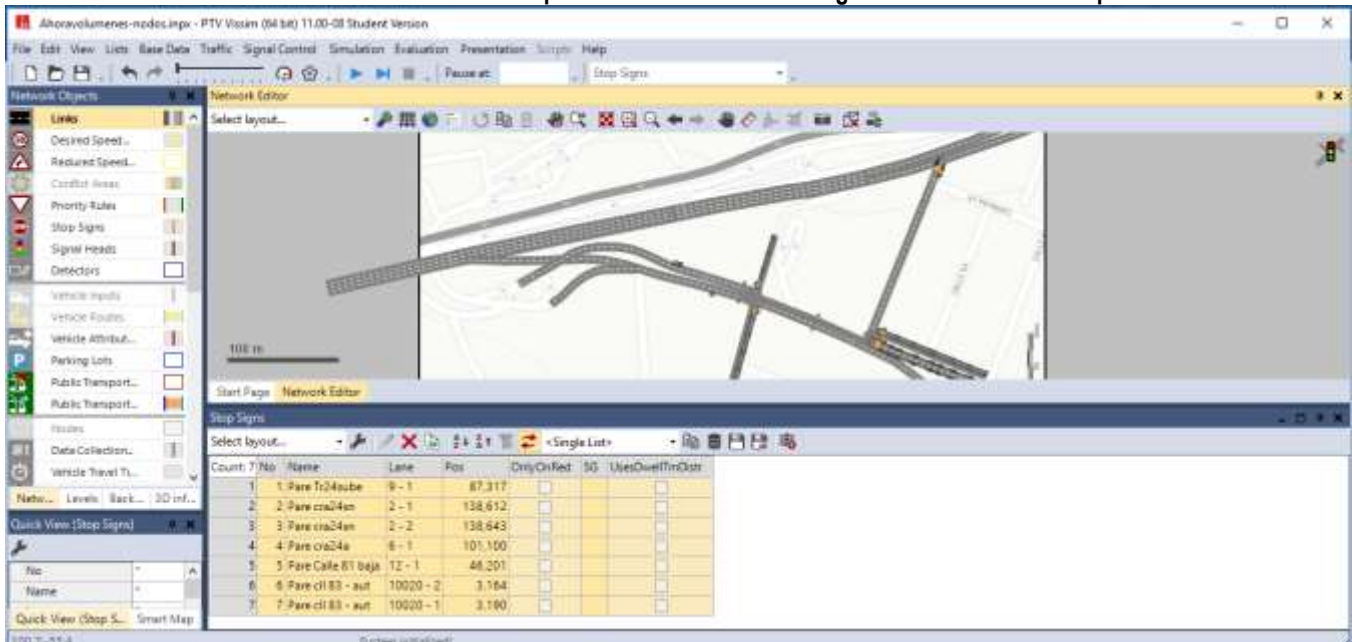


Fuente: Elaboración propia

Por ejemplo, en la anterior ilustración se determina que el link Autopista Flo tiene prioridad sobre el link Autopista – entranCra24, de esta manera se determinan todos los conflictos de área.

En cuanto a la señalización, se inserta en el software la observada en campo, como se especifica en el ítem 6.1; en la ilustración 50 se puede apreciar la señalización con la que cuenta el corredor vial.

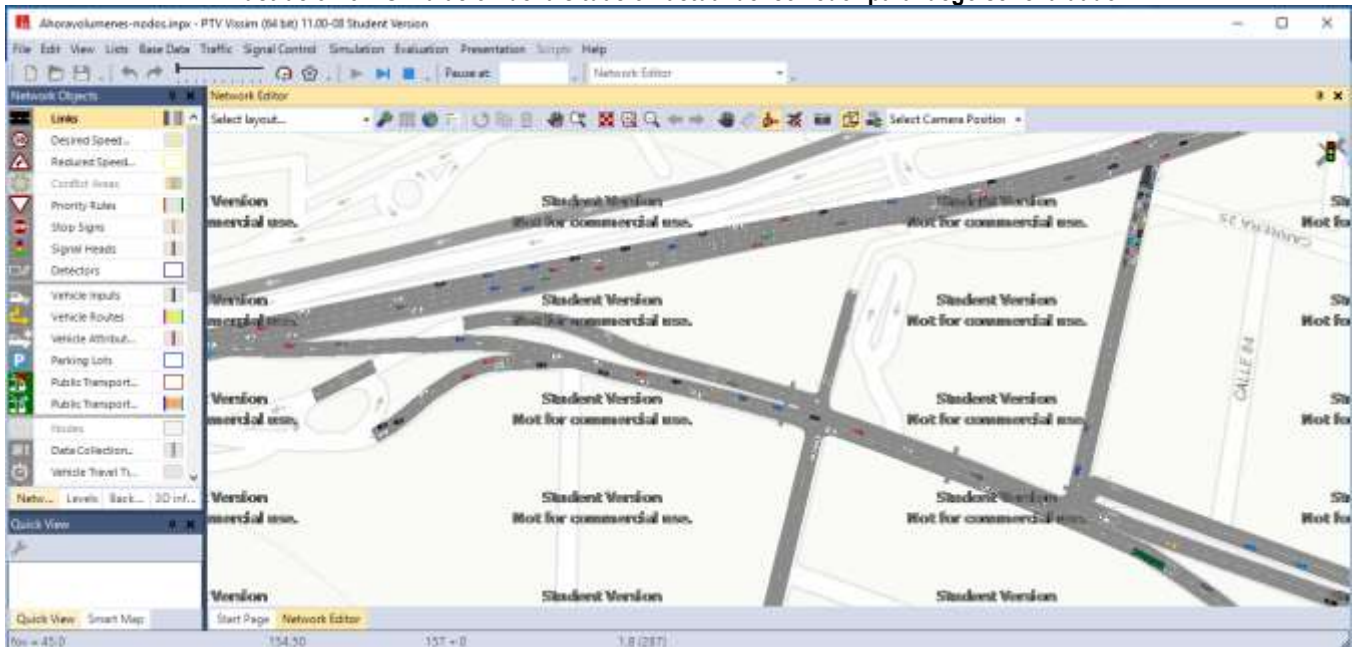
Ilustración 50. Señalización implementada en el modelo según la observada en campo.



Fuente: Elaboración propia

De esta manera, quedan definidos todos los parámetros y se procede a correr la simulación como se observa en la ilustración 51, para luego esta ser evaluada.

Ilustración 51. Simulación de la situación actual del corredor para luego ser evaluado.



Fuente: Elaboración propia

8. RESULTADOS MODELOS DE SIMULACIÓN

Los resultados expuestos en el presente capítulo, son extraídos del software mediante una evaluación de nodos; ésta permite recolectar automáticamente información específica de las intersecciones usando los límites del nodo como el área a evaluar, de esta manera no hay necesidad de limitar manualmente todas las secciones donde se deban recolectar datos.

La evaluación de nodos genera una tabla con resultados para los nodos trazados en el corredor vial, en esta se encuentran resultados para cada movimiento dentro del nodo y el resultado general de este. En la tabla 33, se explica que significa cada parámetro medido por el software.

Tabla 33. Parámetros arrojados por la evaluación que realiza el software al modelo.

Parámetro	Definición
SIMRUN	Número de simulaciones ejecutadas
TIMEINT	Tiempo de intervalo (seg)
MOVEMENT	Movimiento
QLEN	Longitud de la cola promedio (veh)
QLENMAX	Longitud de la cola máxima (veh)
VEHS(ALL)	Número de vehículos
VEHS(10)	Número de carros
VEHS(50)	Número de peatones
VEHS(80)	Número de camiones
VEHS(90)	Número de buses
LOS(ALL)	Nivel de servicio (A-F), de todos los vehículos
LOSVAL(ALL)	Nivel de servicio, valor numérico (1-6), de todos los vehículos
VEHDELAY(ALL)	Demora promedio de todos los vehículos (seg)
VEHDELAY(10)	Demora promedio de los carros (seg)
VEHDELAY(50)	Demora promedio de peatones (seg)
VEHDELAY(80)	Demora promedio de camiones (seg)
VEHDELAY(90)	Demora promedio de buses (seg)
STOPDELAY(ALL)	Demora promedio de parada por vehículo sin parar en paradas de bus, ni estacionamiento (seg)
STOPDELAY(10)	Demora promedio de parada por carro sin parar en paradas de bus, ni estacionamiento (seg)
STOPDELAY(50)	Demora promedio de parada por peaton, sin parar en paradas de bus, ni estacionamiento (seg)
STOPDELAY(80)	Demora promedio de parada por camion, sin parar en paradas de bus, ni estacionamiento (seg)
STOPDELAY(90)	Demora promedio de parada por bus, sin parar en paradas de bus, ni estacionamiento (seg)
STOPS(ALL)	Número de paradas de vehículos por vehículo, sin paradas en paradas de bus, ni estacionamientos
STOPS(10)	Número de paradas de carros, sin paradas en paradas de bus, ni estacionamientos
STOPS(50)	Número de paradas de peatones, sin paradas en paradas de bus, ni estacionamientos
STOPS(80)	Número de paradas de camiones, sin paradas en paradas de bus, ni estacionamientos
STOPS(90)	Número de paradas de buses, sin paradas en paradas de bus, ni estacionamientos

Fuente: Elaboración propia, recuperado de PTV VISSIM Manual.

8.1 RESULTADOS MODELO ANTES DEL PROYECTO TERCER CARRIL

Para la evaluación de nodos en el modelo del corredor vial antes del proyecto tercer carril, inicialmente se estima el valor estadístico del GEH para cada movimiento, ésta se realiza por medio de la evaluación de DataCollection Points, los resultados de dicha evaluación se presentan en la ilustración 52.

Se corrobora que el modelo está bien calibrado, ya que cumple con los parámetros expuestos en el capítulo 7, a lo que corresponde, que el 60% de los valores de GEH es menor a 5.0 designando una adecuada relación entre los vehículos simulados y los observados en campo.

Ilustración 52. Calibración del modelo antes del proyecto tercer carril.

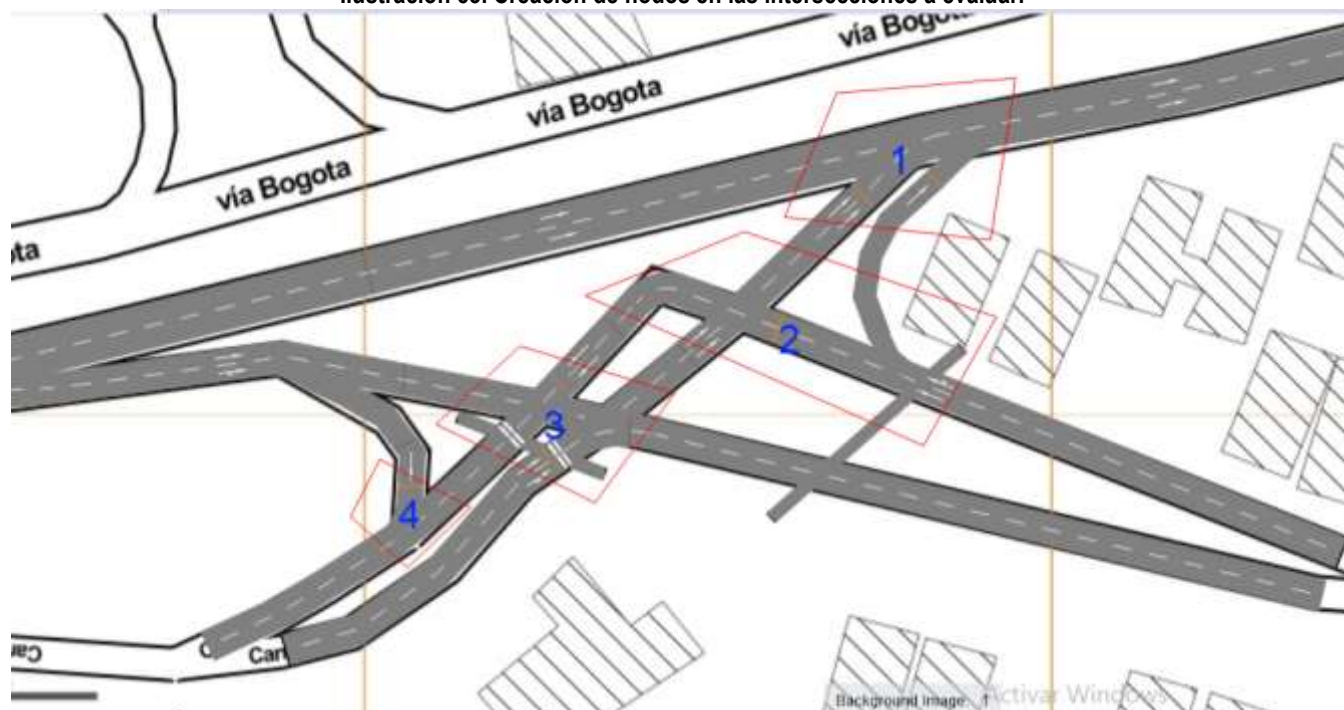
Count: 11	No	Vehs(Current,20...	Name	DataCollectionPoints	Volumencampo	GEH
1	1	279	mov 1	1,2	321	2,42
2	2	48	mov 1'	3,4	65	2,26
3	3	10	mov 9(1)	5	18	2,14
4	4	38	mov 10(3)	6,7	83	5,79
5	5	10	mov 9(3A)	8,9	32	4,80
6	6	0	mov 10(2)	10	1	1,41
7	7	38	mov 6	11,12	42	0,63
8	8	7	peatones s-n	13	5	0,82
9	9	5	peatones n-s	14	4	0,47
10	10	0	peatones w-e	15	1	1,41
11	11	0	peatones e-w	16	1	1,41

Fuente: Elaboración propia, recuperado de resultados software PTV VISSIM.

8.1.1 RESULTADOS INTERSECCIONES VEHICULARES

Una vez corroborada la calibración del modelo, se procede a crear los nodos donde se realizarán las evaluaciones, para este caso se realizaron 4 nodos como se presenta en la ilustración 53, para así poder evaluar todas las intersecciones vehiculares con las que cuenta el corredor vial.

Ilustración 53. Creación de nodos en las intersecciones a evaluar.



Fuente: Resultados software PTV VISSIM.

Luego, se procedió a realizar la evaluación de los nodos, donde se obtuvieron los datos presentados en la tabla 34, el desglose de los mismos se encuentra en el anexo E.

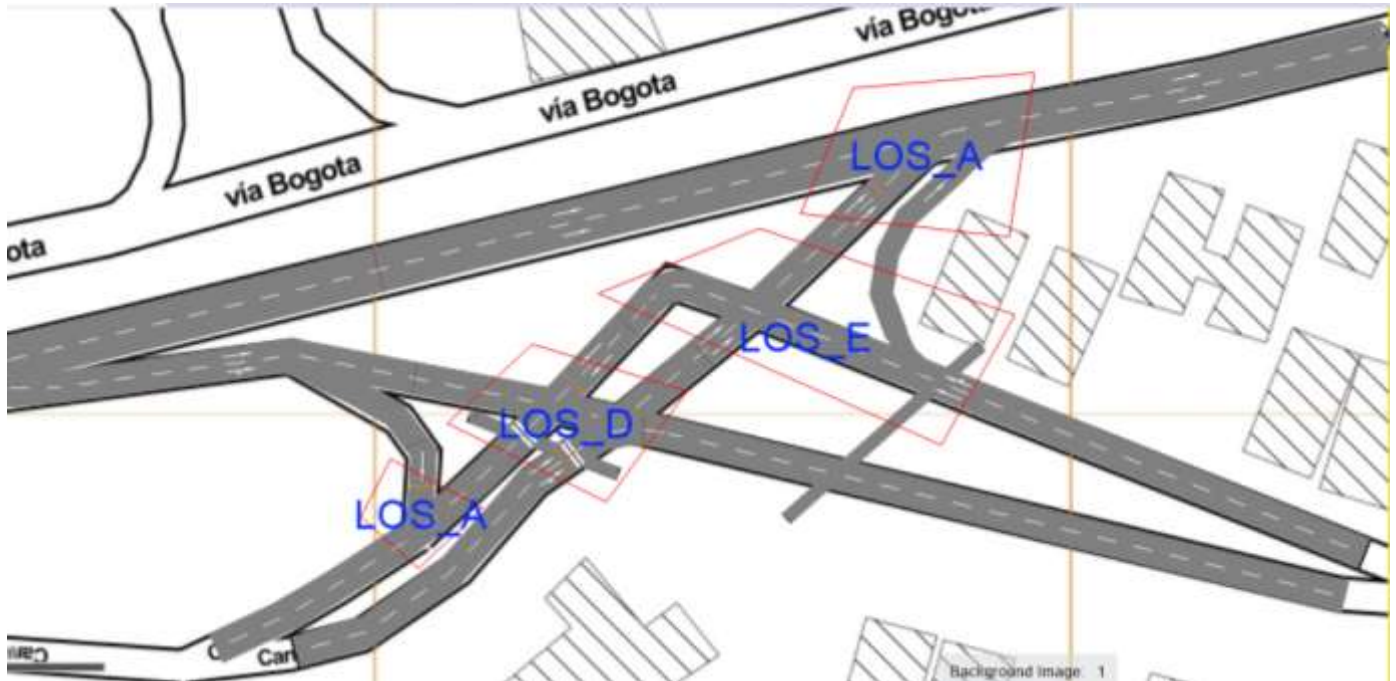
Tabla 34. Resumen de resultados de le evaluación de nodos.

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	LOS (ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	STOPDELAY (ALL)	STOPS (ALL)
5	0-3600	1-2: Cacique- aut@115.0-7: autopista@256.1	31,81	45,96	23	LOS_F	6	111,9	94,15	3,43
5	0-3600	1-6: oreja aut- cacique@18.8-7: autopista@256.1	0	0	0	LOS_A				
5	0-3600	1-7: autopista@222.1-7: autopista@256.1	4,29	161,12	506	LOS_A	1	2,81	0,12	0,02
5	0-3600	1	12,03	161,12	529	LOS_A	1	7,56	4,21	0,17
5	0-3600	2-2: Cacique- aut@85.0-2: Cacique- aut@108.1	10,85	26,88	30	LOS_F	6	93,34	80,64	1,97
5	0-3600	2-3: cr 24 SN- cacique@68.8-4: Calle 80- cacique@4.3	7,51	23,44	82	LOS_C	3	18,36	6,35	1,43
5	0-3600	2-3: cr 24 SN- cacique@68.8-6: oreja aut- cacique@10.8	0	0	0	LOS_A				
5	0-3600	2	6,12	26,88	112	LOS_E	5	38,44	26,25	1,57
5	0-3600	3-1: Aut-cr 24@68.9-1: Aut-cr 24@97.5	0,12	9,32	87	LOS_A	1	4,96	1,31	0,22
5	0-3600	3-2: Cacique- aut@51.1-2: Cacique- aut@74.9	55,27	67,99	29	LOS_F	6	73,61	29,54	4,62
5	0-3600	3-2: Cacique- aut@51.1-10007: Giro derecha cacique-di	55,11	67,82	84	LOS_F	6	56,53	18,91	3,74
5	0-3600	3-4: Calle 80- cacique@15.5-4: Calle 80- cacique@35.7	3,68	17,56	79	LOS_A	1	9,5	1,04	1,35
5	0-3600	3	28,54	67,99	279	LOS_D	4	28,91	9,47	2,06
5	0-3600	4-4: Calle 80- cacique@45.8-4: Calle 80- cacique@59.3	0	0	79	LOS_A	1	0,62	0	0
5	0-3600	4-5: oreja aut- cacique@19.5-4: Calle 80- cacique@59.3	1,25	14,2	27	LOS_A	1	8	0,17	1,07
5	0-3600	4	0,63	14,2	106	LOS_A	1	2,5	0,04	0,27

Fuente: Elaboración propia, recuperado de resultados software PTV VISSIM.

Los niveles de servicio obtenidos para cada intersección vehicular en el corredor vial, se visualizan en la ilustración 54.

Ilustración 54. Niveles de servicio de los nodos evaluados.

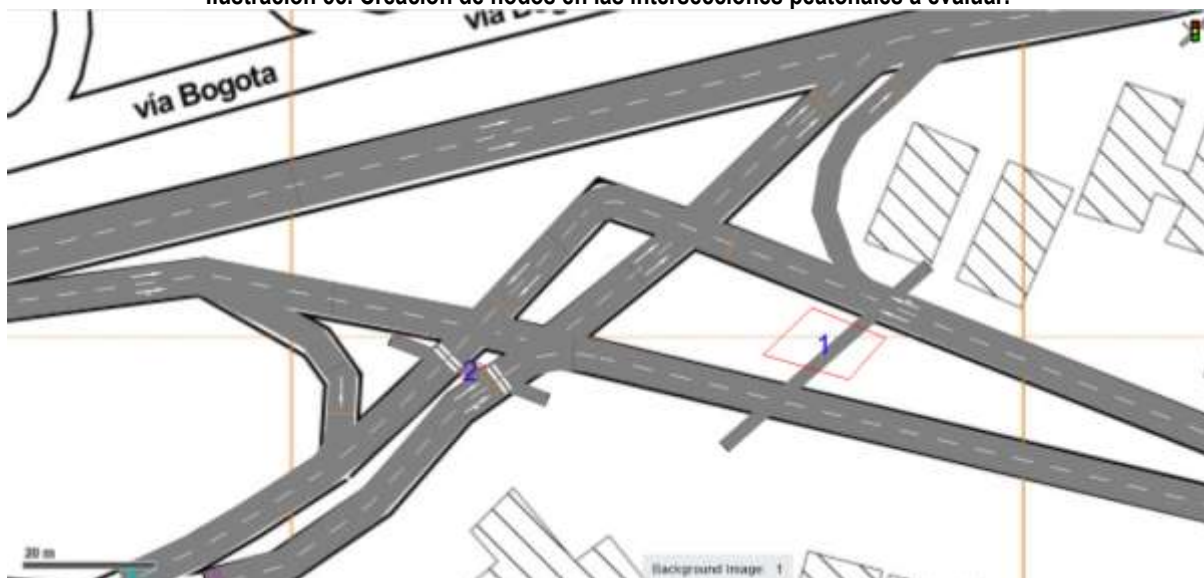


Fuente: Resultados software PTV VISSIM.

