

DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN EN CASOS SOLICITADOS POR LA  
COMUNIDAD DEL SECTOR NORTE DE TUNJA

SANDRA LILIANA GUERRA PULIDO



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TRANSPORTE Y VÍAS  
TUNJA  
2023

DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN EN CASOS SOLICITADOS POR LA COMUNIDAD  
DEL SECTOR NORTE DE TUNJA

SANDRA LILIANA GUERRA PULIDO

Trabajo de grado en la modalidad de práctica con proyección empresarial o social  
para optar al título de Ingeniero en Transporte y Vías

Director

FREDY ALBERTO GUÍO BURGOS

Magister en Ingeniería con énfasis en Tránsito

Coordinador

JORGE ENRIQUE ALBA VELANDIA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE TRANSPORTE Y VÍAS

TUNJA

2023

*La autoridad científica de la Facultad de Ingeniería reside en ella misma, por lo tanto, no responde por las opiniones expresadas en este trabajo de grado.*

*Se autoriza su uso y reproducción indicando el origen.*

**Nota de aceptación:**

Aprobado por el Comité de Currículo en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia para optar al título de Ingeniero en Transporte y Vías, actuando como jurados:

NOMBRES Y APELLIDOS DEL JURADO 1 (EN MAYÚSCULA)

Título Académico de mayor nivel

NOMBRES Y APELLIDOS DEL JURADO 2 (EN MAYÚSCULA)

Título Académico de mayor nivel

Tunja, fecha (día, mes, año)

## **DEDICATORIA**

Hoy quiero dedicar este logro a las personas que lo hicieron posible, a quienes incansablemente me apoyaron y me guiaron hasta acá, pues este logro es más suyo que mío. A mi madre y a mi tía que con tanto amor, esfuerzo y cariño me acompañaron en este camino y aunque tuvo momentos difíciles se logró de la mejor manera.

A mi padre que desde el cielo me ha acompañado hasta este momento.

A mis amigos que hicieron de este proceso lo más divertido y llevadero posible.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco infinitamente a Dios quien con su bendición llena mi vida y me guía para lograr lo que me propongo.

A mi familia por estar siempre conmigo y por haberme dado la oportunidad de estudiar y formarme profesionalmente, gracias por su esfuerzo.

A la escuela de Ingeniería de Transporte y Vías y a cada uno de los ingenieros que contribuyó a mi formación como profesional y como persona también.

Al ingeniero Fredy Guío por acompañarme en el desarrollo de este trabajo, por su disposición a compartir sus conocimientos.

A los ingenieros Fabian Parada y Jorge Alba por brindarme su acompañamiento, conocimiento y sus consejos que fortalecieron mi vida profesional y personal.

A mis compañeros que de alguna u otra forma contribuyeron a mi formación.

## CONTENIDO

pág.

1. INTRODUCCIÓN .....	13
2. MARCO DE REFERENCIA.....	14
2.1. ¿QUÉ ES LA SEÑALIZACIÓN Y PARA QUÉ SIRVE? .....	14
2.2. ¿CUÁL ES LA NORMATIVIDAD VIGENTE EN COLOMBIA? .....	14
2.3. ¿CUÁLES SON LOS TIPOS DE SEÑALIZACIÓN?.....	14
2.3.1. SEÑALES VERTICALES.....	15
2.3.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL O DEMARCACIÓN.....	16
2.4. ¿QUÉ ES LA MICROSIMULACIÓN Y PARA QUÉ SIRVE? .....	16
3. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	18
3.1. DIAGNÓSTICO DEL CASO ASIGNADO .....	18
3.2. REVISIÓN DE DOCUMENTOS .....	20
3.3. SOLUCIONES.....	21
3.4. DISEÑO Y REVISIÓN.....	21
3.5. REVISIÓN E INFORMES.....	22
4. DESARROLLO DEL TRABAJO .....	23
4.1. DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN EN EL CORREDOR PRINCIPAL BARRIO LOS MUISCAS. ....	23
4.1.1. DIAGNÓSTICO .....	23
4.1.2. REVISIÓN DE DOCUMENTOS Y POSIBLES SOLUCIONES. ....	26
4.1.3. DISEÑO.....	27
4.2. DISEÑO DE BAHÍAS DE CARGUE Y DESCARGUE BARRIO LOS MUISCAS 29	
4.2.1. REVISIÓN DE DOCUMENTOS.....	29
4.2.2. DIAGNÓSTICO .....	29
4.3. PROPUESTA DE DISEÑO .....	33
4.4. INVENTARIOS DE SEÑALIZACIÓN.....	37
4.4.1. INVENTARIO DE SEÑALIZACIÓN Y REGISTRO FOTOGRÁFICO KM 64 VÍA BARBOSA TUNJA. ....	37