8.1.2 RESULTADOS INTERSECCIONES PEATONALES

Para realizar la evaluación de las intersecciones peatonales se procede a crear los nodos donde se realizarán estas, para este caso se realizaron 2 nodos como se presenta en la ilustración 55.

Ilustración 55. Creación de nodos en las intersecciones peatonales a evaluar.



Fuente: Resultados software PTV VISSIM.

Luego, se procedió a realizar la evaluación de los nodos, donde se obtuvieron los datos presentados en la tabla 35.

Tabla 35. Resumen de resultados para la evaluación de nodos peatonales.

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	VEHS (50)	VEHDELAY (ALL)	VEHDELAY (50)
1	0-3600	1-10: peatonesE-W@14.5-10: peatonesE-W@24.2	0	0	0	0		
1	0-3600	1-11: peatonesW-E@18.3-11: peatonesW-E@27.9	0,87	18,74	1	1	34,33	34,33
1	0-3600	1	0,44	18,74	1	1	34,33	34,33
1	0-3600	2-8: peatonesS-N@11.4-8: peatonesS-N@13.6	0,78	11,89	9	9	1,4	1,4
1	0-3600	2-9: peatonesN-S@12.0-9: peatonesN-S@13.8	1,5	12,35	6	6	27,67	27,67
1	0-3600	2	1,14	12,35	15	15	11,91	11,91

Fuente: Elaboración propia, recuperado de resultados software PTV VISSIM.

De acuerdo con los criterios establecidos por el HCM 2000, los niveles de servicio se evalúan por medio de las demoras promedios que los peatones pueden presentar en los cruces de intersecciones no señalizadas, por medio de la tabla 36 se especifican los valores asignados por el HCM.

Tabla 36. Niveles de servicio peatonales establecidos por el HCM 2000.

LOS	AVERGA DELAY - PEDESTRIAN (s)	LIKELIHOOD OF RISK - TAKING BEHAVIOR
A	< 5	Low
B	5 - 10	
C	10 - 20	Moderate
D	20 - 30	
E	30 - 45	High
F	> 45	Very High

Fuente: Elaboración propia, recuperado de HCM 2000 [23]

En efecto, en la intersección peatonal del nodo 1 se presentaba un nivel de servicio E, mientras que, en la intersección del nodo 2, se evidenciaba un nivel de servicio C.

8.2 MODELO DESPUÉS DEL PROYECTO TERCER CARRIL

Con el fin de realizar la simulación de la movilidad actual en el corredor vial del barrio diamante 2, se determina el volumen vehicular que transita por la autopista Floridablanca en base a la tasa de crecimiento establecida por el informe de tránsito y movilidad, correspondiente a 4.05% para las zonas que influían directamente con el corredor principal del proyecto tercer carril, por lo cual se hace necesario llevar al futuro el volumen vehicular que transitaba por la autopista Floridablanca en el año 2012 establecido en la tabla 6 del presente documento, en este no se tuvieron en cuenta el volumen de motocicletas por lo que se convirtieron en vehículos equivalentes con un factor de 0.5; de esta manera se determinó el volumen que transita actualmente por dicho corredor, ya que este no se obtuvo en los aforos realizados para el presente estudio.

8.2.1 MODELO DESPUÉS DEL PROYECTO TERCER CARRIL - SITUACIÓN ACTUAL

Para la evaluación de nodos en el modelo del corredor vial después de la construcción del proyecto tercer carril, primero se estima el valor estadístico del GEH para cada inicio y fin de movimiento, ésta se realiza por medio de la evaluación de DataCollection Points, los resultados de dicha evaluación se presentan en la tabla 37.

Tabla 37. Calibración del modelo por medio del estadístico GEH.

	VOLSIMULADO	NAME	DATACOLLECTIONPOINTS	VOLCAMPO	GEH
1	101	entran de aut	1,2	111	2,09
2	214	entran de cacique	3,4	286	0,06
3	53	salen a cacique	5,6	91	2,82
4	1	suben cli 81	7	2	0,63
5	17	bajan tr 24	8	29	0
6	148	siguen cra 24	9,1	203	1
7	37	salen cra24a	11	49	0,58
8	57	salen por cli 83	12,13	111	6,67
9	854	Autopista	14,15,16,17	955	3,98
10	5	peatones we cam1	18	5	1,18
11	4	peatones ew cam1	19	4	0,89
12	2	peatones we cam2	20	1	1,41
13	1	peatones ew cam2	21	1	0
14	4	peatones ns	22	3	0,53
15	3	peatones sn	23	3	1,41

Se puede observar que el modelo está bien calibrado, ya que cumple con los parámetros expuestos en el capítulo 7, a lo que corresponde, que el 60% de los valores de GEH sean menores a 5.0, el 95% menores a 10 y el 100% menores a 12, designando una adecuada relación entre los vehículos simulados y los observados en campo.

8.2.2 RESULTADOS INTERSECCIONES VEHICULARES – SITUACIÓN ACTUAL

Una vez corroborada la calibración del modelo, se procede a crear los nodos donde se realizarán las evaluaciones, para este caso se realizaron 4 nodos como se presenta en la ilustración 56, para así poder evaluar todas las intersecciones vehiculares con las que cuenta el corredor vial.

Ilustración 56. Creación de nodos en las intersecciones a evaluar.



Fuente: Resultados software PTV VISSIM.

Una vez establecidos los nodos se procedió a realizar la evaluación de estos, donde se obtuvieron los datos presentados en la tabla 38, el desglose de los mismos se encuentra en el anexo F.

Tabla 38. Resumen de los resultados de la evaluación de nodos.

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	LOS (ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	STOPDELAY (ALL)	STOPS (ALL)
30	0-3600	1-1: Cra24NS@90.6-1: Cra24NS@135.8	2,76	41,1	100	LOS_B	2	13,29	6,68	0,72
30	0-3600	1-10001: vianencacique-cra24NS@0.0-1: Cra24NS@135.8	46,7	75,57	189	LOS_D	4	29,32	13,62	1,86
30	0-3600	1	24,7	75,57	289	LOS_C	3	23,77	11,22	1,47
30	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-1: Cra24NS@258.1	31,1	111,65	275	LOS_C	3	15,89	8,48	0,77
30	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-7: cra24SN-cll 81-cacique@26.1	43,2	139,82	10	LOS_C	3	20,48	14,32	0,4
30	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-10: Tr24-bajan@16.0	31,1	111,65	17	LOS_A	1	9,11	3,42	0,76
30	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-11: ClI81-suben@8.6	44	141,7	1	LOS_A	1	0	0	0
30	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@77.4-7: cra24SN-cll 81-cacique@26.1	0	0	42	LOS_A	1	0,07	0	0
30	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@77.4-10: Tr24-bajan@16.0	0	0	0	LOS_A				
30	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@77.4-11: ClI81-suben@8.6	0	0	0	LOS_A				
30	0-3600	2-9: Tr24-suben@74.0-1: Cra24NS@258.1	0,71	12,18	3	LOS_C	3	20,26	9,24	2,33
30	0-3600	2-9: Tr24-suben@74.0-7: cra24SN-cll 81-cacique@26.1	0,92	11,6	3	LOS_D	4	33,02	20,31	3,33
30	0-3600	2-12: ClI81-bajan@39.6-1: Cra24NS@258.1	0,35	8,7	1	LOS_E	5	43,97	31,67	2
30	0-3600	2-12: ClI81-bajan@39.6-7: cra24SN-cll 81-cacique@26.1	0,18	14,89	1	LOS_A	1	7,95	0,11	1
30	0-3600	2	13,4	141,7	353	LOS_B	2	14	7,51	0,71
30	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-1: Cra24NS@359.7	35,1	113,92	149	LOS_B	2	10,57	6,64	0,27
30	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-4: calle 83@25.1	35,1	113,92	84	LOS_B	2	11,34	5,49	0,32
30	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-5: cra24a-NS@20.3	35,1	113,92	36	LOS_B	2	13,06	6,78	0,25
30	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-3: cra24SN-cll83-81@25.5	110	151,15	41	LOS_F	6	129,3	69,12	8,66
30	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-4: calle 83@25.1	108	149,29	6	LOS_F	6	61,95	38,1	3
30	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-5: cra24a-NS@20.3	107	148,6	1	LOS_A	1	7,75	0,17	1
30	0-3600	3-6: cra24a-SN@83.4-3: cra24SN-cll83-81@25.5	1	11,5	3	LOS_E	5	43,17	27,68	12,33
30	0-3600	3	72,2	151,15	320	LOS_D	4	27,52	15,13	1,52
30	0-3600	4-4: calle 83@140.9-21: siguen autopista-paralela@79.9	64,6	148,79	45	LOS_F	6	102,85	59,08	7,18
30	0-3600	4-21: siguen autopista-paralela@37.9-21: siguen auto	0,2	17,44	405	LOS_A	1	0,85	0	0,01
30	0-3600	4	32,4	148,79	450	LOS_B	2	11,05	5,91	0,72

Fuente: Elaboración propia, recuperado de resultados software PTV VISSIM.

Los niveles de servicio obtenidos para cada intersección vehicular en el corredor vial, se visualizan en la ilustración 57.

Ilustración 57. Niveles de servicio obtenidos por la evaluación de nodos.



Fuente: Resultados software PTV VISSIM.

8.2.3 RESULTADOS INTERSECCIONES PEATONALES – SITUACIÓN ACTUAL

Para llevar a cabo la evaluación de las intersecciones peatonales se procede a crear los nodos donde se realizarán estas, para este caso se realizaron 3 nodos como se presenta en la ilustración 58.

Ilustración 58. Creación de nodos en las intersecciones peatonales a evaluar.



Fuente: Resultados software PTV VISSIM.

Una vez trazados los nodos, se procedió a realizar la evaluación de estos, donde se obtuvieron los datos presentados en la tabla 39.

Tabla 39. Resumen de los resultados de la evaluación de nodos peatonales.

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	VEHS (50)	VEHDELAY (ALL)	VEHDELAY (50)
1	0-3600	1-14: PeatonesE-W cam 1@0.9-14: PeatonesE-W cam 1@19.1	0	1,25	4	4	31,99	31,99
1	0-3600	1-15: PeatonesW-Ecam 1@1.2-15: PeatonesW-Ecam 1@19.2	0,02	1,58	0	0		
1	0-3600	2-16: Peatones W-E cam 2@0.3-16: Peatones W-E cam 2@15	0	0,63	1	1	1,49	1,49
1	0-3600	2-17: Peatones E-W cam 2@0.7-17: Peatones E-W cam 2@15	0	0,93	0	0		
1	0-3600	3-18: Peatones S-N@0.2-18: Peatones S-N@12.6	0	0,65	1	1	38,87	38,87
1	0-3600	3-19: Peatones N-S@0.7-19: Peatones N-S@13.1	0	1,08	4	4	21,73	21,73

Fuente: Resultados software PTV VISSIM.

Como se había mencionado, según los criterios establecidos por el HCM 2010, los niveles de servicio se evalúan por medio de las demoras promedio que los peatones pueden presentar en los cruces de intersecciones no señalizadas, como se muestra en la tabla 36.

De esta manera, se determina que en el cruce peatonal del nodo 1 y 3 se presentan niveles de servicio E, mientras que, el nodo 2 hay un nivel de servicio A.

8.2.4 RESULTADOS INTERSECCIONES VEHICULARES EN 5, 10 Y 15 AÑOS

Para realizar la evaluación del impacto que generaron los cambios de infraestructura vial en el barrio diamante 2, se toma como base la simulación realizada para la situación actual, con base en esta se modelarán dichos cambios a escalas de 5, 10 y 15 años. Esto se realizará en base a los volúmenes vehiculares usados en la modelación de la situación actual, es decir sin motocicletas y bicicletas, los cuales se llevarán a las escalas futuras por medio de la tasa de crecimiento correspondiente a 4.05% establecida anteriormente.

Por medio de la tabla 40 se plasman los niveles de servicio obtenidos por las simulaciones del corredor vial para los próximos 5, 10 y 15 años.

Tabla 40. Resumen de resultados de la evaluación por nodos para las escalas 0, 5, 10 y 15.

INTERSECCIÓN	ESC 0 LOS	ESC 5 LOS	ESC 10 LOS	ESC 15 LOS
Entrada de la Autopista - Vienen cacique	C	C	C	C
Carrera 24 - Transversal 24	B	C	C	D
Carrera 24 - Calle 83	D	D	F	F
Calle 83 - Autopista Floridablanca	B	A	A	A

Fuente: Elaboración propia, recuperado de resultados software PTV VISSIM.

Los resultados completos arrojados por la modelación para todas las escalas se encontrarán dentro del anexo F.

8.2.5 Resultados de capacidad por movimientos en cada intersección

Para el cálculo de la capacidad nos basamos en la ecuación 4, obtenida del HCM 2000 donde se tiene conocido el volumen de vehículos presentado por intersección y demoras promedio evaluadas por el programa, en el cálculo de las demoras el programa contempla los efectos que puedan llegar a obtener cada intersección, como lo son impedancia, operación de carril compartido, señales ascendentes y abordajes a las calles secundarias. Así mismo, la capacidad potencial se encontraría en función de la tasa de flujo conflictivo y el avance crítico.

Ecuación 4. Modelo analítico usado para estimar tiempos de demora.

$$d = \frac{3600}{c_{m,x}} + 900T \left[\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}}\right)\left(\frac{v_x}{c_{m,x}}\right)}{450T}} \right] + 5$$

Donde:

d= tiempo de demora (s/veh)

v_x = tasa de flujo por movimiento x (veh/h)

$c_{m,x}$ = capacidad de movimiento x (veh/h) y

T= periodo de análisis (h)

En la tabla 41 se exhibirá la capacidad potencial obtenida para cada intersección.

Tabla 41. Capacidades en las intersecciones del corredor evaluado.

Intersección	VEHS	VEHDELAY (s)	CAPACIDAD (veh/h)
1	2172	9,21	3006
2	2526	7,18	4166
3	2292	14,03	2634
4	2640	12,72	3050

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados obtenidos por la modelación.

9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En base a los resultados obtenidos en el capítulo 8.1, la movilidad que presentaba el corredor evaluado evidenciaba demoras y longitudes de cola prolongadas, siendo estos indicadores de niveles de servicio deficientes, tales como: La conectante calle 80 – Autopista, presenta demoras promedio de 111.9 segundos y colas de 31.81 vehículos, influenciadas por la velocidad y el alto volumen vehicular del corredor vial al cual desea ingresar, en este caso la Autopista Floridablanca. También juega un papel importante el control de tráfico de estos vehículos, donde la vía principal en este caso la Autopista Floridablanca tiene prelación, lo cual afecta la conectante ya que esta no contaba con un carril de aceleración que permitiera el ingreso paralelo a la Autopista. [31]

El cruce que presentan estos vehículos en la intersección con los provenientes de la carrera 24 en sentido sur – norte hacia el sector cacique, se ven afectados por demoras promedio de 93.34 segundos, proporcionando longitudes de cola de 10,85 vehículos como consecuencia del deficiente nivel de servicio presentado en la conectante calle 80 – Autopista como se había mencionado anteriormente, ya que eran tramos sucesivos y obligatorios para los

usuarios que querían llegar de manera directa a la Autopista, involucrando directamente el movimiento vehicular de la carrera 24 en sentido sur – norte hacia el sector cacique, en un servicio que registra un flujo estable pero con afectaciones de maniobrabilidad y disminuciones de la velocidad. Todo esto generando el nivel de servicio más crítico dentro de las intersecciones evaluadas.

De igual forma, en el nodo 3 se presenta una situación crítica motivada por el volumen vehicular proveniente del sector cacique, que en primera instancia deben hacer el pare dando prioridad a los vehículos que ingresan a la carrera 24 por la Autopista en sentido norte – sur, además deben estar pendientes para cuando se genere un espacio en el tramo intermedio de la carrera 24 que da lugar a la conectante calle 80 – Autopista, implicando demoras de 73.61 segundos y longitudes de cola de 55.27 vehículos, que a su vez perjudican la situación plasmada para los que vienen de este mismo sector con destino hacia la carrera 24 con demoras promedio de 56.53 segundos y longitudes de cola de 55,11 vehículos. Esta demora no solo se ve influencia por estos factores, sino también por el hecho de compartir carriles, debido a que esta vía no contaba con carriles exclusivos para cada movimiento ya que presentaba divergencia en la intersección.

A pesar de estas situaciones, las intersecciones resaltan niveles de servicio que van desde A hasta E, donde este último se evidencia en el nodo 2, que representa una circulación cerca o sobre el límite de su capacidad, relacionada con velocidades bajas y constantes en los vehículos que hacen uso de esta, a su vez, la circulación es inestable porque ante cualquier aumento de su flujo se relaciona con un colapso. [9]

De acuerdo con los posibles movimientos peatonales registrados y las características de la intersección, donde predominan cruces no semaforizados, los peatones transitan a través de las vías vehiculares basados en sus habilidades; según la evaluación realizada para las intersecciones donde se presentaban conflictos vehículo – peatón, se obtuvo que los usuarios que se movilizan por el corredor incurrían en tomar un alto nivel de riesgo, deducido en el nivel de servicio prestado.

Teniendo en cuenta los bajos niveles de servicio presentados en el corredor, se evidencia que estos eran causantes de los altos niveles de accidentalidad sobre las intersecciones evaluadas, las largas esperas en cola llegaban a influir en la toma de decisiones, donde la frustración de los conductores y las altas velocidades que provenían de la vía principal (autopista Floridablanca) incurrían generando siniestros.

La necesidad de mejorar el tránsito y la seguridad vial del corredor, aprovechando el mejoramiento general de la infraestructura vial de la ruta principal que colindaba a este, llevaron a realizar cambios viales; paso a desnivel, reorganización de los sentidos de circulación y ampliación de carriles fueron las medidas tomadas para el mejoramiento del sector barrio diamante 2.

La evaluación del corredor con las modificaciones ya implementadas, evidencian una notable disminución de accidentalidad, sin embargo, hay una concentración de esta sobre la intersección calle 83 con autopista que reincide en altas velocidades y un nivel de servicio F en el movimiento que deben realizar los vehículos provenientes de la calle 83, causado por demoras de 102.85 segundos y colas de 64.6 vehículos.

Las medidas que se tomaron para el mejoramiento de la movilidad implicaron incrementos en puntos de conflicto, debido a la posibilidad de movimientos que se pueden realizar. Haciendo referencia a las intersecciones carrera 24 – transversal 24 y carrera 24 – calle 83, donde se presentan 11 y 7 posibles rutas respectivamente, que, aunque muchas de estas no son permitidas dentro del marco legal los usuarios tienen la maniobrabilidad para realizarlas, haciendo referencia a los movimientos 8 y 10(1) de la intersección carrera 24 – transversal 24 y los movimientos 6 y 10(2) en la intersección carrera 24 – calle 83.

Siendo esto uno de los factores que incurren en la afectación de la movilidad, presentando demoras promedio de 14 segundos y longitudes de cola de 13.4 vehículos en la intersección carrera 24 – transversal 24; así mismo en la intersección carrera 24 – calle 83, se encuentran demoras promedio de 27.52 segundos y longitudes de cola de 72.2 vehículos; con niveles de servicio B y D respectivamente.

Cabe resaltar que a pesar del nivel de servicio B presentado en la intersección carrera 24 – transversal 24, se ve empañado con deficientes niveles de servicio en los movimientos 9(3), 7 y 8 que van de las calles secundarias hacia la principal que cuenta con prelación sobre estas.

De igual forma, en la intersección carrera 24 – calle 83 se encuentran movimientos con altas demoras, como lo es el movimiento 2 que presenta un comportamiento tipo cuello de botella; por otra parte, los vehículos que provienen de la carrera 24 en sentido sur – norte se ven afectados por los altos volúmenes y la prioridad asignada a los vehículos que derivan de la carrera 24 en sentido norte – sur y hacen uso de la intersección.

Es evidente que al aumento de cruces posibles en las intersecciones amplía los tiempos de demoras, influyendo directamente en el nivel de servicio prestado por estas y eleva los índices de accidentalidad. Respecto al movimiento 6 en la intersección 3, se ve la necesidad de eliminarlo ya que presenta inconsistencias en su funcionamiento, pues su diseño establece el giro a la derecha para así salir a la calle 83 en sentido hacia la autopista y en la hora de máxima demanda solo se presentaron giros hacia la izquierda tomando la carrera 24 en sentido S-N.

Así mismo este sector tiene diversas opciones para suplir el movimiento legítimo de la carrera 24A y de igual forma se brinda la ruta alterna para los que realizaban el movimiento 6 antirreglamentario. Cabe resaltar que este sector comprende un área de influencia mínima, comprendida entre la carrera 24 hasta la carrera 26 y entre las calles 83 y la calle 85, por ende, el volumen de vehículos que van o salen de esta zona es baja.

En cuanto a los conflictos vehículo – peatón, se resalta un nivel de servicio E para los posibles cruces peatonales registrados en campo, este se encuentra ligado a la falta de señalización para los peatones, los altos volúmenes vehiculares y las bajas brechas en las que el peatón pueda determinar si cruza o no, según su juicio.

Conforme a los resultados obtenidos en la modelación de la estructura actual del corredor en los escenarios futuros, se ve la necesidad de hacer cambios en esta, ya que hay deficiencias sobre los diferentes escenarios en el nivel de servicio presentado, como muestra de esto la intersección carrera 24 – calle 83, que a partir del año 2019 ya empieza a presentar altas demoras y un nivel de servicio general de la intersección D, y al llegar al año 2034 esta presentaría un nivel de servicio F.