4.4.2. INVENTARIO SEÑALIZACIÓN BARRIO LA CALLEJA.....	42
4.5. TOMA DE INFORMACIÓN PEATONAL Y VEHICULAR EN PUNTOS DESIGNADOS.....	46
4.5.1. TOMA DE DATOS CARRERA 11 CON CALLE 9 .....	47
4.5.2. TOMA DE DATOS CARRERA 20 CON CALLE 33b. ....	49
4.5.3. TOMA DE DATOS CARRERA 2ª ESTE CON AVENIDA UNIVERSITARIA 50	
4.6. MODELACIÓN SEMAFORIZACIÓN CARRERA 2ª ESTE CON AVENIDA UNIVERSITARIA .....	51
4.6.1. AJUSTES EN LA BASE DE DATOS .....	52
4.6.2. DETERMINACIÓN DE LOS PERIODOS DE MÁXIMA DEMANDA.....	54
4.6.3. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LLEGADA EN AUTOS DIRECTOS EQUIVALENTES.....	57
4.6.4. DETERMINACIÓN DE FASES SEMAFÓRICAS.....	65
4.6.5. CÁLCULO DE TIEMPO DE AMARILLO Y TODO ROJO. ....	66
4.6.6. CÁLCULO DEL CICLO ÓPTIMO.....	69
4.6.7. MODELACIÓN EN VISSIM .....	71
5. CONCLUSIONES .....	74
6. RECOMENDACIONES.....	75
7. BIBLIOGRAFÍA .....	76

## LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Formato para registro de inventario de señalización.....	19
Tabla 2. Formato de aforos vehiculares.....	20
Tabla 3. Inventario señalización existente corredor de los Muiscas al 11 de abril de 2022 .....	25
Tabla 4. Cantidades de señalización diseño barrio los Muiscas.....	27
Tabla 5. Inventario de señalización 500 m antes del Km 64.....	40
Tabla 6. Inventario de señalización de la calle 36 A con la carrera 16 A.....	45
Tabla 7. Inventario de señalización del diseño preliminar.....	46
Tabla 8. Base de datos consolidada.....	52
Tabla 9. Horas de máxima demanda 17 de mayo.....	54
Tabla 10. Horas de máxima demanda 19 de mayo.....	55
Tabla 11. Horas de máxima demanda 21 de mayo.....	55
Tabla 12. Periodos de máxima demanda definitivos para el diseño.....	57
Tabla 13. Factores de conversión para vehículos que giran a vehículos directos.....	58
Tabla 14. Datos adicionales para el cálculo de los autos directos equivalentes.....	58
Tabla 15. Cálculo del factor horario de máxima demanda y del volumen en autos directos equivalentes para el 17 de mayo.....	60
Tabla 16. Cálculo del factor horario de máxima demanda y del volumen en autos directos equivalentes para el 19 de mayo.....	62
Tabla 17. Tabla 16. Cálculo del factor horario de máxima demanda y del volumen en autos directos equivalentes para el 21 de mayo.....	64
Tabla 18. Relaciones volumen capacidad para martes 17 de mayo.....	66
Tabla 19. Relaciones volumen capacidad para viernes 19 de mayo.....	66
Tabla 20. Relaciones volumen capacidad para sábado 21 de mayo.....	67
Tabla 21. Tiempo de todo rojo y amarillo calculado.....	68
Tabla 22. Tiempo de todo rojo y amarillos definitivos para el modelo.....	69
Tabla 23. Tiempos de ciclo y tiempos de verde para cada periodo en los tres días de estudio.....	70
Tabla 24. Reporte resultado para la intersección en el periodo más crítico martes 17 de mayo.....	73

Tabla 25. Reporte resultado para la intersección en el periodo más crítico viernes 19 de mayo. ....	73
Tabla 26. Reporte resultado para la intersección en el periodo más crítico sábado 21 de mayo. ....	73