Teniendo en cuenta el crecimiento vehicular año a año, se hace notar una diferencia en los vehículos que se dirigen hacia la autopista provenientes del sector cacique y del interior del barrio diamante II, representados por los movimientos 9(3)A y 10(2) en la estación Diamante 3-1 y los movimientos 1P y 9(3) de la estación Jarris 2-2 en el año 2012 con un total de 560 vehículos por hora de máxima demanda, mientras en el año 2019 se registran 1210 vehículos por hora de máxima demanda que se dirigen hacia esta vía principal, representado en un crecimiento del 11,634% anual.

10. ALTERNATIVAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL CORREDOR EVALUADO

En el presente capítulo se presentarán las alternativas para el mejoramiento del corredor vial, basados en los resultados obtenidos en la evaluación del mismo.

10.1 ALTERNATIVA 1

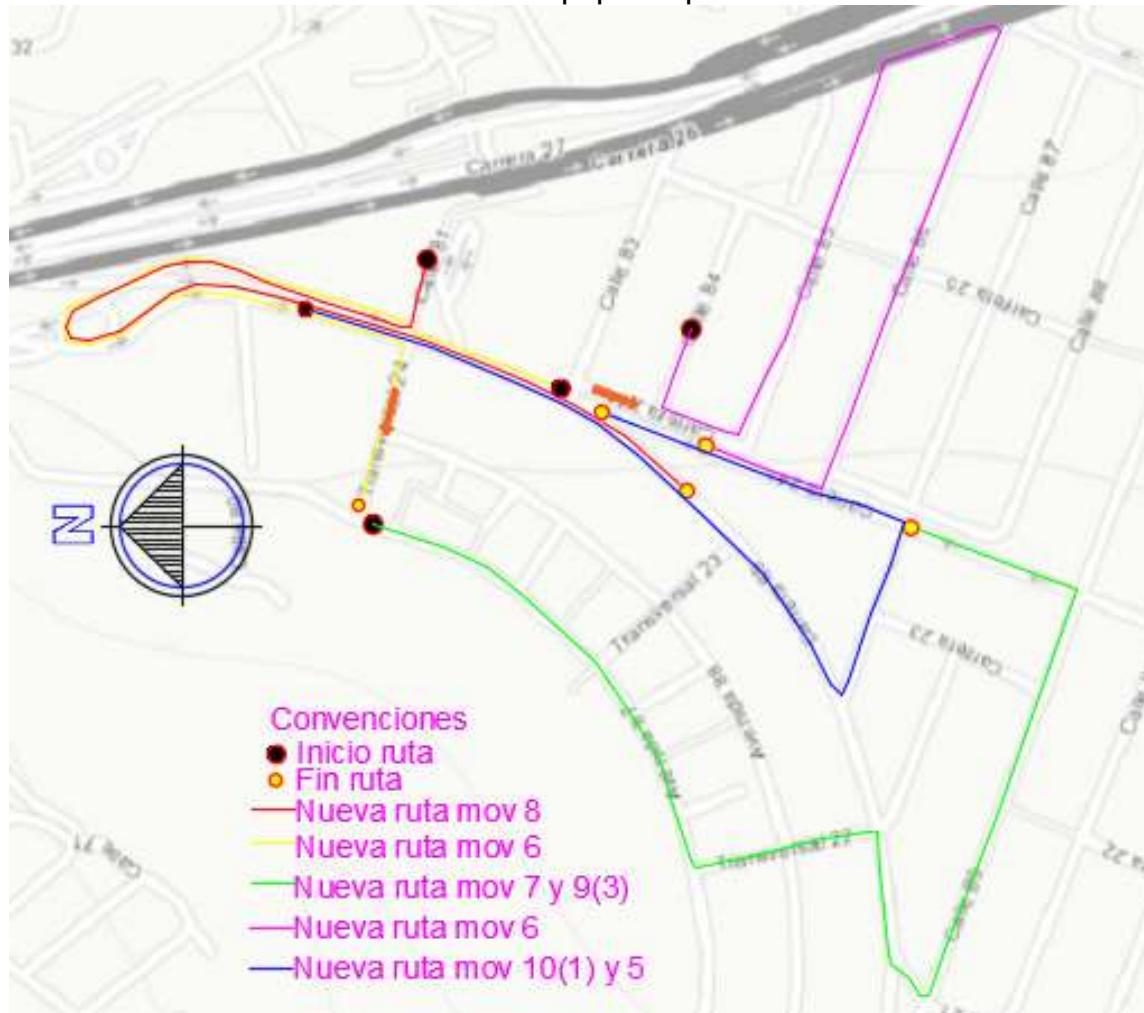
La primera alternativa considerada, se basa en cambios viales representados en la asignación unidireccional de la transversal 24 quedando solo en sentido este – oeste; por otra parte, se prolongará el separador de la intersección 2 por medio de delineadores tubulares para restringir los movimientos 7, 9(3), 5, 6 y 8. Ya que el corredor presenta una mala señalización con respecto a los movimientos en U, se implementará una señal vertical que denote la prohibición de este, eliminando el movimiento 10(1) en la intersección 2, de igual manera, se implementará dicha denotación en el movimiento 10(2) de la intersección 3.

Para los usuarios que realizaban los movimientos 6 y 8 deberán tomar la rotonda ubicada metros más abajo en el sector del colegio 1-2-3 por mí, mientras los movimientos 5 y 10(1) harán uso de la carrera 24 hasta la calle 85 y allí harán el retorno para tomar la carrera 24 en sentido sur – norte. En cuanto a los usuarios que realizaban los movimientos 7 y 9(3), ahora tomarían la calle 87 hasta la transversal 22 donde podrán ingresar a la carrera 24.

Sobre la intersección 3, la carrera 24A presenta un mal uso y una baja demanda vehicular como se había mencionado en el capítulo anterior por lo que a esta se le asignará solo el sentido vial norte – sur, para los vehículos que tomaban esta ruta en sentido sur – norte tendrán que dirigirse hacia la carrera 85 para tomar la paralela de la Autopista y luego si desean volver a la carrera 24 en sentido sur – norte deberán bajar por la carrera 86.

Las nuevas rutas para los movimientos descritos anteriormente se exponen en la ilustración 59.

Ilustración 59. Nuevas rutas propuestas para la alternativa 1.



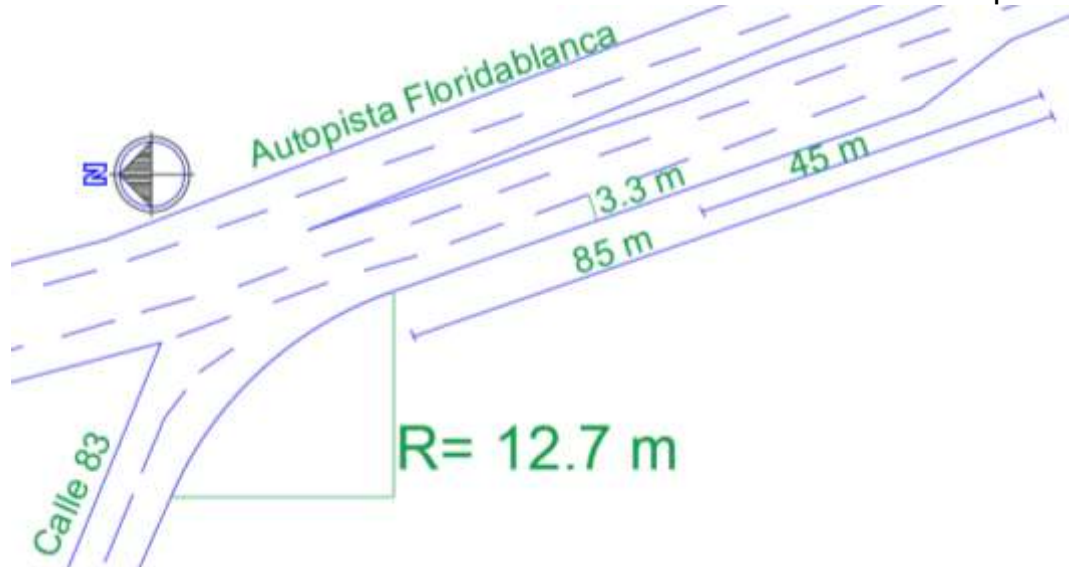
Fuente: Elaboración propia.

Si bien es cierto, uno de los movimientos que mayor dificultad tiene es el de la calle 83 hacia la Autopista Floridablanca a pesar de que el nodo 4 donde se encuentra presente actualmente un nivel de servicio B, este movimiento evaluado de manera individual presenta un deficiente nivel de servicio, por lo cual se considera la implementación de un carril de aceleración, que permita que los vehículos provenientes de la calle 83 se incorporen a la Autopista Floridablanca con una velocidad similar a quienes transitan por esta.

El dimensionamiento del carril de aceleración se evidencia en la ilustración 60, este fue obtenido por los criterios del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, de donde se obtuvieron las siguientes características para el diseño. [32]

- Ancho de carril de aceleración: 3.30 m
- Las longitudes del carril de aceleración se tomaron a partir de las establecidas por el capítulo 6 del manual, la determinación de estas se basó en que la velocidad del ramal que en este caso es la calle 83 corresponde a 25 km/h, mientras que la velocidad de la calzada de destino es de 50km/h.
- El radio mínimo de giro se determinó para los vehículos de diseño categoría 2 definidos en el capítulo 2.2 del manual, estos requieren de un radio mínimo de 12.7 metros.

Ilustración 60. Dimensionamiento del carril de aceleración en la intersección calle 83 – autopista.



Fuente: Elaboración propia, a partir de los criterios del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. [32]

Con el fin de determinar las mejoras que podría tener el corredor vial por medio de esta alternativa, se realizó la modelación de esta para la situación actual y a escalas de 5, 10 y 15 años; la evaluación de dicha modelación arrojó los resultados presentados en la tabla 42.

Tabla 42. Resumen de los resultados de la evaluación de nodos para la alternativa 1 - escalas 0,5,10 y 15.

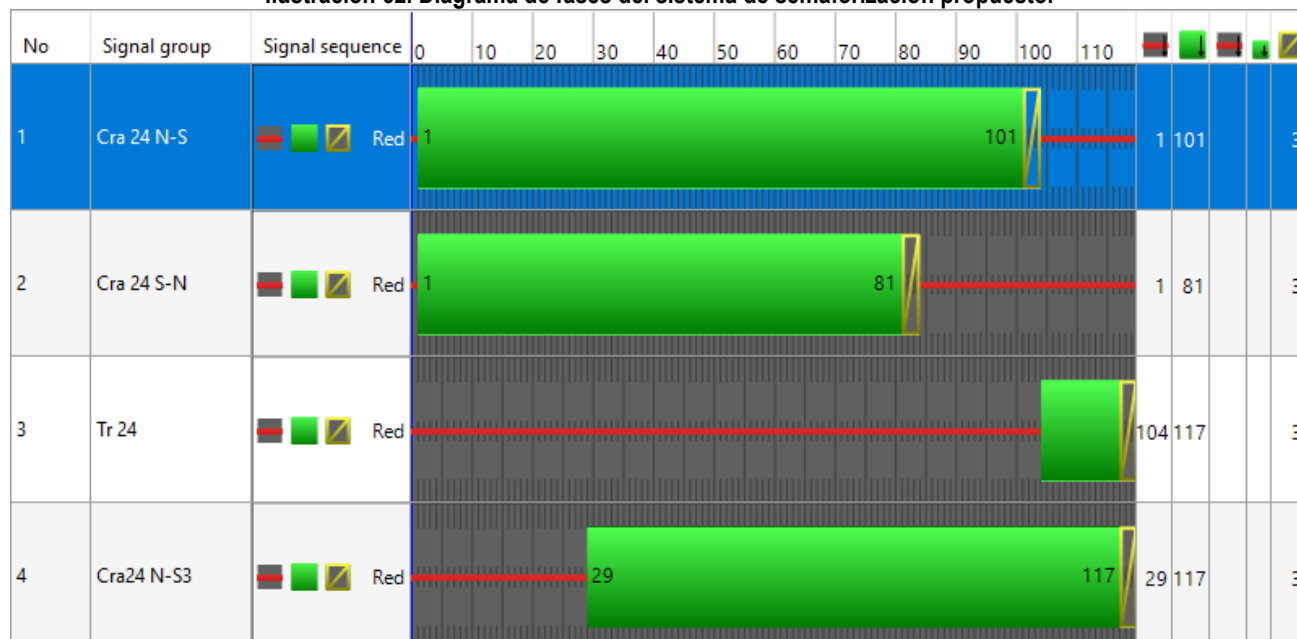
INTERSECCIÓN	ESC 0 LOS	ESC 5 LOS	ESC 10 LOS	ESC 15 LOS
Entrada de la Autopista - Vienen cacique	A	B	C	C
Carrera 24 - Transversal 24	A	A	A	A
Carrera 24 - Calle 83	C	C	C	C
Calle 83 - Autopista Floridablanca	A	A	A	B

La implementación de esta alternativa presenta notorias mejoras en el nivel de servicio que puede prestar el corredor vial a los usuarios, a pesar de estar compuesta por diversas eliminaciones de cruces y cambios viales, el volumen de usuarios que se verían dagnificados con esta medida es mucho menor que los que se beneficiarian, sin embargo, se presentan las alternativas que pueden tomar estos para que puedan seguir a sus destinos.

Esta alternativa permite denotar mejoras a corto plazo como se evidencia en el nivel de servicio a escala cero y de igual forma, al pasar los años brindará un comportamiento estable. Las intersecciones 1 y 3 con esta alternativa presentan bajos niveles de servicio, pero estos son de menor escala con respecto a los deficientes niveles que se presentan actualmente en dichas intersecciones.

A continuación, en la ilustración 61 se presentará la modelación de esta alternativa; el despliegue de los datos arrojados por la evaluación de esta se encontrará en el anexo G.

Ilustración 62. Diagrama de fases del sistema de semaforización propuesto.



Fuente: Tomado de resultados software VISSIM.

Adicional, para esta alternativa los movimientos 10(1), 10(2), 6 y el carril de aceleración para la intersección 4 presentarán los mismos cambios propuestos en la alternativa 1.

Se realizaron las modelaciones de esta alternativa para las escalas de 0, 5, 10 y 15 años, las cuales fueron evaluadas y arrojaron los resultados exhibidos en la tabla 43.

Tabla 43. Resumen de los resultados de la evaluación por nodos para la alternativa 2 – escalas 0, 5, 10 y 15.

INTERSECCIÓN	ESC 0 LOS	ESC 5 LOS	ESC 10 LOS	ESC 15 LOS
Entrada de la Autopista - Vienen cacique	B	B	C	C
Carrera 24 - Transversal 24	A	A	B	B
Carrera 24 - Calle 83	B	B	C	C
Calle 83 - Autopista Floridablanca	A	A	A	A

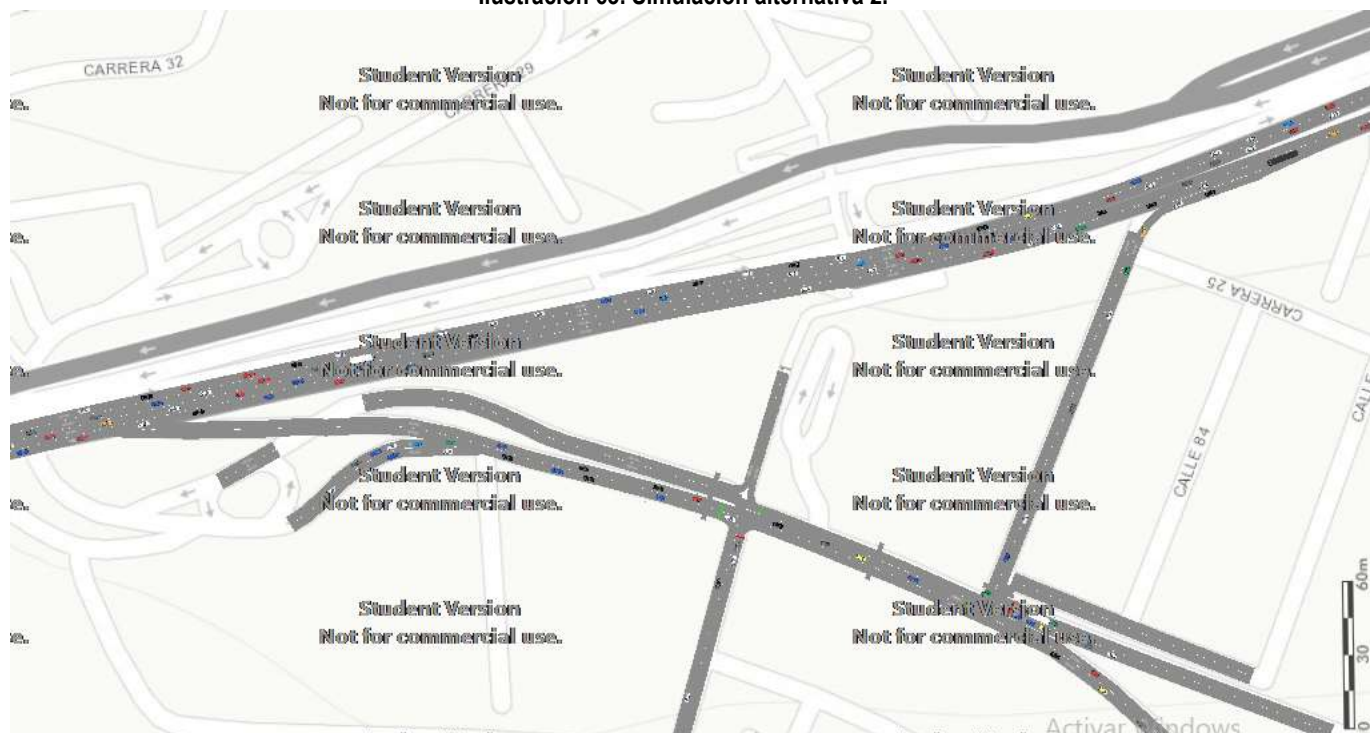
Fuente: Elaboración propia, recuperado de resultados software VISSIM.

Los resultados ratifican el mejoramiento de los niveles de servicio en las diferentes intersecciones en comparación con la presentada actualmente en el corredor vial, además, muestran un comportamiento equilibrado al pasar de los años, presentando aceptables niveles de servicio si se considera como alternativa para corto y largo plazo.

La implementación de esta alternativa brindará seguridad a los cruces peatonales, ya que en los momentos de fases en rojo estos podrán transitar sin crear conflictos vehículo – peatón; de igual manera se verán beneficiados los usuarios de las vías secundarias ya que tendrán menores demoras y riesgos al intersecarse con los grandes volúmenes que transitan por la vía principal.

Por medio de la ilustración 63, se muestran los cambios implementados en el modelo; de igual forma, en el anexo H se encontrará el desarrollo de los resultados obtenidos por la evaluación del modelo.

Ilustración 63. Simulación alternativa 2.



Fuente: Tomado de resultados software Vissim.

11. CONCLUSIONES

Con el reconocimiento de las modificaciones que sufrió el barrio diamante 2, a causa del mejoramiento de la movilidad de Bucaramanga que se llevó a cabo por medio del proyecto tercer carril y que incidió de manera directa sobre este sector, se ratifica que el mayor cambio presentado fue la eliminación de la salida directa de los vehículos provenientes del sector cacique hacia la autopista, canalizando este flujo junto al que ingresaba al barrio por la carrera 24 en sentido norte – sur. Esto causaría el aumento de la demanda vehicular de la carrera 24 incidiendo en las intersecciones de la transversal 24 y la calle 83, que sería el nuevo corredor que resuelve los volúmenes vehiculares de los usuarios que requieran desembocar en la autopista; la evidencia de esto se representa por los niveles de servicio B y D que brinda el corredor actualmente y que al pasar los años será deficiente.

En la revisión bibliográfica se trató una base de datos sobre la accidentalidad presentada en el barrio diamante 2 del año 2012 al 2018, la cual se filtró para establecer las zonas de accidentalidad que se presentaban en el corredor evaluado; en estas se corroboró el alto índice de accidentalidad presentado en la entrada al barrio diamante 2 antes de la construcción de las obras concernientes a este, por parte del proyecto tercer carril, arrojando un 94% de coincidencia en la zona de alta accidentalidad (ZAA), siendo esto uno de los motivos más determinantes para realizar cambios en la infraestructura vial. Obteniendo los registros del año 2018 una vez finalizadas las obras, es notable la disminución de accidentalidad sobre el corredor, aunque la coincidencia de accidentes se trasladó a la nueva salida de los vehículos hacia la autopista, viéndose estos representados en el 50% de los accidentes registrados en el corredor y el deficiente nivel de servicio que presenta este movimiento.

En cuanto al impacto que generaron las modificaciones en el sector se determina que este es negativo tanto para los residentes como para los usuarios de este corredor vial, en cuanto a los residentes se evidencia inseguridad en su tránsito peatonal habitual y altos niveles de contaminación, para los usuarios del corredor se alcanzan altos niveles de demoras y longitudes de cola, reflejados en la prolongación de sus tiempos de viaje, a su vez queda en evidencia una alta probabilidad de accidentes.

Para finalizar, se efectúa una comparación entre las alternativas propuestas y teniendo en cuenta las deficiencias que presenta actualmente el corredor vial como se denotan en los resultados obtenidos en el presente documento; se consideran alternativas en base a el cambio bidireccional en la carrera 24A y la construcción del carril de aceleración para el empalme de la calle 83 con autopista, donde se presenta una solución más eficaz en la alternativa 2, ya que cuenta con un sistema de semaforización que permite un paso alternado a las corrientes de tránsito de cruce, garantizando la optimización del espacio disponible, y así mismo brinda una circulación peatonal segura.

12. RECOMENDACIONES

Se puede analizar el uso de semáforos pulsados para el tránsito peatonal que cruza la carrera 24 en el sector de la intersección con la transversal 24 en la alternativa 1 y así mismo, basados en la alternativa 2 el uso de un semáforo semiaccionado por el tránsito para los vehículos que salen de la transversal 24 y así evitar disponer tiempos de verde superiores a los necesarios por la demanda vehicular.

Sobre la situación actual se recomienda a la dirección de tránsito de Bucaramanga (DTB) la implementación adecuada de la señalización vertical en el corredor y respecto a lo observado en las videograbaciones se recomienda inculcar en los ciudadanos cultura de movilidad, tanto como peatones como conductores presentan conductas erradas a la hora de hacer uso del corredor.

Teniendo la licencia completa del programa PTV Vissim se puede presentar un mejoramiento en los ciclos semafóricos que se instalaron para la alternativa 2.

El programa PTV Vissim presenta muchas facilidades de aprovechamiento para las materias a fines de tránsito y vías, sería de gran ayuda para la enseñanza y aplicación de conocimientos adquirir este programa licenciado donde se lleve de la teoría a la práctica.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Dirección de Tránsito de Bucaramanga, «Parque Automotor DTB, diciembre 31 de 2016,» Bucaramanga, 2016.
- [2] Dirección de Tránsito de Bucaramanga, «Parque Automotor DTB, diciembre 31 de 2017,» Bucaramanga, 2017.
- [3] Alcaldía de Bucaramanga, «Decreto Número 0189 de 2010,» Bucaramanga, 2010.
- [4] Dirección de Tránsito de Bucaramanga, «Manual de Especificaciones Técnicas para la elaboración, implementación y seguimiento del plan de manejo de tránsito "PMT",» Bucaramanga, 2016.
- [5] Ministerio de Transporte, «Ley 769 de 2002, Código Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre,» *Código Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre*, p. 11, 2002.
- [6] G. Arboleda V, FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE TRANSPORTE, Cali, 1998.
- [7] J. Quintero, «Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible,» *Ambiente y Desarrollo*, 2017.
- [8] J. R. González, «Inventarios viales y categorización de la red vial en estudio de Ingeniería de Tránsito y Transporte,» *Revista Facultad de Ingeniería - UPTC*, p. 74, 2011.
- [9] R. Cal y Mayor y C. James, Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones, Bogotá: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR S.A, 2000.
- [10] W. Hay, Ingeniería de Transporte, México : LIMUSA, 2002.
- [11] A. Valdés, Ingeniería de Tráfico, Madrid: Bellisco, 2008.
- [12] C. Dangond, J. Jolly, A. Monteoliva y F. Rojas, «Algunas reflexiones sobre la movilidad urbana en Colombia desde la perspectiva del desarrollo humano,» *Papel político*, p. 4, 2011.
- [13] UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA, «Universidad - Empresa, un lazo que construye ciudad,» *Impacto*, pp. 5-7, 2015.
- [14] Cámara de Comercio de Bucaramanga, «UEN Desarrollo e Inversión Regional - Infraestructura y Gestión Pública».
- [15] Consorcio Soluciones Viales 2012, «Informe de Plan de Manejo de Tráfico,» Bucaramanga, 2012.
- [16] Consorcio Soluciones Viales 2012, «Toma de Información de Primaria,» Bucaramanga, 2012.
- [17] Consorcio Soluciones Viales 2012, «Informe de Tránsito y Movilidad,» Bucaramanga, 2012.
- [18] A. De Miguel, Los Peatones y el Tráfico Urbano, Madrid: MAPFRE, S.A, 2000.
- [19] Dirección de Tránsito de Bucaramanga, «Tránsito de Bucaramanga,» Diciembre 2016. [En línea]. Available: <http://transitobucaramanga.gov.co/files/2017/estadisticas/accidentalidad-corte-311216.pdf>. [Último acceso: 01 03 2019].
- [20] Dirección de Tránsito de Bucaramanga, «Tránsito de Bucaramanga,» 2018. [En línea]. Available: <http://transitobucaramanga.gov.co/files/2019/estadisticas/accidentalidad-diciembre-2018-2.pdf>. [Último acceso: 01 03 2019].
- [21] N. R. González, «Accidentalidad Barrio Diamante 2 Comuna 10 - Control Vial,» Bucaramanga, 2019.
- [22] M. C. Diaz, J. Diaz, I. Ferreiro, M. Perez, M. Serrano, R. Tomás, I. Sentana y E. Sentana, «Influencia de la Geometría en la Determinación de los Puntos de Conflicto en una Intersección de Viales,» de *XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*, Santander, España, 2002.
- [23] National Research Council , Highway Capacity Manual, Washington, D.C, 1985.
- [24] Ministerio de Transporte, «Manual de Señalización Vial, Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas de Colombia,» Bogotá, DC, 2015.

- [25] Alcaldía Mayor de Bogotá; Cal y Mayor y Asociados., Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte, tomo 3, Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2005.
- [26] S. Castaño y L. Andrea, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN OPERACIONAL DE INTERSECCIONES URBANAS MEDIANTE MICROSIMULACIÓN, Medellín, 2007.
- [27] PTV Vision, *Vissim 5.40 Manual del usuario*, Karlsruhe, 2012.
- [28] Transport for London, *Traffic Modelling Guidelines*, Londres, 2010.
- [29] O. A. Cuella Cepeda, *Actualización y calibración del modelo de asignación de tráfico de hora pico por vehículo particular y estudio del modelo a través del análisis de resultados y sensibilidad. Aplicación el caso de Bogotá.*, Bogotá, 2016.
- [30] G. A. Ramírez Osorio, *Evaluación y alternativas de solución para el problema de congestión vehicular presente en la glorieta de Menga, intersección avenida 6N con calle 70*, Santiago de Cali, 2018.
- [31] Secretaría Senado, *Ley 769 de 2002 - Por la cual se expide el código nacional de tránsito terrestre y se dictan otras disposiciones.*, Bogotá D.C, 2002.
- [32] Ministerio de Transporte, *Manual de diseño geométrico de carreteras*, 2008.

ANEXOS

ANEXO A. Registro fotográfico de señalización en el
corredor vial Carrera 24 entre Av. Floridablanca y
Calle 83.

Ilustración 1. Señalización horizontal en empalme Av. Floridablanca y la carrera 24.



Fuente: Tomada en campo.

Ilustración 2. Señalización sobre la carrera 24 en sentido norte – sur (SI-30)



Fuente: Tomada en campo.

Ilustración 3. Señalización en la transversal 24 a la altura de la intersección carrera 24 – transversal 24.



Fuente: Tomada en campo.

Ilustración 4. Señalización intersección carrera 24 – calle 83 en sentido norte – sur.



Fuente: Tomada en campo.

Ilustración 5. Señalización intersección carrera 24 – calle 83 en sentido sur - norte.



Fuente: Tomada en campo.

Ilustración 6. Señalización intersección carrera 24 – calle 83 a la altura de la carrera 24A.



Fuente: Tomada en campo.

Ilustración 7. Señalización intersección carrera 24 – transversal 24 en sentido sur – norte.



Fuente: Tomada en campo.

Ilustración 7. Señalización a la altura de la intersección Av. Floridablanca – carrera 24 en sentido sur – norte.



Fuente: Tomada en campo.

ANEXO B. Registros de tiempos para determinar la
velocidad media espacial.

Tabla 1. Registros de tiempos para el sentido norte – sur en hora valle.

Vehiculo	Tiempo (s)	Vehiculo	Tiempo (s)	Vehiculo	Tiempo (s)	Vehiculo	Tiempo (s)
1	2,72	31	2,53	61	3,07	91	3,01
2	3,2	32	3,43	62	3,14	92	2,71
3	3,18	33	2,69	63	2,18	93	3,26
4	3,13	34	2,58	64	2,76	94	2,86
5	4,47	35	2,81	65	2,92	95	3,12
6	3,8	36	2,88	66	3,22	96	2,33
7	2,69	37	2,47	67	3,19	97	2,4
8	2,34	38	2,86	68	3,63	98	2,1
9	3,44	39	1,82	69	2,98	99	3
10	3,41	40	3,19	70	2,52	100	2,2
11	3,09	41	3,35	71	3	101	2,2
12	2,69	42	2,7	72	2,15	102	3,06
13	2,9	43	3,3	73	2,65	103	3
14	2,87	44	2,58	74	3,15	104	2,8
15	3,63	45	2,45	75	3,03	105	3,28
16	2,92	46	3,14	76	2,71	106	4,73
17	2,44	47	3,25	77	2,57	107	3,91
18	3,84	48	2,69	78	2,38	108	3,63
19	3,1	49	2,59	79	1,97	109	3,84
20	3,5	50	2,61	80	2,86	110	3,38
21	3,24	51	2,63	81	3,62	111	3,56
22	2,33	52	2,75	82	3,08	112	3,16
23	2,02	53	2,34	83	2,88	113	4,32
24	2,65	54	2,29	84	2,64	114	3,3
25	3,61	55	3,25	85	3,16	115	2,69
26	2,73	56	1,95	86	3,78	116	1,92
27	2,11	57	2,55	87	3,5	117	2,8
28	2,34	58	2,88	88	4,33	118	3,07
29	2,71	59	3,51	89	3,35	119	3,55
30	2,5	60	2,77	90	2,76	120	3,72
Promedio							2,954

Tabla 2. Registros de tiempos para el sentido norte – sur en hora de máxima demanda.

Vehiculo	Tiempo (s)	Vehiculo	Tiempo (s)	Vehiculo	Tiempo (s)	Vehiculo	Tiempo (s)
1	7,24	31	7,9	61	6,73	91	6,87
2	7,37	32	5,6	62	8,32	92	5,78
3	5,53	33	8,24	63	14,1	93	8,69
4	7,68	34	7,67	64	7,01	94	10,46
5	3,99	35	7,28	65	7,94	95	7,72
6	4,74	36	13,25	66	8,52	96	7,03
7	6,37	37	6,65	67	12,95	97	12,19
8	7,45	38	10,33	68	9,89	98	7,52
9	4,49	39	6,42	69	6,86	99	7,79
10	7,25	40	4,16	70	6,72	100	7,09
11	6,71	41	6,85	71	8,49	101	7,25
12	8,3	42	5,76	72	8,89	102	7,38
13	14,08	43	8,67	73	8,4	103	5,54
14	6,99	44	10,44	74	4,81	104	7,69
15	7,92	45	7,7	75	5,75	105	4
16	8,5	46	7,01	76	6,25	106	4,75
17	12,93	47	12,17	77	7,87	107	6,38
18	9,87	48	7,5	78	7	108	7,46
19	6,84	49	7,77	79	7,31	109	4,5
20	6,7	50	7,07	80	7,27	110	7,26
21	8,47	51	7,26	81	7,92	111	6,72
22	8,87	52	7,39	82	5,62	112	8,31
23	8,38	53	5,55	83	8,26	113	14,09
24	4,79	54	7,7	84	7,69	114	7
25	5,73	55	4,01	85	7,3	115	7,93
26	6,23	56	4,76	86	13,27	116	8,51
27	7,85	57	6,39	87	6,67	117	12,94
28	6,98	58	7,47	88	10,35	118	9,88
29	7,29	59	4,51	89	6,44	119	6,85
30	7,25	60	7,27	90	4,18	120	6,71
Promedio							7,622

Tabla 3. Registros de tiempos para el sentido sur - norte en hora valle.

Vehiculo	Tiempo (s)	Vehiculo	Tiempo (s)	Vehiculo	Tiempo (s)	Vehiculo	Tiempo (s)
1	3,06	31	2,25	61	2,12	91	2,42
2	2,08	32	2,44	62	2,28	92	3,11
3	2,65	33	2,39	63	2,93	93	3,33
4	2,73	34	2,41	64	2,69	94	4,15
5	2,44	35	2,04	65	2,42	95	4,01
6	2,94	36	2,88	66	2,3	96	3,56
7	2,82	37	3,78	67	3,04	97	2,48
8	2,42	38	2,31	68	2,29	98	2,47
9	2,13	39	2,56	69	2,55	99	2,34
10	2,29	40	3,48	70	2,67	100	2,35
11	3,25	41	2,3	71	3	101	1,8
12	3,28	42	2,43	72	2,15	102	3
13	1,94	43	2,91	73	2,04	103	1,92
14	2,69	44	3,54	74	2,41	104	2,2
15	2,28	45	3,65	75	3,09	105	2,39
16	2,8	46	2,37	76	2,8	106	2,89
17	2,94	47	3,9	77	4,02	107	1,99
18	2,42	48	2,9	78	2,21	108	3,56
19	2,81	49	3,68	79	2,97	109	3,6
20	2,79	50	3,77	80	4,51	110	2,79
21	3,3	51	2,68	81	3,29	111	3,6
22	2,12	52	2,71	82	2,74	112	3,02
23	2,48	53	1,79	83	3	113	3,15
24	2,44	54	2,18	84	3,09	114	2,93
25	4,46	55	2,92	85	2,95	115	2,81
26	3,02	56	2,71	86	4,11	116	2,69
27	2,61	57	3,08	87	2,69	117	2,21
28	1,86	58	2,29	88	2,28	118	2,34
29	3,19	59	3,22	89	2,01	119	2,45
30	2,68	60	2,59	90	2,59	120	3,21
Promedio							2,776

Tabla 4. Registros de tiempos para el sentido sur - norte en hora de máxima demanda.

Vehiculo	Tiempo (s)	Vehiculo	Tiempo (s)	Vehiculo	Tiempo (s)	Vehiculo	Tiempo (s)
1	2,72	31	2,88	61	2,74	91	2,9
2	2,16	32	2,34	62	2,18	92	2,36
3	2,48	33	2,74	63	2,5	93	2,76
4	2,26	34	2,99	64	2,28	94	3,01
5	1,98	35	3,15	65	2	95	3,17
6	2,14	36	4,05	66	2,16	96	4,07
7	2,45	37	3,53	67	2,47	97	3,55
8	2,36	38	2,36	68	2,38	98	2,38
9	3,17	39	3,69	69	3,19	99	3,71
10	4,13	40	2,4	70	4,15	100	2,42
11	2,78	41	2,04	71	2,8	101	2,06
12	2,39	42	2	72	2,41	102	2,02
13	3,69	43	3,07	73	3,71	103	3,09
14	2,13	44	2,8	74	2,15	104	2,82
15	2,27	45	2,67	75	2,29	105	2,69
16	2,29	46	2,91	76	2,31	106	2,93
17	2,86	47	2,98	77	2,88	107	3
18	3,38	48	4,31	78	3,4	108	4,33
19	2,37	49	3,68	79	2,39	109	3,7
20	2,26	50	3,56	80	2,28	110	3,58
21	3,27	51	2,67	81	3,29	111	2,69
22	3,32	52	2,74	82	3,34	112	2,76
23	4,05	53	2,36	83	4,07	113	2,38
24	3,09	54	2,44	84	3,11	114	2,46
25	2,36	55	3,69	85	2,38	115	3,71
26	3,07	56	2,41	86	3,09	116	2,43
27	3,52	57	3,14	87	3,54	117	3,16
28	3,41	58	3,19	88	3,43	118	3,21
29	2,81	59	4,69	89	2,83	119	4,71
30	3,42	60	2,79	90	3,44	120	2,81
Promedio							2,924

ANEXO C. Volúmenes vehiculares.

Tabla 1. Volúmenes vehiculares en sentido norte – sur en intervalos de 15 minutos.

HR INICIO	HR FINAL	AUTOS	MOTOS	BUSES	CAMIONES	CICLAS	TOTAL
7:45	8:00	343	148	4	7	3	505
8:00	8:15	339	152	3	3	4	501
8:15	8:30	322	130	3	9	1	465
8:30	8:45	277	117	3	5	1	403
8:45	9:00	269	128	5	5	1	408
9:00	9:15	292	121	4	4	1	422
9:15	9:30	242	128	5	3	1	379
9:30	9:45	271	121	4	6	2	404
9:45	10:00	242	129	4	3	5	383
10:00	10:15	244	133	4	5	2	388
10:15	10:30	247	125	4	3	2	381
10:30	10:45	243	143	3	7	0	396
10:45	11:00	252	135	2	6	2	397
11:00	11:15	243	148	7	7	0	405
11:15	11:30	264	137	8	10	3	422
11:30	11:45	295	145	2	2	0	444
11:45	12:00	353	180	5	4	0	542
12:00	12:15	376	253	2	6	2	639
12:15	12:30	376	271	5	7	3	662
12:30	12:45	397	205	5	8	1	616
12:45	13:00	371	198	5	3	0	577
13:00	13:15	302	167	5	6	3	483
13:15	13:30	298	116	4	5	0	423
13:30	13:45	281	133	4	5	1	424
13:45	14:00	313	155	4	1	0	473
14:00	14:15	304	153	3	2	1	463
14:15	14:30	302	129	5	2	0	438
14:30	14:45	301	138	5	4	0	448
14:45	15:00	307	142	5	7	2	463
15:00	15:15	313	149	4	5	0	471
15:15	15:30	301	148	3	6	1	459
15:30	15:45	315	154	6	2	2	479
15:45	16:00	323	141	5	2	0	471
16:00	16:15	324	160	6	6	2	498
16:15	16:30	331	158	3	5	3	500
16:30	16:45	320	155	3	2	2	482
16:45	17:00	345	158	5	7	2	517
17:00	17:15	328	174	3	13	2	520
17:15	17:30	409	182	3	3	2	599
17:30	17:45	431	221	5	3	4	664
17:45	18:00	391	296	2	4	1	694
18:00	18:15	432	276	4	7	0	719
18:15	18:30	476	309	1	3	5	794
18:30	18:45	424	282	3	4	8	721
18:45	19:00	442	286	5	3	5	741
19:00	19:15	440	269	3	2	0	714
19:15	19:30	433	244	4	4	0	685
19:30	19:45	449	220	3	8	1	681
19:45	20:00	362	193	3	2	1	561
20:00	20:15	309	160	3	3	2	477
20:15	20:30	311	163	3	1	0	478
20:30	20:45	314	147	3	1	2	467
20:45	21:00	286	129	1	0	1	417
TOTAL VD		17475	9154	206	241	87	27163

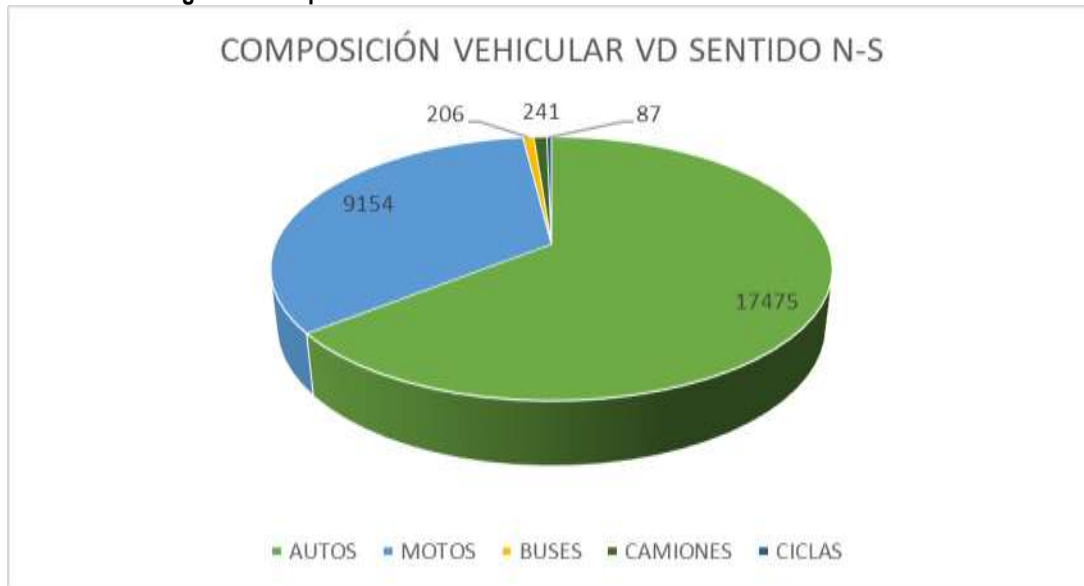
Fuente: Elaboración propia, tomada de la información en campo.

Tabla 2. Volúmenes vehiculares horarios en sentido norte – sur.

HR INICIO - HR FINAL	AUTOS	MOTOS	BUSES	CAMIONES	CICLAS	TOTAL
7:45 - 8:45	1281	547	13	24	9	1874
8:00 - 9:00	1207	527	14	22	7	1777
8:15 - 9:15	1160	496	15	23	4	1698
8:30 - 9:30	1080	494	17	17	4	1612
8:45 - 9:45	1074	498	18	18	5	1613
9:00 - 10:00	1047	499	17	16	9	1588
9:15 - 10:15	999	511	17	17	10	1554
9:30 - 10:30	1004	508	16	17	11	1556
9:45 - 10:45	976	530	15	18	9	1548
10:00 - 11:00	986	536	13	21	6	1562
10:15 - 11:15	985	551	16	23	4	1579
10:30 - 11:30	1002	563	20	30	5	1620
10:45 - 11:45	1054	565	19	25	5	1668
11:00 - 12:00	1155	610	22	23	3	1813
11:15 - 12:15	1288	715	17	22	5	2047
11:30 - 12:30	1400	849	14	19	5	2287
11:45 - 12:45	1502	909	17	25	6	2459
12:00 - 13:00	1520	927	17	24	6	2494
12:15 - 13:15	1446	841	20	24	7	2338
12:30 - 13:30	1368	686	19	22	4	2099
12:45 - 13:45	1252	614	18	19	4	1907
13:00 - 14:00	1194	571	17	17	4	1803
13:15 - 14:15	1196	557	15	13	2	1783
13:30 - 14:30	1200	570	16	10	2	1798
13:45 - 14:45	1220	575	17	9	1	1822
14:00 - 15:00	1214	562	18	15	3	1812
14:15 - 15:15	1223	558	19	18	2	1820
14:30 - 15:30	1222	577	17	22	3	1841
14:45 - 15:45	1236	593	18	20	5	1872
15:00 - 16:00	1252	592	18	15	3	1880
15:15 - 16:15	1263	603	20	16	5	1907
15:30 - 16:30	1293	613	20	15	7	1948
15:45 - 16:45	1298	614	17	15	7	1951
16:00 - 17:00	1320	631	17	20	9	1997
16:15 - 17:15	1324	645	14	27	9	2019
16:30 - 17:30	1402	669	14	25	8	2118
16:45 - 17:45	1513	735	16	26	10	2300
17:00 - 18:00	1559	873	13	23	9	2477
17:15 - 18:15	1663	975	14	17	7	2676
17:30 - 18:30	1730	1102	12	17	10	2871
17:45 - 18:45	1723	1163	10	18	14	2928
18:00 - 19:00	1774	1153	13	17	18	2975
18:15 - 19:15	1782	1146	12	12	18	2970
18:30 - 19:30	1739	1081	15	13	13	2861
18:45 - 19:45	1764	1019	15	17	6	2821
19:00 - 20:00	1684	926	13	16	2	2641
19:15 - 20:15	1553	817	13	17	4	2404
19:30 - 20:30	1431	736	12	14	4	2197
19:45 - 20:45	1296	663	12	7	5	1983
20:00 - 21:00	1220	599	10	5	5	1839
TOTAL VD	66074	34894	791	925	323	103007

Fuente: Elaboración propia, tomada de la información en campo.