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Clases de señales verticales. ....	15
Figura 2. Tipos de señalización horizontal. ....	17
Figura 3. Fases empleadas para el desarrollo del trabajo. ....	18
Figura 4. Diseño preliminar de la señalización del barrio los Muiscas. ....	22
Figura 5. Localización de la zona de estudio. ....	24
Figura 6. Localización de la zona de estudio. ....	30
Figura 7. Registros de algunos de los establecimientos del corredor entre la Transversal 0A y la Transversal 3. ....	31
Figura 8. Invasión del espacio público y presencia de establecimientos comerciales en el comienzo de la Diagonal 67. ....	31
Figura 9. Algunos establecimientos comerciales sobre el corredor. ....	32
Figura 10. Vehículos que abastecen al comercio de la zona. ....	32
Figura 11. Propuesta a corto plazo entre la Transversal 0A y la Transversal 2A. ....	34
Figura 12. Propuesta a largo plazo entre la Transversal 0A y la Transversal 2A. ....	34
Figura 13. Propuesta a corto plazo entre la Transversal 1 y la Transversal 3. ....	35
Figura 14. Propuesta a largo plazo entre la Transversal 1 y la Transversal 3. ....	35
Figura 15. Propuesta opcional a corto plazo entre la Transversal 3 y la carrera 5. ....	36
Figura 16. Propuesta opcional a largo plazo entre la Transversal 3 y la carrera 5. ....	36
Figura 17. Ubicación del sector de interés. ....	37
Figura 18. Identificación del inicio del km 64 Vía Barbosa-Tunja. ....	38
Figura 19. Señalización de velocidad máxima km 64 Barbosa – Tunja. ....	38
Figura 20. Placa de instalación de la señal SR-30. ....	39

Figura 21. Señalización dentro de los 500 m desde el Km 64 hacia el municipio de Motavita.....	39
Figura 22. Finalización de la señalización en el km 64. ....	41
Figura 23. Inicio de la demarcación aproximadamente 150 mts después del Km 64....	41
Figura 24. Ubicación de la zona de interés. ....	42
Figura 25. Presencia de vehículos pesados en la carrera 16.....	43
Figura 26. Parqueo de vehículos pesados en la carrera 16. ....	43
Figura 27. Construcción de placa huella entre las carreras 16 y 16A. ....	44
Figura 28. Señalización existente en la carrera 16. ....	44
Figura 29. Diseño de señalización barrio la Calleja.....	46
Figura 30. Ubicación de la carrera 11 con calle 8ª sector el Bosque. ....	48
Figura 31. Registro fotográfico carrera 11 con calle 8a.....	48
Figura 32. Ubicación de la intersección carrera 20 con calle 33b salida a villa de Leyva. ....	49
Figura 33. Ubicación carrera 2-a este con A.V. universitaria ....	50
Figura 34. Sección datos horas pico. ....	53
Figura 35. Sección cálculo de los vehículos directos equivalentes. ....	53
Figura 36. Sección del diseño de fases.....	53
Figura 37. Sección de cálculo de tiempos y ciclo óptimo. ....	54
Figura 38. Gráficas horas pico por acceso 17 de mayo. ....	56
Figura 39. Gráficas horas pico por acceso 19 de mayo. ....	56
Figura 40. Gráficas horas pico por acceso 21 de mayo. ....	57
Figura 41. Volumen en vehículos mixtos para cada periodo del martes 17 de mayo ...	59
Figura 42. Volumen en vehículos directos equivalentes para cada periodo del martes 17 de mayo .....	59
Figura 43. Volumen en vehículos mixtos para cada periodo del viernes 19 de mayo... 61	
Figura 44. Volumen en vehículos directos equivalentes para cada periodo del viernes 19 de mayo. ....	61
Figura 45. Volumen en vehículos mixtos para cada periodo del sábado 21 de mayo... 63	
Figura 46. Volumen en vehículos directos equivalentes para cada periodo del sábado 21 de mayo. ....	63
Figura 47. Movimientos conflictivos en la intersección.....	65
Figura 48. Fases semafóricas .....	65

Figura 49. Disposición de infraestructura de la intersección. ....	71
Figura 50. Ejemplo de diseño de ciclo semafórico. ....	71
Figura 51. Ejemplo modelos de comportamiento en autos. ....	72
Figura 52. Escenario con semáforo modelado. ....	72