Figura 1. Composición vehicular del volumen diario en sentido norte – sur.



Fuente: Elaboración propia, tomada de la información en campo.

Tabla 3. Resumen procesamiento de datos sentido norte – sur.

HORA PICO DEL DÍA

Volumen Horario Pico Observado (VHP) 2975 VehMixtos/Hra
Hora Volúmen Hora Pico 18:00 - 19:00

Composición Vehicular en Hora Pico

Autos 59,63%
 Motos 38,76%
 Buses 0,44%
 Camiones 0,57%
 Bicicletas 0,61%

Mayor Volúmen Tránsito en 15 minutos 794 VehMixtos/15min

Fuente: Elaboración propia, tomada de la información en campo.

Tabla 4. Volúmenes vehiculares en sentido sur - norte en intervalos de 15 minutos.

HR INICIO	HR FINAL	AUTOS	MOTOS	BUSES	CAMIONES	CICLAS	TOTAL
7:45	8:00	61	60	0	1	0	122
8:00	8:15	61	44	0	0	2	107
8:15	8:30	70	33	0	2	0	105
8:30	8:45	64	37	0	2	0	103
8:45	9:00	48	38	0	1	0	87
9:00	9:15	54	26	0	0	0	80
9:15	9:30	50	32	0	1	1	84
9:30	9:45	72	40	0	1	0	113
9:45	10:00	54	36	0	0	1	91
10:00	10:15	54	32	0	3	0	89
10:15	10:30	54	24	0	1	1	80
10:30	10:45	32	37	0	1	0	70
10:45	11:00	44	34	0	1	0	79
11:00	11:15	52	33	0	2	1	88
11:15	11:30	43	40	0	2	1	86
11:30	11:45	55	29	0	0	2	86
11:45	12:00	61	43	0	2	1	107
12:00	12:15	81	63	0	0	0	144
12:15	12:30	82	46	0	1	2	131
12:30	12:45	71	52	0	2	0	125
12:45	13:00	73	44	1	2	0	120
13:00	13:15	65	42	0	2	0	109
13:15	13:30	62	25	0	1	1	89
13:30	13:45	64	38	0	1	2	105
13:45	14:00	72	45	0	0	0	117
14:00	14:15	64	34	0	2	2	102
14:15	14:30	78	37	0	2	1	118
14:30	14:45	59	40	0	1	0	100
14:45	15:00	70	30	0	1	0	101
15:00	15:15	76	50	1	0	0	127
15:15	15:30	81	34	0	1	0	116
15:30	15:45	82	43	0	3	1	129
15:45	16:00	76	35	0	1	1	113
16:00	16:15	57	22	0	2	1	82
16:15	16:30	78	41	0	1	0	120
16:30	16:45	65	31	0	3	1	100
16:45	17:00	66	39	0	1	1	107
17:00	17:15	70	42	0	1	3	116
17:15	17:30	80	55	0	4	3	142
17:30	17:45	67	45	0	1	3	116
17:45	18:00	87	58	1	0	0	146
18:00	18:15	84	50	0	1	1	136
18:15	18:30	76	54	1	3	0	134
18:30	18:45	67	68	0	1	1	137
18:45	19:00	64	34	1	2	0	101
19:00	19:15	76	55	0	0	0	131
19:15	19:30	82	37	0	0	1	120
19:30	19:45	75	45	0	3	2	125
19:45	20:00	77	29	0	1	0	107
20:00	20:15	83	50	1	1	2	137
20:15	20:30	75	40	1	0	0	116
20:30	20:45	63	39	0	1	0	103
20:45	21:00	68	38	1	1	2	110
TOTAL VD		3545	2148	8	67	41	5809

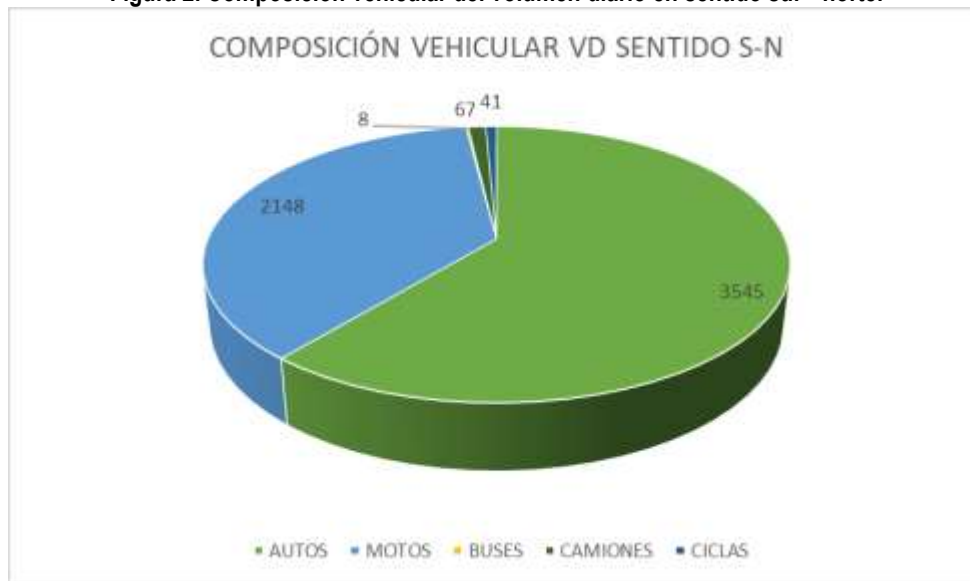
Fuente: Elaboración propia, tomada de la información en campo.

Tabla 5 Volúmenes vehiculares horarios en sentido sur - norte.

HR INICIO - HR FINAL	AUTOS	MOTOS	BUSES	CAMIONES	CICLAS	TOTAL
7:45 - 8:45	256	174	0	5	2	437
8:00 - 9:00	243	152	0	5	2	402
8:15 - 9:15	236	134	0	5	0	375
8:30 - 9:30	216	133	0	4	1	354
8:45 - 9:45	224	136	0	3	1	364
9:00 - 10:00	230	134	0	2	2	368
9:15 - 10:15	230	140	0	5	2	377
9:30 - 10:30	234	132	0	5	2	373
9:45 - 10:45	194	129	0	5	2	330
10:00 - 11:00	184	127	0	6	1	318
10:15 - 11:15	182	128	0	5	2	317
10:30 - 11:30	171	144	0	6	2	323
10:45 - 11:45	194	136	0	5	4	339
11:00 - 12:00	211	145	0	6	5	367
11:15 - 12:15	240	175	0	4	4	423
11:30 - 12:30	279	181	0	3	5	468
11:45 - 12:45	295	204	0	5	3	507
12:00 - 13:00	307	205	1	5	2	520
12:15 - 13:15	291	184	1	7	2	485
12:30 - 13:30	271	163	1	7	1	443
12:45 - 13:45	264	149	1	6	3	423
13:00 - 14:00	263	150	0	4	3	420
13:15 - 14:15	262	142	0	4	5	413
13:30 - 14:30	278	154	0	5	5	442
13:45 - 14:45	273	156	0	5	3	437
14:00 - 15:00	271	141	0	6	3	421
14:15 - 15:15	283	157	1	4	1	446
14:30 - 15:30	286	154	1	3	0	444
14:45 - 15:45	309	157	1	5	1	473
15:00 - 16:00	315	162	1	5	2	485
15:15 - 16:15	296	134	0	7	3	440
15:30 - 16:30	293	141	0	7	3	444
15:45 - 16:45	276	129	0	7	3	415
16:00 - 17:00	266	133	0	7	3	409
16:15 - 17:15	279	153	0	6	5	443
16:30 - 17:30	281	167	0	9	8	465
16:45 - 17:45	283	181	0	7	10	481
17:00 - 18:00	304	200	1	6	9	520
17:15 - 18:15	318	208	1	6	7	540
17:30 - 18:30	314	207	2	5	4	532
17:45 - 18:45	314	230	2	5	2	553
18:00 - 19:00	291	206	2	7	2	508
18:15 - 19:15	283	211	2	6	1	503
18:30 - 19:30	289	194	1	3	2	489
18:45 - 19:45	297	171	1	5	3	477
19:00 - 20:00	310	166	0	4	3	483
19:15 - 20:15	317	161	1	5	5	489
19:30 - 20:30	310	164	2	5	4	485
19:45 - 20:45	298	158	2	3	2	463
20:00 - 21:00	289	167	3	3	4	466
TOTAL VD	13400	8059	28	258	154	21899

Fuente: Elaboración propia, tomada de la información en campo.

Figura 2. Composición vehicular del volumen diario en sentido sur - norte.



Fuente: Elaboración propia, tomada de la información en campo.

Tabla 6. Resumen procesamiento de datos sentido sur - norte.

HORA PICO DEL DÍA

Volumen Horario Pico Observado (VHP) 553 VehMixtos/Hra
Hora Volúmen Hora Pico 17:45 - 18:45

Composición Vehicular en Hora Pico

Autos	56,78%
Motos	41,59%
Buses	0,36%
Camiones	0,90%
Bicicletas	0,36%

Mayor Volúmen Tránsito en 15 minutos 146 VehMixtos/15min

Fuente: Elaboración propia, tomada de la información en campo.

Tabla 7. Volúmenes vehiculares en ambos sentidos en intervalos de 15 minutos.

HR INICIO	HR FINAL	AUTOS	MOTOS	BUSES	CAMIONES	CICLAS	TOTAL
7:45	8:00	404	208	4	8	3	627
8:00	8:15	400	196	3	3	6	608
8:15	8:30	392	163	3	11	1	570
8:30	8:45	341	154	3	7	1	506
8:45	9:00	317	166	5	6	1	495
9:00	9:15	346	147	4	4	1	502
9:15	9:30	292	160	5	4	2	463
9:30	9:45	343	161	4	7	2	517
9:45	10:00	296	165	4	3	6	474
10:00	10:15	298	165	4	8	2	477
10:15	10:30	301	149	4	4	3	461
10:30	10:45	275	180	3	8	0	466
10:45	11:00	296	169	2	7	2	476
11:00	11:15	295	181	7	9	1	493
11:15	11:30	307	177	8	12	4	508
11:30	11:45	350	174	2	2	2	530
11:45	12:00	414	223	5	6	1	649
12:00	12:15	457	316	2	6	2	783
12:15	12:30	458	317	5	8	5	793
12:30	12:45	468	257	5	10	1	741
12:45	13:00	444	242	6	5	0	697
13:00	13:15	367	209	5	8	3	592
13:15	13:30	360	141	4	6	1	512
13:30	13:45	345	171	4	6	3	529
13:45	14:00	385	200	4	1	0	590
14:00	14:15	368	187	3	4	3	565
14:15	14:30	380	166	5	4	1	556
14:30	14:45	360	178	5	5	0	548
14:45	15:00	377	172	5	8	2	564
15:00	15:15	389	199	5	5	0	598
15:15	15:30	382	182	3	7	1	575
15:30	15:45	397	197	6	5	3	608
15:45	16:00	399	176	5	3	1	584
16:00	16:15	381	182	6	8	3	580
16:15	16:30	409	199	3	6	3	620
16:30	16:45	385	186	3	5	3	582
16:45	17:00	411	197	5	8	3	624
17:00	17:15	398	216	3	14	5	636
17:15	17:30	489	237	3	7	5	741
17:30	17:45	498	266	5	4	7	780
17:45	18:00	478	354	3	4	1	840
18:00	18:15	516	326	4	8	1	855
18:15	18:30	552	363	2	6	5	928
18:30	18:45	491	350	3	5	9	858
18:45	19:00	506	320	6	5	5	842
19:00	19:15	516	324	3	2	0	845
19:15	19:30	515	281	4	4	1	805
19:30	19:45	524	265	3	11	3	806
19:45	20:00	439	222	3	3	1	668
20:00	20:15	392	210	4	4	4	614
20:15	20:30	386	203	4	1	0	594
20:30	20:45	377	186	3	2	2	570
20:45	21:00	354	167	2	1	3	527
TOTAL VD		21020	11302	214	308	128	32972

Fuente: Elaboración propia, tomada de la información en campo.

Tabla 8. Volúmenes vehiculares horarios en ambos sentidos.

HR INICIO - HR FINAL	AUTOS	MOTOS	BUSES	CAMIONES	CICLAS	TOTAL
7:45 - 8:45	1537	721	13	29	11	2311
8:00 - 9:00	1450	679	14	27	9	2179
8:15 - 9:15	1396	630	15	28	4	2073
8:30 - 9:30	1296	627	17	21	5	1966
8:45 - 9:45	1298	634	18	21	6	1977
9:00 - 10:00	1277	633	17	18	11	1956
9:15 - 10:15	1229	651	17	22	12	1931
9:30 - 10:30	1238	640	16	22	13	1929
9:45 - 10:45	1170	659	15	23	11	1878
10:00 - 11:00	1170	663	13	27	7	1880
10:15 - 11:15	1167	679	16	28	6	1896
10:30 - 11:30	1173	707	20	36	7	1943
10:45 - 11:45	1248	701	19	30	9	2007
11:00 - 12:00	1366	755	22	29	8	2180
11:15 - 12:15	1528	890	17	26	9	2470
11:30 - 12:30	1679	1030	14	22	10	2755
11:45 - 12:45	1797	1113	17	30	9	2966
12:00 - 13:00	1827	1132	18	29	8	3014
12:15 - 13:15	1737	1025	21	31	9	2823
12:30 - 13:30	1639	849	20	29	5	2542
12:45 - 13:45	1516	763	19	25	7	2330
13:00 - 14:00	1457	721	17	21	7	2223
13:15 - 14:15	1458	699	15	17	7	2196
13:30 - 14:30	1478	724	16	15	7	2240
13:45 - 14:45	1493	731	17	14	4	2259
14:00 - 15:00	1485	703	18	21	6	2233
14:15 - 15:15	1506	715	20	22	3	2266
14:30 - 15:30	1508	731	18	25	3	2285
14:45 - 15:45	1545	750	19	25	6	2345
15:00 - 16:00	1567	754	19	20	5	2365
15:15 - 16:15	1559	737	20	23	8	2347
15:30 - 16:30	1586	754	20	22	10	2392
15:45 - 16:45	1574	743	17	22	10	2366
16:00 - 17:00	1586	764	17	27	12	2406
16:15 - 17:15	1603	798	14	33	14	2462
16:30 - 17:30	1683	836	14	34	16	2583
16:45 - 17:45	1796	916	16	33	20	2781
17:00 - 18:00	1863	1073	14	29	18	2997
17:15 - 18:15	1981	1183	15	23	14	3216
17:30 - 18:30	2044	1309	14	22	14	3403
17:45 - 18:45	2037	1393	12	23	16	3481
18:00 - 19:00	2065	1359	15	24	20	3483
18:15 - 19:15	2065	1357	14	18	19	3473
18:30 - 19:30	2028	1275	16	16	15	3350
18:45 - 19:45	2061	1190	16	22	9	3298
19:00 - 20:00	1994	1092	13	20	5	3124
19:15 - 20:15	1870	978	14	22	9	2893
19:30 - 20:30	1741	900	14	19	8	2682
19:45 - 20:45	1594	821	14	10	7	2446
20:00 - 21:00	1509	766	13	8	9	2305
TOTAL VD	79474	42953	819	1183	477	124906

Fuente: Elaboración propia, tomada de la información en campo.

Figura 3. Composición vehicular del volumen diario en ambos sentidos.



Fuente: Elaboración propia, tomada de la información en campo.

Tabla 9. Resumen procesamiento de datos ambos sentidos.

HORA PICO DEL DÍA

Volumen Horario Pico Observado (VHP) 3483 VehMixtos/Hra
Hora Volúmen Hora Pico 18:00 - 19:00

Composición Vehicular en Hora Pico

Autos	59,29%
Motos	39,02%
Buses	0,43%
Camiones	0,69%
Bicicletas	0,57%

Mayor Volúmen Tránsito en 15 minutos 928 VehMixtos/15min

Fuente: Elaboración propia, tomada de la información en campo.

ANEXO D. Volúmenes peatonales.

Tabla 1. Volumen peatonal en punto de captación de información 1, en intervalos de 15 minutos

Hr inicial	Hr final	Sentido E - W	Sentido W - E	Total
7:45	8:00	12	14	26
8:00	8:15	10	5	15
8:15	8:30	9	10	19
8:30	8:45	5	5	10
8:45	9:00	5	11	16
9:00	9:15	10	10	20
9:15	9:30	4	5	9
9:30	9:45	2	6	8
9:45	10:00	5	3	8
10:00	10:15	7	7	14
10:15	10:30	6	3	9
10:30	10:45	3	2	5
10:45	11:00	2	4	6
11:00	11:15	5	6	11
11:15	11:30	7	6	13
11:30	11:45	4	1	5
11:45	12:00	3	4	7
12:00	12:15	3	6	9
12:15	12:30	9	4	13
12:30	12:45	6	3	9
12:45	13:00	4	4	8
13:00	13:15	7	5	12
13:15	13:30	9	9	18
13:30	13:45	6	8	14
13:45	14:00	5	8	13
14:00	14:15	5	6	11
14:15	14:30	6	7	13
14:30	14:45	5	7	12
14:45	15:00	13	3	16
15:00	15:15	6	3	9
15:15	15:30	3	7	10
15:30	15:45	11	5	16
15:45	16:00	10	10	20
16:00	16:15	10	7	17
16:15	16:30	5	10	15
16:30	16:45	6	6	12
16:45	17:00	10	4	14
17:00	17:15	9	11	20
17:15	17:30	10	9	19
17:30	17:45	8	9	17
17:45	18:00	6	10	16
18:00	18:15	9	12	21
18:15	18:30	2	4	6
18:30	18:45	6	6	12
18:45	19:00	8	6	14
19:00	19:15	11	7	18
19:15	19:30	8	3	11
19:30	19:45	6	6	12
19:45	20:00	3	3	6
20:00	20:15	4	5	9
20:15	20:30	3	3	6
20:30	20:45	3	5	8
20:45	21:00	5	7	12
Total Volumen		339	330	669

Fuente: Elaboración propia, tomada de información de campo.

Tabla 2. Volumen peatonal horario en punto de captación de información 1

HR INICIO - HR FINAL	Sentido E - W	Sentido W - E	Total
7:45 - 8:45	36	34	70
8:00 - 9:00	29	31	60
8:15 - 9:15	29	36	65
8:30 - 9:30	24	31	55
8:45 - 9:45	21	32	53
9:00 - 10:00	21	24	45
9:15 - 10:15	18	21	39
9:30 - 10:30	20	19	39
9:45 - 10:45	21	15	36
10:00 - 11:00	18	16	34
10:15 - 11:15	16	15	31
10:30 - 11:30	17	18	35
10:45 - 11:45	18	17	35
11:00 - 12:00	19	17	36
11:15 - 12:15	17	17	34
11:30 - 12:30	19	15	34
11:45 - 12:45	21	17	38
12:00 - 13:00	22	17	39
12:15 - 13:15	26	16	42
12:30 - 13:30	26	21	47
12:45 - 13:45	26	26	52
13:00 - 14:00	27	30	57
13:15 - 14:15	25	31	56
13:30 - 14:30	22	29	51
13:45 - 14:45	21	28	49
14:00 - 15:00	29	23	52
14:15 - 15:15	30	20	50
14:30 - 15:30	27	20	47
14:45 - 15:45	33	18	51
15:00 - 16:00	30	25	55
15:15 - 16:15	34	29	63
15:30 - 16:30	36	32	68
15:45 - 16:45	31	33	64
16:00 - 17:00	31	27	58
16:15 - 17:15	30	31	61
16:30 - 17:30	35	30	65
16:45 - 17:45	37	33	70
17:00 - 18:00	33	39	72
17:15 - 18:15	33	40	73
17:30 - 18:30	25	35	60
17:45 - 18:45	23	32	55
18:00 - 19:00	25	28	53
18:15 - 19:15	27	23	50
18:30 - 19:30	33	22	55
18:45 - 19:45	33	22	55
19:00 - 20:00	28	19	47
19:15 - 20:15	21	17	38
19:30 - 20:30	16	17	33
19:45 - 20:45	13	16	29
20:00 - 21:00	15	20	35
Total Volumen	1267	1224	2491

Fuente: Elaboración propia, tomada de información de campo.

Tabla 3. Resumen procesamiento de datos

HORA PICO DEL DÍA

Volumen Peatonal Pico Observado (VHP)

73 Peatones/Hora

Hora Volúmen Hora Pico

17:15 - 18:15

Mayor Volúmen Peatonal en 15 minutos

26 Peatones/15min

Fuente: Elaboración propia, tomada de información de campo.

Tabla 4. Volumen peatonal en punto de captación de información 2, en intervalos de 15 minutos

Hr inicial	Hr final	Sentido E - W	Sentido W - E	Sentido N - S	Sentido S - N	Total
7:45	8:00	1	3	5	3	12
8:00	8:15	2	3	2	5	12
8:15	8:30	2	1	3	3	9
8:30	8:45	3	3	6	5	17
8:45	9:00	0	1	8	1	10
9:00	9:15	0	2	6	7	15
9:15	9:30	2	2	3	3	10
9:30	9:45	1	0	2	4	7
9:45	10:00	1	4	7	0	12
10:00	10:15	1	6	8	4	19
10:15	10:30	1	3	4	1	9
10:30	10:45	2	10	7	3	22
10:45	11:00	0	5	2	8	15
11:00	11:15	1	0	3	5	9
11:15	11:30	1	6	0	4	11
11:30	11:45	2	5	4	1	12
11:45	12:00	6	4	4	8	22
12:00	12:15	0	2	3	9	14
12:15	12:30	0	6	3	3	12
12:30	12:45	3	3	7	2	15
12:45	13:00	1	4	2	5	12
13:00	13:15	2	0	5	4	11
13:15	13:30	1	2	3	5	11
13:30	13:45	0	0	7	3	10
13:45	14:00	0	0	2	1	3
14:00	14:15	2	4	3	3	12
14:15	14:30	4	3	3	6	16
14:30	14:45	2	2	5	3	12
14:45	15:00	1	4	1	3	9
15:00	15:15	1	2	4	4	11
15:15	15:30	2	3	3	1	9
15:30	15:45	4	3	6	4	17
15:45	16:00	1	3	1	6	11
16:00	16:15	3	1	2	4	10
16:15	16:30	2	1	2	2	7
16:30	16:45	0	0	2	3	5
16:45	17:00	2	0	3	3	8
17:00	17:15	0	1	4	6	11
17:15	17:30	1	4	5	3	13
17:30	17:45	1	3	2	6	12
17:45	18:00	0	0	7	1	8
18:00	18:15	1	0	4	4	9
18:15	18:30	1	1	3	3	8
18:30	18:45	1	1	3	5	10
18:45	19:00	1	0	7	3	11
19:00	19:15	0	0	6	2	8
19:15	19:30	1	0	2	8	11
19:30	19:45	1	0	4	3	8
19:45	20:00	1	1	2	4	8
20:00	20:15	1	1	3	5	10
20:15	20:30	0	0	4	2	6
20:30	20:45	1	0	1	1	3
20:45	21:00	0	0	8	1	9
Total Volumen		68	113	206	196	583

Fuente: Elaboración propia, tomada de información de campo.

Tabla 5. Volumen peatonal horario en punto de captación de información 2

HR INICIO - HR FINAL	Sentido E - W	Sentido W - E	Sentido N - S	Sentido S - N	Total
7:45 - 8:45	8	10	16	16	50
8:00 - 9:00	7	8	19	14	48
8:15 - 9:15	5	7	23	16	51
8:30 - 9:30	5	8	23	16	52
8:45 - 9:45	3	5	19	15	42
9:00 - 10:00	4	8	18	14	44
9:15 - 10:15	5	12	20	11	48
9:30 - 10:30	4	13	21	9	47
9:45 - 10:45	5	23	26	8	62
10:00 - 11:00	4	24	21	16	65
10:15 - 11:15	4	18	16	17	55
10:30 - 11:30	4	21	12	20	57
10:45 - 11:45	4	16	9	18	47
11:00 - 12:00	10	15	11	18	54
11:15 - 12:15	9	17	11	22	59
11:30 - 12:30	8	17	14	21	60
11:45 - 12:45	9	15	17	22	63
12:00 - 13:00	4	15	15	19	53
12:15 - 13:15	6	13	17	14	50
12:30 - 13:30	7	9	17	16	49
12:45 - 13:45	4	6	17	17	44
13:00 - 14:00	3	2	17	13	35
13:15 - 14:15	3	6	15	12	36
13:30 - 14:30	6	7	15	13	41
13:45 - 14:45	8	9	13	13	43
14:00 - 15:00	9	13	12	15	49
14:15 - 15:15	8	11	13	16	48
14:30 - 15:30	6	11	13	11	41
14:45 - 15:45	8	12	14	12	46
15:00 - 16:00	8	11	14	15	48
15:15 - 16:15	10	10	12	15	47
15:30 - 16:30	10	8	11	16	45
15:45 - 16:45	6	5	7	15	33
16:00 - 17:00	7	2	9	12	30
16:15 - 17:15	4	2	11	14	31
16:30 - 17:30	3	5	14	15	37
16:45 - 17:45	4	8	14	18	44
17:00 - 18:00	2	8	18	16	44
17:15 - 18:15	3	7	18	14	42
17:30 - 18:30	3	4	16	14	37
17:45 - 18:45	3	2	17	13	35
18:00 - 19:00	4	2	17	15	38
18:15 - 19:15	3	2	19	13	37
18:30 - 19:30	3	1	18	18	40
18:45 - 19:45	3	0	19	16	38
19:00 - 20:00	3	1	14	17	35
19:15 - 20:15	4	2	11	20	37
19:30 - 20:30	3	2	13	14	32
19:45 - 20:45	3	2	10	12	27
20:00 - 21:00	2	1	16	9	28
Total Volumen	261	436	772	755	2224

Fuente: Elaboración propia, tomada de información de campo.

Tabla 6. Resumen procesamiento de datos

HORA PICO DEL DÍA

Volumen Peatonal Pico Observado (VHP)	65 Peatones/Hora
Hora Volúmen Hora Pico	10:00 - 11:00
Mayor Volúmen Peatonal en 15 minutos	22 Peatones/15min

Fuente: Elaboración propia, tomada de información de campo.

Tabla 7. Volumen peatonal en ambos puntos de captación de información, en intervalos de 15 minutos

Hr inicial	Hr final	Sentido E - W	Sentido W - E	Sentido N - S	Sentido S - N	Total
7:45	8:00	13	17	5	3	38
8:00	8:15	12	8	2	5	27
8:15	8:30	11	11	3	3	28
8:30	8:45	8	8	6	5	27
8:45	9:00	5	12	8	1	26
9:00	9:15	10	12	6	7	35
9:15	9:30	6	7	3	3	19
9:30	9:45	3	6	2	4	15
9:45	10:00	6	7	7	0	20
10:00	10:15	8	13	8	4	33
10:15	10:30	7	6	4	1	18
10:30	10:45	5	12	7	3	27
10:45	11:00	2	9	2	8	21
11:00	11:15	6	6	3	5	20
11:15	11:30	8	12	0	4	24
11:30	11:45	6	6	4	1	17
11:45	12:00	9	8	4	8	29
12:00	12:15	3	8	3	9	23
12:15	12:30	9	10	3	3	25
12:30	12:45	9	6	7	2	24
12:45	13:00	5	8	2	5	20
13:00	13:15	9	5	5	4	23
13:15	13:30	10	11	3	5	29
13:30	13:45	6	8	7	3	24
13:45	14:00	5	8	2	1	16
14:00	14:15	7	10	3	3	23
14:15	14:30	10	10	3	6	29
14:30	14:45	7	9	5	3	24
14:45	15:00	14	7	1	3	25
15:00	15:15	7	5	4	4	20
15:15	15:30	5	10	3	1	19
15:30	15:45	15	8	6	4	33
15:45	16:00	11	13	1	6	31
16:00	16:15	13	8	2	4	27
16:15	16:30	7	11	2	2	22
16:30	16:45	6	6	2	3	17
16:45	17:00	12	4	3	3	22
17:00	17:15	9	12	4	6	31
17:15	17:30	11	13	5	3	32
17:30	17:45	9	12	2	6	29
17:45	18:00	6	10	7	1	24
18:00	18:15	10	12	4	4	30
18:15	18:30	3	5	3	3	14
18:30	18:45	7	7	3	5	22
18:45	19:00	9	6	7	3	25
19:00	19:15	11	7	6	2	26
19:15	19:30	9	3	2	8	22
19:30	19:45	7	6	4	3	20
19:45	20:00	4	4	2	4	14
20:00	20:15	5	6	3	5	19
20:15	20:30	3	3	4	2	12
20:30	20:45	4	5	1	1	11
20:45	21:00	5	7	8	1	21
Total Volumen		407	443	206	196	1252

Fuente: Elaboración propia, tomada de información de campo.

Tabla 8. Volumen peatonal horario en ambos puntos de captación de información

HR INICIO - HR FINAL	Sentido E - W	Sentido W - E	Sentido N - S	Sentido S - N	Total
7:45 - 8:45	44	44	16	16	120
8:00 - 9:00	36	39	19	14	108
8:15 - 9:15	34	43	23	16	116
8:30 - 9:30	29	39	23	16	107
8:45 - 9:45	24	37	19	15	95
9:00 - 10:00	25	32	18	14	89
9:15 - 10:15	23	33	20	11	87
9:30 - 10:30	24	32	21	9	86
9:45 - 10:45	26	38	26	8	98
10:00 - 11:00	22	40	21	16	99
10:15 - 11:15	20	33	16	17	86
10:30 - 11:30	21	39	12	20	92
10:45 - 11:45	22	33	9	18	82
11:00 - 12:00	29	32	11	18	90
11:15 - 12:15	26	34	11	22	93
11:30 - 12:30	27	32	14	21	94
11:45 - 12:45	30	32	17	22	101
12:00 - 13:00	26	32	15	19	92
12:15 - 13:15	32	29	17	14	92
12:30 - 13:30	33	30	17	16	96
12:45 - 13:45	30	32	17	17	96
13:00 - 14:00	30	32	17	13	92
13:15 - 14:15	28	37	15	12	92
13:30 - 14:30	28	36	15	13	92
13:45 - 14:45	29	37	13	13	92
14:00 - 15:00	38	36	12	15	101
14:15 - 15:15	38	31	13	16	98
14:30 - 15:30	33	31	13	11	88
14:45 - 15:45	41	30	14	12	97
15:00 - 16:00	38	36	14	15	103
15:15 - 16:15	44	39	12	15	110
15:30 - 16:30	46	40	11	16	113
15:45 - 16:45	37	38	7	15	97
16:00 - 17:00	38	29	9	12	88
16:15 - 17:15	34	33	11	14	92
16:30 - 17:30	38	35	14	15	102
16:45 - 17:45	41	41	14	18	114
17:00 - 18:00	35	47	18	16	116
17:15 - 18:15	36	47	18	14	115
17:30 - 18:30	28	39	16	14	97
17:45 - 18:45	26	34	17	13	90
18:00 - 19:00	29	30	17	15	91
18:15 - 19:15	30	25	19	13	87
18:30 - 19:30	36	23	18	18	95
18:45 - 19:45	36	22	19	16	93
19:00 - 20:00	31	20	14	17	82
19:15 - 20:15	25	19	11	20	75
19:30 - 20:30	19	19	13	14	65
19:45 - 20:45	16	18	10	12	56
20:00 - 21:00	17	21	16	9	63
Total Volumen	1528	1660	772	755	4715

Fuente: Elaboración propia, tomada de información de campo.

Tabla 9. Resumen procesamiento de datos

HORA PICO DEL DÍA

Volumen Peatonal Pico Observado (VHP)

120 Peatones/Hora

Hora Volúmen Hora Pico

7:45 - 8:45

Mayor Volúmen Peatonal en 15 minutos

38 Peatones/15min

Fuente: Elaboración propia, tomada de información de campo.

ANEXO E. Resultados modelación antes del proyecto tercer carril.

Tabla 1. Resultados evaluación de nodos, modelo antes del proyecto tercer carril

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	VEHS (10)	VEHS (50)	VEHS (80)	VEHS (90)	LOS (ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHDELAY (10)	VEHDELAY (80)	VEHDELAY (90)	STOPDELAY (ALL)	STOPDELAY (10)	STOPDELAY (80)	STOPDELAY (90)	STOPS (ALL)	STOPS (10)	STOPS (80)	STOPS (90)
5	0-3600	1-2: Cacique- aut@115.0-7: autopista@256.1	31,81	45,96	23	21	0	0	2	LOS_F	6	111,9	94,11		298,69	94,15	77,15		272,6	3,43	3,14		6,5
5	0-3600	1-6: oreja aut- cacique@18.8-7: autopista@256.1	0	0	0	0	0	0	0	LOS_A													
5	0-3600	1-7: autopista@222.1-7: autopista@256.1	4,29	161,12	506	474	0	13	19	LOS_A	1	2,81	2,92	1,65	0,83	0,12	0,11	0,47	0,3	0,02	0,02	0,08	0,05
5	0-3600	1	12,03	161,12	529	495	0	13	21	LOS_A	1	7,56	6,79	1,65	29,2	4,21	3,38	0,47	26,23	0,17	0,15	0,08	0,67
5	0-3600	2-2: Cacique- aut@85.0-2: Cacique- aut@108.1	10,85	26,88	30	28	0	0	2	LOS_F	6	93,34	99,17		11,72	80,64	86,2		2,81	1,97	2,07		0,5
5	0-3600	2-3: cr 24 SN- cacique@68.8-4: Calle 80- cacique@4.3	7,51	23,44	82	80	0	0	2	LOS_C	3	18,36	18,5		12,54	6,35	6,5		0,11	1,43	1,44		1
5	0-3600	2-3: cr 24 SN- cacique@68.8-6: oreja aut- cacique@10.8	0	0	0	0	0	0	0	LOS_A													
5	0-3600	2	6,12	26,88	112	108	0	0	4	LOS_E	5	38,44	39,42		12,13	26,25	27,16		1,46	1,57	1,6		0,75
5	0-3600	3-1: Aut-cr 24@68.9-1: Aut-cr 24@97.5	0,12	9,32	87	87	0	0	0	LOS_A	1	4,96	4,96			1,31	1,31			0,22	0,22		
5	0-3600	3-2: Cacique- aut@51.1-2: Cacique- aut@74.9	55,27	67,99	29	26	0	1	2	LOS_F	6	73,61	75,92	59,15	50,88	29,54	32,39	11,69	1,44	4,62	4,81	2	3,5
5	0-3600	3-2: Cacique- aut@51.1-10007: Giro derecha cacique-dia	55,11	67,82	84	79	0	2	3	LOS_F	6	56,53	57,62	45,01	35,4	18,91	19,96	1,48	2,77	3,74	3,8	3,5	2,33
5	0-3600	3-4: Calle 80- cacique@15.5-4: Calle 80- cacique@35.7	3,68	17,56	79	77	0	0	2	LOS_A	1	9,5	9,51		9,16	1,04	1,06		0,15	1,35	1,36		1
5	0-3600	3	28,54	67,99	279	269	0	3	7	LOS_D	4	28,91	28,59	49,72	32,33	9,47	9,72	4,88	1,64	2,06	2,04	3	2,29
5	0-3600	4-4: Calle 80- cacique@45.8-4: Calle 80- cacique@59.3	0	0	79	77	0	0	2	LOS_A	1	0,62	0,63		0,23	0	0		0	0	0		0
5	0-3600	4-5: oreja aut- cacique@19.5-4: Calle 80- cacique@59.3	1,25	14,2	27	27	0	0	0	LOS_A	1	8	8			0,17	0,17			1,07	1,07		
5	0-3600	4	0,63	14,2	106	104	0	0	2	LOS_A	1	2,5	2,54		0,23	0,04	0,04		0	0,27	0,28		0

Fuente: Elaboración propia, tomada de resultados software VISSIM.

ANEXO F. Resultados modelación después del proyecto tercer carril.

Tabla 1. Resultados evaluación de nodos, modelo después del proyecto tercer carril – ESC 0

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	VEHS (10)	VEHS (50)	VEHS (80)	VEHS (90)	LOS (ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHDELAY (10)	VEHDELAY (80)	VEHDELAY (90)	STOPDELAY (ALL)	STOPDELAY (10)	STOPDELAY (80)	STOPDELAY (90)	STOPS (ALL)	STOPS (10)	STOPS (80)	STOPS (90)
30	0-3600	1-1: Cra24NS@90.6-1: Cra24NS@135.8	2,76	41,1	100	100	0	0	0	LOS_B	2	13,29	13,29			6,68	6,68			0,72	0,72		
30	0-3600	1-10001: vienencacique-cra24NS@0.0-1: Cra24NS@135.8	46,67	75,57	189	184	0	1	4	LOS_D	4	29,32	29,53	2,55	26,49	13,62	13,76	0	10,53	1,86	1,86	0	2,5
30	0-3600	1	24,72	75,57	289	284	0	1	4	LOS_C	3	23,77	23,81	2,55	26,49	11,22	11,26	0	10,53	1,47	1,46	0	2,5
30	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-1: Cra24NS@258.1	31,09	111,65	275	269	0	1	5	LOS_C	3	15,89	15,85	4,8	20,33	8,48	8,48	0	9,76	0,77	0,77	0	0,8
30	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-7: cra24SN-cll 81-cacique@26.1	43,21	139,82	10	10	0	0	0	LOS_C	3	20,48	20,48			14,32	14,32			0,4	0,4		
30	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-10: Tr24-bajan@16.0	31,09	111,65	17	17	0	0	0	LOS_A	1	9,11	9,11			3,42	3,42			0,76	0,76		
30	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-11: ClI81-suben@8.6	44,03	141,7	1	1	0	0	0	LOS_A	1	0	0			0	0			0	0		
30	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@77.4-7: cra24SN-cll 81-cacique@26.1	0	0	42	40	0	1	1	LOS_A	1	0,07	0,05	0,03	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@77.4-10: Tr24-bajan@16.0	0	0	0	0	0	0	0	LOS_A													
30	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@77.4-11: ClI81-suben@8.6	0	0	0	0	0	0	0	LOS_A													
30	0-3600	2-9: Tr24-suben@74.0-1: Cra24NS@258.1	0,71	12,18	3	3	0	0	0	LOS_C	3	20,26	20,26			9,24	9,24			2,33	2,33		
30	0-3600	2-9: Tr24-suben@74.0-7: cra24SN-cll 81-cacique@26.1	0,92	11,6	3	3	0	0	0	LOS_D	4	33,02	33,02			20,31	20,31			3,33	3,33		
30	0-3600	2-12: ClI81-bajan@39.6-1: Cra24NS@258.1	0,35	8,7	1	1	0	0	0	LOS_E	5	43,97	43,97			31,67	31,67			2	2		
30	0-3600	2-12: ClI81-bajan@39.6-7: cra24SN-cll 81-cacique@26.1	0,18	14,89	1	1	0	0	0	LOS_A	1	7,95	7,95			0,11	0,11			1	1		
30	0-3600	2	13,39	141,7	353	345	0	2	6	LOS_B	2	14	14,02	2,41	17,06	7,51	7,55	0	8,14	0,71	0,71	0	0,67
30	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-1: Cra24NS@359.7	35,06	113,92	149	147	0	1	1	LOS_B	2	10,57	10,71	0	0,65	6,64	6,73	0	0	0,27	0,27	0	0
30	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-4: calle 83@25.1	35,06	113,92	84	83	0	0	1	LOS_B	2	11,34	11,4		5,77	5,49	5,55		0	0,32	0,33		0
30	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-5: cra24a-NS@20.3	35,06	113,92	36	36	0	0	0	LOS_B	2	13,06	13,06			6,78	6,78			0,25	0,25		
30	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-3: cra24SN-cll83-81@25.5	109,78	151,15	41	39	0	1	1	LOS_F	6	129,3	132,58	37,87	93,02	69,12	70,85	21,88	49,08	8,66	8,9	4	4
30	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-4: calle 83@25.1	108	149,29	6	6	0	0	0	LOS_F	6	61,95	61,95			38,1	38,1			3	3		
30	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-5: cra24a-NS@20.3	107,35	148,6	1	1	0	0	0	LOS_A	1	7,75	7,75			0,17	0,17			1	1		
30	0-3600	3-6: cra24a-SN@83.4-3: cra24SN-cll83-81@25.5	1	11,5	3	3	0	0	0	LOS_E	5	43,17	43,17			27,68	27,68			12,33	12,33		
30	0-3600	3	72,24	151,15	320	315	0	2	3	LOS_D	4	27,52	27,52	18,93	33,15	15,13	15,14	10,94	16,36	1,52	1,52	2	1,33
30	0-3600	4-4: calle 83@140.9-21: siguen autopista-paralela@79.3	64,62	148,79	45	45	0	0	0	LOS_F	6	102,85	102,85			59,08	59,08			7,18	7,18		
30	0-3600	4-21: siguen autopista-paralela@37.9-21: siguen autopista-pa	0,2	17,44	405	401	0	0	4	LOS_A	1	0,85	0,86		0,03	0	0			0	0,01	0,01	0
30	0-3600	4	32,41	148,79	450	446	0	0	4	LOS_B	2	11,05	11,15		0,03	5,91	5,96		0	0,72	0,73		0

Fuente: Elaboración propia, tomada de resultados software VISSIM.

Tabla 3. Resultados evaluación de nodos, modelo después del proyecto tercer carril – ESC 10

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	VEHS (10)	VEHS (50)	VEHS (80)	VEHS (90)	LOS (ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHDELAY (10)	VEHDELAY (50)	VEHDELAY (80)	VEHDELAY (90)	STOPDELAY (ALL)	STOPDELAY (10)	STOPDELAY (50)	STOPDELAY (80)	STOPDELAY (90)	STOPS (ALL)	STOPS (10)	STOPS (50)	STOPS (80)	STOPS (90)
3	0-3600	1-1: Cra24NS@90.6-1: Cra24NS@135.8	3,64	46,73	69	69	0	0	0	LOS_A	1	6,37	6,37				4,05	4,05				0,3	0,3			
3	0-3600	1-10001: viencacique-cra24NS@0.0-1: Cra24	53	71,53	195	192	0	2	1	LOS_C	3	22,55	22,55		3,43	60,34	6,94	6,88		0	31,7	1,39	1,4		0	3
3	0-3600	1	28,32	71,53	264	261	0	2	1	LOS_C	3	18,32	18,27		3,43	60,34	6,18	6,13		0	31,7	1,11	1,11		0	3
3	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-1: Cra24NS@259.4	47,22	112,7	222	220	0	1	1	LOS_B	2	12,51	12		0	138	8,77	8,35		0	110,52	0,27	0,26		0	2
3	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-7: cra24SN-cll 81-cacique@	61,75	140,87	9	8	0	1	0	LOS_A	1	8,48	3,2		50,76		4,84	0		43,58		0,11	0		1	
3	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-10: Tr24-bajan@16.0	47,22	112,7	20	20	0	0	0	LOS_D	4	28,63	28,63				21,99	21,99				0,75	0,75			
3	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-11: Cl181-suben@8.6	62,73	142,75	0	0	0	0	0	LOS_A																
3	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@76.1-7: cra24SN-cll 81-ca	0,89	37,66	49	49	0	0	0	LOS_A	1	3,37	3,37				2,26	2,26				0,16	0,16			
3	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@76.1-10: Tr24-bajan@16.	3,02	62,56	1	1	0	0	0	LOS_F	6	50,83	50,83				44,49	44,49				2	2			
3	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@76.1-11: Cl181-suben@8.	0,89	37,66	0	0	0	0	0	LOS_A																
3	0-3600	2-9: Tr24-suben@74.0-1: Cra24NS@259.4	31,44	59,84	3	3	0	0	0	LOS_F	6	324,73	324,73				279,67	279,67				14,67	14,67			
3	0-3600	2-9: Tr24-suben@74.0-7: cra24SN-cll 81-cacique	31,21	59,25	4	4	0	0	0	LOS_F	6	254,73	254,73				223,36	223,36				7	7			
3	0-3600	2-12: Cl181-bajan@39.6-1: Cra24NS@259.4	0,31	8,72	0	0	0	0	0	LOS_A																
3	0-3600	2-12: Cl181-bajan@39.6-7: cra24SN-cll 81-caciqu	0,41	14,91	4	4	0	0	0	LOS_A	1	8,06	8,06				0,16	0,16				1	1			
3	0-3600	2	26,55	142,75	312	309	0	2	1	LOS_C	3	18,17	17,73		25,38	138	13,84	13,48		21,79	110,52	0,52	0,51		0,5	2
3	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-1: Cra24NS@359.7	45,24	117,83	119	119	0	0	0	LOS_B	2	14,99	14,99				12,58	12,58				0,24	0,24			
3	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-4: calle 83@25.1	45,24	117,83	48	48	0	0	0	LOS_A	1	9,68	9,68				8,53	8,53				0,13	0,13			
3	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-5: cra24a-NS@20.3	45,24	117,83	31	30	0	1	0	LOS_A	1	1,04	0,8		8,3		0	0		0,07		0,03	0		1	
3	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-3: cra24SN-cll83-8	120,87	151,29	53	53	0	0	0	LOS_F	6	199,85	199,85				111,62	111,62				13,68	13,68			
3	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-4: calle 83@25.1	119,08	149,43	3	3	0	0	0	LOS_F	6	84,58	84,58				62,05	62,05				4	4			
3	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-5: cra24a-NS@20.3	118,4	148,74	3	3	0	0	0	LOS_A	1	8,27	8,27				0,41	0,41				1	1			
3	0-3600	3-6: cra24a-SN@83.4-3: cra24SN-cll83-81@25.5	0,12	11,28	1	1	0	0	0	LOS_B	2	14,91	14,91				1,92	1,92				3	3			
3	0-3600	3	80,74	151,29	258	257	0	1	0	LOS_F	6	51,03	51,2		8,3		31,05	31,18		0,07		3,02	3,02		1	
3	0-3600	4-4: calle 83@140.9-21: siguen autopista-parale	132,25	203,04	6	6	0	0	0	LOS_F	6	265,67	265,67				248,94	248,94				3,67	3,67			
3	0-3600	4-21: siguen autopista-paralela@37.9-21: sigue	0	0	623	616	0	5	2	LOS_A	1	0,25	0,25		0,08	0,36	0	0		0	0	0	0		0	0
3	0-3600	4	66,12	203,04	629	622	0	5	2	LOS_A	1	2,78	2,81		0,08	0,36	2,37	2,4		0	0	0,03	0,04		0	0

Fuente: Elaboración propia, tomada de resultados software VISSIM.

Tabla 4. Resultados evaluación de nodos, modelo después del proyecto tercer carril – ESC 15

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	VEHS (10)	VEHS (50)	VEHS (80)	VEHS (90)	LOS (ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHDELAY (10)	VEHDELAY (50)	VEHDELAY (80)	VEHDELAY (90)	STOPDELAY (ALL)	STOPDELAY (10)	STOPDELAY (50)	STOPDELAY (80)	STOPDELAY (90)	STOPS (ALL)	STOPS (10)	STOPS (50)	STOPS (80)	STOPS (90)
2	0-3600	1-1: Cra24NS@90.6-1: Cra24NS@135.8	26,47	254,65	53	53	0	0	0	LOS_B	2	14,3	14,3				8,78	8,78				0,75	0,75			
2	0-3600	1-10001: viencacique-cra24NS@0.0-1: Cra24NS@135.8	49,9	71,47	186	182	0	3	1	LOS_C	3	23,01	23,42		2,16	10,5	12,21	12,48		0	0	0,89	0,91		0	0
2	0-3600	1	38,19	254,65	239	235	0	3	1	LOS_C	3	21,08	21,36		2,16	10,5	11,45	11,65		0	0	0,86	0,88		0	0
2	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-1: Cra24NS@256.7	60,43	113,16	193	189	0	3	1	LOS_C	3	24	24,5		0,66	0,55	19,89	20,31		0	0	0,41	0,42		0	0
2	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-7: cra24SN-cll 81-cacique@16.0	77,25	141,33	11	11	0	0	0	LOS_B	2	12,71	12,71				8,73	8,73				0,27	0,27			
2	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-10: Tr24-bajan@16.0	60,43	113,16	15	15	0	0	0	LOS_E	5	40,76	40,76				33,54	33,54				0,87	0,87			
2	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-11: ClI81-suben@8.6	78,38	143,21	0	0	0	0	0	LOS_A																
2	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@78.8-7: cra24SN-cll 81-ca	0	0	60	59	0	0	1	LOS_A	1	0,12	0,11			0,75	0	0		0	0	0	0		0	0
2	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@78.8-10: Tr24-bajan@16.0	0	0	4	4	0	0	0	LOS_A	1	0	0				0	0				0	0			
2	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@78.8-11: ClI81-suben@8.6	0	0	0	0	0	0	0	LOS_A																
2	0-3600	2-9: Tr24-suben@74.0-1: Cra24NS@256.7	36,47	63	7	7	0	0	0	LOS_F	6	235,06	235,06				184,53	184,53				11,14	11,14			
2	0-3600	2-9: Tr24-suben@74.0-7: cra24SN-cll 81-cacique@16.0	35,98	62,42	6	6	0	0	0	LOS_F	6	211,61	211,61				179,5	179,5				4,17	4,17			
2	0-3600	2-12: ClI81-bajan@39.6-1: Cra24NS@256.7	2,77	15,09	1	1	0	0	0	LOS_C	3	18,3	18,3				5,64	5,64				2	2			
2	0-3600	2-12: ClI81-bajan@39.6-7: cra24SN-cll 81-cacique@16.0	1,94	21,28	1	1	0	0	0	LOS_C	3	21,16	21,16				6,47	6,47				2	2			
2	0-3600	2	32,58	143,21	298	293	0	3	2	LOS_D	4	28,01	28,47		0,66	0,65	22,88	23,27		0	0	0,68	0,69		0	0
2	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-1: Cra24NS@359.7	60,8	113,86	110	108	0	2	0	LOS_C	3	22,56	22,98		0		19,19	19,55		0		0,36	0,37		0	
2	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-4: calle 83@25.1	60,8	113,86	44	43	0	1	0	LOS_A	1	7,21	7,28		4,05		5,24	5,36		0		0,11	0,12		0	
2	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-5: cra24a-NS@20.3	60,8	113,86	23	23	0	0	0	LOS_A	1	3,16	3,16				2,35	2,35				0,04	0,04			
2	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-3: cra24SN-cll83-81@78.8-10	123,79	151,3	59	58	0	0	1	LOS_F	6	185,68	185,88			174,23	96,58	95,92		135,03		14,59	14,78			4
2	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-4: calle 83@25.1	122,02	149,44	6	6	0	0	0	LOS_D	4	27,63	27,63				12,79	12,79				2	2			
2	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-5: cra24a-NS@20.3	121,34	148,75	1	1	0	0	0	LOS_B	2	10,12	10,12				0,12	0,12				1	1			
2	0-3600	3-6: cra24a-SN@83.4-3: cra24SN-cll83-81@25.5	0,53	11,52	7	7	0	0	0	LOS_A	1	9,57	9,57				0,56	0,56				1,29	1,29			
2	0-3600	3	85,7	151,3	250	246	0	3	1	LOS_F	6	56,28	56,47		1,35	174,23	32,7	32,68		0	135,03	3,72	3,76		0	4
2	0-3600	4-4: calle 83@140.9-21: siguen autopista-paralela	132,78	202,43	4	4	0	0	0	LOS_C	3	17,62	17,62				3,89	3,89				2,75	2,75			
2	0-3600	4-21: siguen autopista-paralela@37.9-21: siguen autopista-paralela@37.9-21	0,18	20,89	652	646	0	2	4	LOS_A	1	0,9	0,91		0,61	0,54	0,01	0,01		0	0	0,01	0,01		0	0
2	0-3600	4	66,48	202,43	656	650	0	2	4	LOS_A	1	1,01	1,01		0,61	0,54	0,03	0,03		0	0	0,03	0,03		0	0

Fuente: Elaboración propia, tomada de resultados software VISSIM.

ANEXO G. Resultados modelación alternativa 1.

Tabla 1. Resultados evaluación de nodos, alternativa 1 – ESC 0

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	VEHS (10)	VEHS (50)	VEHS (80)	VEHS (90)	LOS (ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHDELAY (10)	VEHDELAY (50)	VEHDELAY (80)	VEHDELAY (90)	STOPDELAY (ALL)	STOPDELAY (10)	STOPDELAY (50)	STOPDELAY (80)	STOPDELAY (90)	STOPS (ALL)	STOPS (10)	STOPS (50)	STOPS (80)	STOPS (90)	
17	0-3600	1-1: Cra24NS@90.6-1: Cra24NS@135.8	0	0	94	94	0	0	0	LOS_A	1	0,19	0,19				0	0				0	0				
17	0-3600	1-10001: viencacique-cra24NS@0.0-1: Cra24NS@135.8	16,53	77,83	291	284	0	5	2	LOS_A	1	8,53	8,32		15,1	22,8	1,37	1,31			3,28	5,13	0,56	0,54		2	0,5
17	0-3600	1	8,27	77,83	385	378	0	5	2	LOS_A	1	6,5	6,29		15,1	22,8	1,04	0,99			3,28	5,13	0,43	0,4		2	0,5
17	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-1: Cra24NS@257.8	0	0	360	353	0	5	2	LOS_A	1	0,56	0,56		0,53	1,04	0	0			0	0	0	0		0	0
17	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-10: Tr24-bajan@16.1	0	0	22	22	0	0	0	LOS_A	1	0,01	0,01				0	0				0	0				
17	0-3600	2-3: cra24SN-dl83-81@77.7-7: cra24SN-dl 81-cacique@26.1	0	0	34	34	0	0	0	LOS_A	1	0,01	0,01				0	0				0	0				
17	0-3600	2-3: cra24SN-dl83-81@77.7-11: Cl181-suben@8.6	0	0	0	0	0	0	0	LOS_A																	
17	0-3600	2-12: Cl181-bajan@39.6-7: cra24SN-dl 81-cacique@26.1	0,16	14,82	2	2	0	0	0	LOS_A	1	8,72	8,72				0,16	0,16				1	1				
17	0-3600	2	0,05	14,82	418	411	0	5	2	LOS_A	1	0,52	0,52		0,53	1,04	0	0			0	0	0	0		0	0
17	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-1: Cra24NS@359.7	0,73	25,15	205	203	0	1	1	LOS_A	1	0,63	0,64		0	0	0,07	0,07			0	0	0,01	0,01		0	0
17	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-4: calle 83@25.1	0,73	25,15	98	94	0	3	1	LOS_A	1	1,14	1,17		0,38	0	0,15	0,16			0	0	0,03	0,03		0	0
17	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-5: cra24a-NS@23.0	0,73	25,15	51	50	0	1	0	LOS_A	1	1,2	0,81		21,11		0,25	0			12,77		0,02	0		1	
17	0-3600	3-2: cra24SN-dl89-83@125.6-3: cra24SN-dl83-81@25.5	104,81	152,34	34	34	0	0	0	LOS_F	6	169,4	169,4				115,1	115,1					8,32	8,32			
17	0-3600	3-2: cra24SN-dl89-83@125.6-4: calle 83@25.1	103,2	150,63	10	10	0	0	0	LOS_F	6	93,03	93,03				63,49	63,49					4,2	4,2			
17	0-3600	3	69,58	152,34	398	391	0	5	2	LOS_C	3	17,57	17,83		4,45	0	11,53	11,71			2,55	0	0,83	0,85		0,2	0
17	0-3600	4-4: calle 83@140.9-6@6.1	0,87	33,08	104	101	0	3	0	LOS_A	1	3,66	3,73		1,09		0,62	0,64			0		0,17	0,18		0	
17	0-3600	4-21: siguen autopista-paralela@37.9-6@6.1	0	0	384	381	0	2	1	LOS_A	1	0,77	0,77		0,18	0	0	0			0	0	0	0		0	0
17	0-3600	4	0,43	33,08	488	482	0	5	1	LOS_A	1	1,38	1,39		0,72	0	0,13	0,13			0	0	0,04	0,04		0	0

Fuente: Elaboración propia, tomada de resultados software VISSIM.

Tabla 2. Resultados evaluación de nodos, alternativa 1 – ESC 5

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	VEHS (10)	VEHS (50)	VEHS (80)	VEHS (90)	LOS (ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHDELAY (10)	VEHDELAY (50)	VEHDELAY (80)	VEHDELAY (90)	STOPDELAY (ALL)	STOPDELAY (10)	STOPDELAY (50)	STOPDELAY (80)	STOPDELAY (90)	STOPS (ALL)	STOPS (10)	STOPS (50)	STOPS (80)	STOPS (90)	
1	0-3600	1-1: Cra24NS@90.6-1: Cra24NS@135.8	0,81	25,07	90	90	0	0	0	LOS_A	1	6,55	6,55				4,47	4,47				0,19	0,19				
1	0-3600	1-10001: viedencaique-cra24NS@0.0-1: Cra24NS@135.8	30,46	71,5	294	287	0	5	2	LOS_B	2	14,02	14,15		9,56	6,52	5,5	5,6		1,96	0	0,54	0,55		0,2	0	
1	0-3600	1	15,63	71,5	384	377	0	5	2	LOS_B	2	12,26	12,33		9,56	6,52	5,26	5,33		1,96	0	0,46	0,46		0,2	0	
1	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-1: Cra24NS@257.8	13,96	112,78	373	366	0	5	2	LOS_A	1	6,95	7,06		1,66	0,09	5,25	5,36		0	0	0,13	0,14		0	0	
1	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-10: Tr24-bajan@16.1	13,96	112,78	24	24	0	0	0	LOS_A	1	4,79	4,79				3,96	3,96				0,13	0,13				
1	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@77.7-7: cra24SN-cll 81-cacique@26.1	0	0	26	25	0	0	1	LOS_A	1	0,45	0,44			0,79	0	0			0	0	0			0	
1	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@77.7-11: Cl181-suben@8.6	0	0	0	0	0	0	0	LOS_A																	
1	0-3600	2-12: Cl181-bajan@39.6-7: cra24SN-cll 81-cacique@26.1	0,16	14,82	2	2	0	0	0	LOS_A	1	8,72	8,72				0,16	0,16				1	1				
1	0-3600	2	4,71	112,78	425	417	0	5	3	LOS_A	1	6,44	6,54		1,66	0,32	4,84	4,93		0	0	0,13	0,13		0	0	
1	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-1: Cra24NS@359.7	15,58	113,78	207	204	0	2	1	LOS_A	1	4,94	5,02		0	0	3,65	3,7		0	0	0,1	0,1		0	0	
1	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-4: calle 83@25.1	15,58	113,78	105	103	0	2	0	LOS_A	1	3,88	3,94		0,67		2,39	2,44		0		0,09	0,09		0		
1	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-5: cra24a-NS@23.0	15,58	113,78	50	49	0	1	0	LOS_A	1	2,4	2,25		9,4		1,13	1,15		0,13		0,04	0,02		1		
1	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-3: cra24SN-cll83-81@25.5	120,55	152,34	26	25	0	0	1	LOS_F	6	187,07	188,97			139,72	135,92	137,44		98,07		6,85	6,92			5	
1	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-4: calle 83@25.1	118,92	150,62	6	6	0	0	0	LOS_F	6	67,77	67,77				45,87	45,87				2,83	2,83				
1	0-3600	3	85,02	152,34	394	387	0	5	2	LOS_C	3	17,31	17,24		2,15	69,86	12,36	12,33		0,03	49,04	0,58	0,57		0,2	2,5	
1	0-3600	4-4: calle 83@140.9-6@6.1	21,07	113,44	97	95	0	2	0	LOS_D	4	27,81	27,45		45,11		11,21	11,06		18,37		1,48	1,44		3,5		
1	0-3600	4-21: siguen autopista-paralela@37.9-6@6.1	0,85	41,59	441	437	0	2	2	LOS_A	1	1,37	1,33		0,95	10,48	0,02	0,02		0	0	0,02	0,02		0	0	
1	0-3600	4	10,96	113,44	538	532	0	4	2	LOS_A	1	6,13	5,99		23,03	10,48	2,03	1,99		9,19	0	0,29	0,28		1,75	0	

Fuente: Elaboración propia, tomada de resultados software VISSIM.

Tabla 3. Resultados evaluación de nodos, alternativa 1 – ESC 10

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	VEHS (10)	VEHS (50)	VEHS (80)	VEHS (90)	LOS (ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHDELAY (10)	VEHDELAY (50)	VEHDELAY (80)	VEHDELAY (90)	STOPDELAY (ALL)	STOPDELAY (10)	STOPDELAY (50)	STOPDELAY (80)	STOPDELAY (90)	STOPS (ALL)	STOPS (10)	STOPS (50)	STOPS (80)	STOPS (90)
4	0-3600	1-1: Cra24NS@90.6-1: Cra24NS@135.8	0,05	15,14	89	87	0	1	1	LOS_A	1	4,35	3,98		40,11	0,49	1,55	1,24		30,28	0	0,39	0,38		2	0
4	0-3600	1-10001: viencacique-cra24NS@0.0-1: Cra24NS@135.8	42,21	70,39	304	302	0	1	1	LOS_C	3	19,56	19,62		1,47	18,81	6,3	6,34		0	0	1,66	1,67		0	0
4	0-3600	1	21,13	70,39	393	389	0	2	2	LOS_C	3	16,11	16,12		20,79	9,65	5,23	5,2		15,14	0	1,37	1,38		1	0
4	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-1: Cra24NS@257.8	14,86	111,23	354	351	0	1	2	LOS_A	1	6,82	6,86		7,88	0,44	3,88	3,91		0	0	0,23	0,24		0	0
4	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-10: Tr24-bajan@16.1	14,86	111,23	30	29	0	1	0	LOS_A	1	1,65	1,71		0		0,71	0,74		0		0,07	0,07		0	
4	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-83@77.7-7: cra24SN-cll 81-cacique@26.1	0	0	27	27	0	0	0	LOS_A	1	0,81	0,81				0	0				0	0			
4	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-83@77.7-11: Cl181-suben@8.6	0	0	0	0	0	0	0	LOS_A																
4	0-3600	2-12: Cl181-bajan@39.6-7: cra24SN-cll 81-cacique@26.1	0,66	20,71	4	4	0	0	0	LOS_B	2	10,33	10,33				2	2				1,25	1,25			
4	0-3600	2	5,17	111,23	415	411	0	2	2	LOS_A	1	6,09	6,13		3,94	0,44	3,38	3,41		0	0	0,22	0,22		0	0
4	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-1: Cra24NS@359.7	12,44	112,13	202	200	0	1	1	LOS_A	1	3,98	3,99		1,85	3,54	3,12	3,15		0	0	0,09	0,1		0	0
4	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-4: calle 83@25.1	12,44	112,13	97	97	0	0	0	LOS_A	1	2,49	2,49				1,61	1,61				0,05	0,05			
4	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-5: cra24-NS@23.0	12,44	112,13	48	48	0	0	0	LOS_A	1	4,5	4,5				3,34	3,34				0,19	0,19			
4	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-3: cra24SN-cll83-81@25.5	126,98	150,31	28	28	0	0	0	LOS_F	6	180,21	180,21				128,97	128,97				13,89	13,89			
4	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-4: calle 83@25.1	125,45	148,6	4	4	0	0	0	LOS_F	6	97,04	97,04				78,6	78,6				4,5	4,5			
4	0-3600	3	88,29	150,31	379	377	0	1	1	LOS_C	3	17,67	17,75		1,85	3,54	12,86	12,92		0	0	1,16	1,17		0	0
4	0-3600	4-4: calle 83@140.9-6@6.1	6,29	61,84	87	87	0	0	0	LOS_C	3	15,92	15,92				2,04	2,04				1,46	1,46			
4	0-3600	4-21: siguen autopista-paralela@37.9-6@6.1	3,35	38,84	468	464	0	1	3	LOS_A	1	6,05	6,08		7,55	0,28	0,15	0,15		0	0	0,16	0,16		0	0
4	0-3600	4	4,82	61,84	555	551	0	1	3	LOS_A	1	7,59	7,63		7,55	0,28	0,45	0,45		0	0	0,37	0,37		0	0

Fuente: Elaboración propia, tomada de resultados software VISSIM.

Tabla 4. Resultados evaluación de nodos, alternativa 1 – ESC 15

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	VEHS (10)	VEHS (50)	VEHS (80)	VEHS (90)	LOS (ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHDELAY (10)	VEHDELAY (50)	VEHDELAY (80)	VEHDELAY (90)	STOPDELAY (ALL)	STOPDELAY (10)	STOPDELAY (50)	STOPDELAY (80)	STOPDELAY (90)	STOPS (ALL)	STOPS (10)	STOPS (50)	STOPS (80)	STOPS (90)
6	0-3600	1-1: Cra24NS@90.6-1: Cra24NS@135.8	0,46	19,6	87	86	0	1	0	LOS_A	1	6,76	6,82		1,09		4,06	4,11		0		0,26	0,27		0	
6	0-3600	1-10001: viencacique-cra24NS@0.0-1: Cra24NS@135.8	45,07	72,76	305	300	0	1	4	LOS_C	3	21,39	21,28		2,56	34,01	9,15	9,07		0	16,95	1,45	1,45		0	1,25
6	0-3600	1	22,77	72,76	392	386	0	2	4	LOS_C	3	18,14	18,06		1,83	34,01	8,02	7,97		0	16,95	1,18	1,19		0	1,25
6	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-1: Cra24NS@257.8	20,93	112,66	352	348	0	1	3	LOS_A	1	6,15	6,19		6,38	2,15	3,56	3,6		0,48	0	0,21	0,21		1	0
6	0-3600	2-1: Cra24NS@199.1-10: Tr24-bajan@16.1	20,93	112,66	27	26	0	1	0	LOS_A	1	7,98	8,28		0,15		6,45	6,69		0		0,22	0,23		0	
6	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@77.7-7: cra24SN-cll 81-cacique@26.1	0	0	32	32	0	0	0	LOS_A	1	5,2	5,2				4,5	4,5				0,09	0,09			
6	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@77.7-11: Cl181-suben@8.6	0	0	1	1	0	0	0	LOS_A	1	0	0				0	0				0	0			
6	0-3600	2-12: Cl181-bajan@39.6-7: cra24SN-cll 81-cacique@26.1	0,32	14,75	3	3	0	0	0	LOS_A	1	9,47	9,47				1,25	1,25				1	1			
6	0-3600	2	7,08	112,66	415	410	0	2	3	LOS_A	1	6,21	6,25		3,26	2,15	3,79	3,84		0,24	0	0,21	0,21		0,5	0
6	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-1: Cra24NS@359.7	0,08	33,02	216	212	0	1	3	LOS_A	1	0,87	0,88		0	0,62	0,01	0,01		0	0	0,03	0,03		0	0
6	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-4: calle 83@25.1	0,08	33,02	84	84	0	0	0	LOS_A	1	1,67	1,67				0,06	0,06				0,08	0,08			
6	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-5: cra24a-NS@23.0	0,08	33,02	46	46	0	0	0	LOS_A	1	1,93	1,93				0,04	0,04				0,15	0,15			
6	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-3: cra24SN-cll83-81@25.5	136,44	154,65	34	34	0	0	0	LOS_F	6	215,44	215,44				157,17	157,17				16,65	16,65			
6	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-4: calle 83@25.1	134,77	152,94	2	2	0	0	0	LOS_F	6	246,06	246,06				185,25	185,25				17,5	17,5			
6	0-3600	3	90,43	154,65	382	378	0	1	3	LOS_C	3	21,55	21,78		0	0,62	14,98	15,14		0	0	1,63	1,65		0	0
6	0-3600	4-4: calle 83@140.9-6@6.1	25,06	107,54	82	82	0	0	0	LOS_E	5	44,86	44,86				14,94	14,94				4,62	4,62			
6	0-3600	4-21: siguen autopista-paralela@37.9-6@6.1	6,69	40,8	463	456	0	2	5	LOS_A	1	6,73	6,69		0,9	12,79	0,37	0,38		0	0	0,34	0,35		0	0
6	0-3600	4	15,87	107,54	545	538	0	2	5	LOS_B	2	12,46	12,5		0,9	12,79	2,56	2,6		0	0	0,99	1		0	0

Fuente: Elaboración propia, tomada de resultados software VISSIM.

ANEXO H. Resultados modelación alternativa 2.

Tabla 1. Resultados evaluación de nodos, alternativa 2 – ESC 0

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	VEHS (10)	VEHS (80)	VEHS (90)	LOS (ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHDELAY (10)	VEHDELAY (80)	VEHDELAY (90)	STOPDELAY (ALL)	STOPDELAY (10)	STOPDELAY (80)	STOPDELAY (90)	STOPS (ALL)	STOPS (10)	STOPS (80)	STOPS (90)
63	0-3600	1-1: Cra24NS@90.6-1: Cra24NS@135.8	0	0	89	88	1	0	LOS_A	1	2,58	2,49	9,85		0,66	0,67	0,34		0,2	0,19	1	
63	0-3600	1-10001: vienencacique-cra24NS@0.0-1: Cra24NS@135.8	30,61	70,02	270	270	0	0	LOS_C	3	15,39	15,39			5,04	5,04			1,4	1,4		
63	0-3600	1	15,3	70,02	359	358	1	0	LOS_B	2	12,22	12,22	9,85		3,96	3,97	0,34		1,1	1,1	1	
63	0-3600	2-1: Cra24NS@201.9-1: Cra24NS@260.0	27,67	127,9	308	307	1	0	LOS_A	1	7,43	7,41	11,07		2,97	2,97	3,59		0,53	0,52	1	
63	0-3600	2-1: Cra24NS@201.9-10: Tr24-bajan@14.9	27,67	127,9	30	30	0	0	LOS_A	1	2,95	2,95			1,22	1,22			0,23	0,23		
63	0-3600	2-3: cra24SN-dl183-81@75.5-7: cra24SN-dl 81-cacique@23.4	0	0	45	44	0	1	LOS_A	1	0,2	0,2		0	0	0		0	0	0		0
63	0-3600	2-3: cra24SN-dl183-81@75.5-11: Cl181-suben@9.7	0	0	1	1	0	0	LOS_A	1	0	0			0	0			0	0		
63	0-3600	2-9: Tr24-suben@75.0-1: Cra24NS@260.0	5,09	24,05	3	3	0	0	LOS_C	3	33,12	33,12			24,9	24,9			1	1		
63	0-3600	2-9: Tr24-suben@75.0-7: cra24SN-dl 81-cacique@23.4	5,09	24,05	9	9	0	0	LOS_D	4	52,44	52,44			46,72	46,72			0,78	0,78		
63	0-3600	2-12: Cl181-bajan@38.4-7: cra24SN-dl 81-cacique@23.4	0,14	14,67	1	1	0	0	LOS_A	1	9,84	9,84			1,53	1,53			1	1		
63	0-3600	2	8,22	127,9	397	395	1	1	LOS_A	1	7,47	7,48	11,07	0	3,65	3,66	3,59	0	0,45	0,45	1	0
63	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-1: Cra24NS@359.7	11,59	107,42	186	185	1	0	LOS_A	1	2,36	2,37	0,68		0,94	0,94	0		0,17	0,17	0	
63	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-4: calle 83@25.1	11,59	107,42	76	76	0	0	LOS_A	1	5,32	5,32			1,83	1,83			0,5	0,5		
63	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-5: cra24a-NS@21.8	11,59	107,42	48	48	0	0	LOS_A	1	5,15	5,15			1,76	1,76			0,58	0,58		
63	0-3600	3-2: cra24SN-dl189-83@125.6-3: cra24SN-dl183-81@25.5	96,16	144,11	46	45	0	1	LOS_F	6	108,32	107,17		160,08	92,58	91,66		133,83	2,74	2,76		2
63	0-3600	3-2: cra24SN-dl189-83@125.6-4: calle 83@25.1	96,16	144,11	6	6	0	0	LOS_F	6	82,12	82,12			66,03	66,03			3,33	3,33		
63	0-3600	3	53,87	144,11	362	360	1	1	LOS_B	2	18,14	17,79	0,68	160,08	13,96	13,66	0	133,83	0,67	0,67	0	2
63	0-3600	4-4: calle 83@140.9-10007@20.8	0	0	77	77	0	0	LOS_A	1	2,54	2,54			0,13	0,13			0,1	0,1		
63	0-3600	4-21: siguen autopista-paralela@37.3-10003@5.7	0	0	406	401	1	4	LOS_A	1	1,22	1,23	0,17	0,5	0,02	0,02	0	0	0,03	0,03	0	0
63	0-3600	4	0	0	483	478	1	4	LOS_A	1	1,43	1,44	0,17	0,5	0,04	0,04	0	0	0,05	0,05	0	0

Fuente: Elaboración propia, tomada de resultados software VISSIM.

Tabla 2. Resultados evaluación de nodos, alternativa 2 – ESC 5

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	VEHS (10)	VEHS (80)	VEHS (90)	LOS (ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHDELAY (10)	VEHDELAY (80)	VEHDELAY (90)	STOPDELAY (ALL)	STOPDELAY (10)	STOPDELAY (80)	STOPDELAY (90)	STOPS (ALL)	STOPS (10)	STOPS (80)	STOPS (90)
9	0-3600	1-1: Cra24NS@90.6-1: Cra24NS@135.8	0	0	86	86	0	0	LOS_A	1	4,45	4,45			1,36	1,36			0,34	0,34		
9	0-3600	1-10001: viencacique-cra24NS@0.0-1: Cra24NS@135.8	39,32	70,28	280	278	2	0	LOS_C	3	18,08	17,89	43,32		6,31	6,2	21,55		1,7	1,69	3	
9	0-3600	1	19,66	70,28	366	364	2	0	LOS_B	2	14,87	14,72	43,32		5,15	5,06	21,55		1,38	1,37	3	
9	0-3600	2-1: Cra24NS@201.9-1: Cra24NS@260.0	42,22	128,76	328	327	1	0	LOS_A	1	9,39	9,39	9,91		3,83	3,83	2,07		0,86	0,86	1	
9	0-3600	2-1: Cra24NS@201.9-10: Tr24-bajan@14.9	42,22	128,76	21	20	1	0	LOS_A	1	5,11	5,31	1,06		1,76	1,85	0		0,29	0,3	0	
9	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@75.5-7: cra24SN-cll 81-cacique@23.4	0	0	43	43	0	0	LOS_A	1	0	0			0	0			0	0		
9	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@75.5-11: ClI81-suben@9.7	0	0	0	0	0	0	LOS_A													
9	0-3600	2-9: Tr24-suben@75.0-1: Cra24NS@260.0	6,72	25,39	7	7	0	0	LOS_C	3	33,84	33,84			28,25	28,25			0,71	0,71		
9	0-3600	2-9: Tr24-suben@75.0-7: cra24SN-cll 81-cacique@23.4	6,72	25,39	9	9	0	0	LOS_E	5	55,15	55,15			47,91	47,91			1	1		
9	0-3600	2-12: ClI81-bajan@38.4-7: cra24SN-cll 81-cacique@23.4	0	0	0	0	0	0	LOS_A													
9	0-3600	2	12,24	128,76	408	406	2	0	LOS_A	1	9,61	9,63	5,49		4,71	4,73	1,03		0,74	0,74	0,5	
9	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-1: Cra24NS@359.7	12,63	106,84	188	188	0	0	LOS_A	1	1,59	1,59			0,42	0,42			0,1	0,1		
9	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-4: calle 83@25.1	12,63	106,84	94	93	1	0	LOS_A	1	5,04	5,09	0,43		1,93	1,95	0		0,45	0,45	0	
9	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-5: cra24a-NS@21.8	12,63	106,84	53	53	0	0	LOS_A	1	4,1	4,1			1,26	1,26			0,32	0,32		
9	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-3: cra24SN-cll83-81@25.5	96,07	143,72	43	43	0	0	LOS_F	6	118,15	118,15			101,31	101,31			3,16	3,16		
9	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-4: calle 83@25.1	96,07	143,72	3	3	0	0	LOS_F	6	123,99	123,99			105,58	105,58			4	4		
9	0-3600	3	54,35	143,72	381	380	1	0	LOS_B	2	16,91	16,95	0,43		13,12	13,16	0		0,59	0,59	0	
9	0-3600	4-4: calle 83@140.9-10007@20.8	11,88	83,56	87	86	1	0	LOS_D	4	27,36	27,12	48,53		7,38	7,41	4,81		2,32	2,27	7	
9	0-3600	4-21: siguen autopista-paralela@37.3-10003@5.7	5,26	40,09	453	444	6	3	LOS_A	1	6,14	6,08	10,48	6,25	0,24	0,24	0,24	0	0,21	0,21	0,33	0
9	0-3600	4	8,57	83,56	540	530	7	3	LOS_A	1	9,56	9,49	15,92	6,25	1,39	1,41	0,89	0	0,55	0,55	1,29	0

Fuente: Elaboración propia, tomada de resultados software VISSIM.

Tabla 3. Resultados evaluación de nodos, alternativa 2 – ESC 10

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	VEHS (10)	VEHS (80)	VEHS (90)	LOS (ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHDELAY (10)	VEHDELAY (80)	VEHDELAY (90)	STOPDELAY (ALL)	STOPDELAY (10)	STOPDELAY (80)	STOPDELAY (90)	STOPS (ALL)	STOPS (10)	STOPS (80)	STOPS (90)
6	0-3600	1-1: Cra24NS@90.6-1: Cra24NS@135.8	0,04	6,75	87	87	0	0	LOS_A	1	8,97	8,97			4,64	4,64			0,66	0,66		
6	0-3600	1-10001: vienencacique-cra24NS@0.0-1: Cra24NS@135.8	50,47	74,87	262	257	1	4	LOS_D	4	27,68	27,47	18,18	43,91	14,47	14,42	5,54	20	1,8	1,81	1	1,25
6	0-3600	1	25,25	74,87	349	344	1	4	LOS_C	3	23,02	22,79	18,18	43,91	12,02	11,94	5,54	20	1,52	1,52	1	1,25
6	0-3600	2-1: Cra24NS@201.9-1: Cra24NS@260.0	55,23	137,52	305	302	0	3	LOS_B	2	12,22	12		34,81	6,21	6,07		19,98	0,78	0,77		1
6	0-3600	2-1: Cra24NS@201.9-10: Tr24-bajan@14.9	55,23	137,52	25	24	1	0	LOS_A	1	9,73	10,13	0,09		5,66	5,9	0		0,64	0,67	0	
6	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@75.5-7: cra24SN-cll 81-cacique@23.4	0,05	5,3	41	41	0	0	LOS_A	1	1,42	1,42			0,1	0,1			0,1	0,1		
6	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@75.5-11: Cl181-suben@9.7	0,05	5,3	1	1	0	0	LOS_A	1	0	0			0	0			0	0		
6	0-3600	2-9: Tr24-suben@75.0-1: Cra24NS@260.0	10,85	56,82	9	9	0	0	LOS_E	5	63,6	63,6			55,86	55,86			1,11	1,11		
6	0-3600	2-9: Tr24-suben@75.0-7: cra24SN-cll 81-cacique@23.4	10,85	56,82	7	7	0	0	LOS_E	5	64,86	64,86			57,06	57,06			1,14	1,14		
6	0-3600	2-12: Cl181-bajan@38.4-7: cra24SN-cll 81-cacique@23.4	0,32	14,75	3	3	0	0	LOS_A	1	8,78	8,78			1,25	1,25			1	1		
6	0-3600	2	16,61	137,52	391	387	1	3	LOS_B	2	13	12,86	0,09	34,81	7,53	7,46	0	19,98	0,71	0,71	0	1
6	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-1: Cra24NS@359.7	6,84	107,23	193	190	0	3	LOS_A	1	0,81	0,82		0,64	0,12	0,12		0	0,05	0,05		0
6	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-4: calle 83@25.1	6,84	107,23	78	78	0	0	LOS_A	1	3,9	3,9			1,53	1,53			0,26	0,26		
6	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-5: cra24a-NS@21.8	6,84	107,23	40	40	0	0	LOS_A	1	3,96	3,96			2,02	2,02			0,28	0,28		
6	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-3: cra24SN-cll83-81@25.5	120,72	146,64	42	42	0	0	LOS_F	6	166,52	166,52			142,02	142,02			4,71	4,71		
6	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-4: calle 83@25.1	120,72	146,64	4	4	0	0	LOS_F	6	195,34	195,34			157,43	157,43			10,5	10,5		
6	0-3600	3	63,78	146,64	357	354	0	3	LOS_C	3	23,52	23,71		0,64	19,1	19,26		0	0,78	0,79		0
6	0-3600	4-4: calle 83@140.9-10007@20.8	2,09	30,28	77	77	0	0	LOS_B	2	11,17	11,17			5,02	5,02			0,47	0,47		
6	0-3600	4-21: siguen autopista-paralela@37.3-10003@5.7	5,55	39,59	492	485	2	5	LOS_A	1	5,24	5,26	3,24	3,78	0,33	0,34	0	0	0,26	0,26	0	0
6	0-3600	4	3,82	39,59	569	562	2	5	LOS_A	1	6,04	6,07	3,24	3,78	0,97	0,98	0	0	0,28	0,29	0	0

Fuente: Elaboración propia, tomada de resultados software VISSIM.

Tabla 4. Resultados evaluación de nodos, alternativa 2 – ESC 15

SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS (ALL)	VEHS (10)	VEHS (80)	VEHS (90)	LOS (ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	VEHDELAY (10)	VEHDELAY (80)	VEHDELAY (90)	STOPDELAY (ALL)	STOPDELAY (10)	STOPDELAY (80)	STOPDELAY (90)	STOPS (ALL)	STOPS (10)	STOPS (80)	STOPS (90)
6	0-3600	1-1: Cra24NS@90.6-1: Cra24NS@135.8	0,33	16,4	88	88	0	0	LOS_A	1	7,77	7,77			3,94	3,94			0,36	0,36		
6	0-3600	1-10001: vienencacique-cra24NS@0.0-1: Cra24NS@135.8	52,01	71,87	270	265	1	4	LOS_D	4	27,04	26,77	5,75	50,43	12,26	12,19	0	20,29	2,17	2,17	0	2,75
6	0-3600	1	26,17	71,87	358	353	1	4	LOS_C	3	22,3	22,03	5,75	50,43	10,22	10,13	0	20,29	1,72	1,72	0	2,75
6	0-3600	2-1: Cra24NS@201.9-1: Cra24NS@260.0	43,59	136,52	311	308	0	3	LOS_B	2	11,13	10,93		32,25	5,67	5,57		15,96	0,57	0,56		1
6	0-3600	2-1: Cra24NS@201.9-10: Tr24-baján@14.9	43,59	136,52	25	24	1	0	LOS_A	1	7,78	8,1	0,11		4,34	4,52	0		0,28	0,29	0	
6	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@75.5-7: cra24SN-cll 81-cacique@23.4	0	0	47	47	0	0	LOS_A	1	0,74	0,74			0,23	0,23			0,06	0,06		
6	0-3600	2-3: cra24SN-cll83-81@75.5-11: Cll81-suben@9.7	0	0	2	2	0	0	LOS_A	1	0,07	0,07			0	0			0	0		
6	0-3600	2-9: Tr24-suben@75.0-1: Cra24NS@260.0	12,2	68,32	9	9	0	0	LOS_E	5	60,15	60,15			52,07	52,07			1,11	1,11		
6	0-3600	2-9: Tr24-suben@75.0-7: cra24SN-cll 81-cacique@23.4	12,2	68,32	8	8	0	0	LOS_E	5	65,07	65,07			57,8	57,8			1,13	1,13		
6	0-3600	2-12: Cll81-baján@38.4-7: cra24SN-cll 81-cacique@23.4	0,32	14,75	3	3	0	0	LOS_A	1	8,78	8,78			1,25	1,25			1	1		
6	0-3600	2	14,03	136,52	405	401	1	3	LOS_B	2	11,8	11,68	0,11	32,25	6,95	6,9	0	15,96	0,52	0,51	0	1
6	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-1: Cra24NS@359.7	8,62	106,6	200	197	0	3	LOS_A	1	1,48	1,4		6,44	0,25	0,24		0,71	0,09	0,09		0,33
6	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-4: calle 83@25.1	8,62	106,6	78	78	0	0	LOS_A	1	5,1	5,1			1,57	1,57			0,46	0,46		
6	0-3600	3-1: Cra24NS@308.3-5: cra24a-NS@21.8	8,62	106,6	40	40	0	0	LOS_A	1	3,39	3,39			1,05	1,05			0,33	0,33		
6	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-3: cra24SN-cll83-81@25.5	123,95	145,98	49	49	0	0	LOS_F	6	165,62	165,62			140,08	140,08			5,67	5,67		
6	0-3600	3-2: cra24SN-cll89-83@125.6-4: calle 83@25.1	123,95	145,98	4	4	0	0	LOS_F	6	265,24	265,24			209,54	209,54			14,5	14,5		
6	0-3600	3	66,28	145,98	371	368	0	3	LOS_C	3	26,97	27,14		6,44	21,34	21,51		0,71	1,09	1,09		0,33
6	0-3600	4-4: calle 83@140.9-10007@20.8	6,55	53,09	77	77	0	0	LOS_C	3	20,19	20,19			5,71	5,71			2,26	2,26		
6	0-3600	4-21: siguen autopista-paralela@37.3-10003@5.7	5,65	42,18	475	467	2	6	LOS_A	1	6,06	6	6,33	10,49	0,28	0,28	0	0	0,27	0,27	0	0
6	0-3600	4	6,1	53,09	552	544	2	6	LOS_A	1	8,03	8,01	6,33	10,49	1,03	1,05	0	0	0,55	0,55	0	0

Fuente: Elaboración propia, tomada de resultados software VISSIM.