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
<b>ANEXO 1.</b> Registro fotográfico barrio los Muiscas. ....	77
<b>ANEXO 2.</b> Diseño de señalización preliminar barrio los Muiscas. ....	77
<b>ANEXO 3.</b> Diseño preliminar a corto plazo zonas de carga. ....	77
<b>ANEXO 4.</b> Diseño preliminar a largo plazo zonas de carga. ....	77
<b>ANEXO 5.</b> Datos de aforos carrera 11 con calle 9. ....	77
<b>ANEXO 6.</b> Datos de aforos carrera 20 con calle 33b. ....	77
<b>ANEXO 7.</b> Datos de aforos carrera 2ª este con Avenida Universitaria. ....	77
<b>ANEXO 8.</b> Cálculos de semaforización para la carrera 2ª este con Avenida Universitaria. .....	77
<b>ANEXO 9.</b> Modelo en VISSIM. ....	77

## 1. INTRODUCCIÓN

En la vida cotidiana se evidencian varios elementos de señalización en las vías de cualquier país, es tanto así que muchas veces llegan a considerarse como irrelevantes o insignificantes. Pero la realidad es otra, pues cualquier vía no funcionaría correctamente sin la presencia de una adecuada señalización. La importancia de la señalización radica en proporcionar al usuario información y herramientas para cumplir con una operación eficaz y segura, además de organizar la movilidad de pistas, calles, autopistas y en general el sector en el que se utilice.

El crecimiento acelerado de la ciudad de Tunja ha venido generando grandes inconvenientes de movilidad en zonas de crecimiento residencial y comercial, dado que la malla vial existente no está adecuada para recibir el crecimiento de actores viales. Se identificó que tanto el estado de la estructura del pavimento como la señalización están en muy mal estado y en algunos casos no hay presencia de ninguno de los dos.

En este informe se presentan procesos referentes a señalización y semaforización de algunos casos asignados por la Secretaría de Tránsito y Transporte de la ciudad de Tunja. Se presentará el diseño de la señalización del corredor principal del barrio Los Muiscas, los inventarios de señalización realizados y finalmente el proceso de modelación en la semaforización en la carrera 2 A Este con Avenida Universitaria.

El desarrollo de este fue posible gracias a una metodología de 6 pasos según correspondió, es decir dependiendo del caso asignado se tomaban los pasos necesarios para el mismo. Los pasos consistían en lo siguiente: Recolección de información necesaria para el diagnóstico de la movilidad en el sector, investigación de documentación pública vigente que concierne a la señalización y el inventario vial, modelación de posibles soluciones al problema en software de simulación de tránsito, revisión de planimetría y la corrección y entrega de planos e informe. En cada uno de los informes entregados a la entidad se dio el punto de vista del pasante y la posible solución que se planteaba al problema encontrado.

## **2. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1. ¿QUÉ ES LA SEÑALIZACIÓN Y PARA QUÉ SIRVE?**

Para tener en cuenta las actividades relacionadas en este documento se hace necesario describir algunos conceptos básicos que se tendrán en cuenta más adelante. El Manual de Señalización Vial (2015) refiere la señalización vial como la herramienta por la cual se indica a los actores de tránsito, ya sean peatones o vehiculares, la forma correcta y segura de circular por las vías facilitando la circulación y así optimizar tiempos de viaje además la señalización vial permite evitar riesgos y siniestros viales.

Así pues, debe entenderse que la importancia de la señalización es brindar al usuario de la vía una reglamentación para moverse de manera segura y acorde con las condiciones de la ruta. Por ello la disposición de estos dispositivos de regulación de tránsito debe encontrarse en buenas condiciones y en los lugares adecuados.

### **2.2. ¿CUÁL ES LA NORMATIVIDAD VIGENTE EN COLOMBIA?**

Actualmente las ciudades y municipios tienen la potestad de generar un plan de manejo de señalización que corresponde a su diseño, disposición y mantenimiento siguiendo los lineamientos del manual de señalización Vial del 2015, cumpliendo con la normatividad descrita en el artículo 3 de la Ley 1383 de 2010 que reglamenta las características técnicas de la demarcación y señalización de toda la infraestructura legal.

Cómo cita (Mintransporte, 2015) “Cada organismo de tránsito responderá en su jurisdicción por la colocación y el mantenimiento de todas y cada una de las señales necesarias para un adecuado control del tránsito, que serán determinadas mediante estudio que contenga las necesidades y el inventario general de la señalización en cada jurisdicción.” (Ley 769 de 2002, artículo 115, parágrafo 1).

Además, se conoce que la Ley 769 de 2002 artículo 115 parágrafo 2 reglamenta que “en todo contrato de construcción o pavimentación o rehabilitación de una vía urbana o rural, será obligatorio incluir la demarcación vial correspondiente, so pena de incurrir el responsable, en causal de mala conducta”.

El Manual de Señalización Vial define las características de cada señal usada en las vías colombianas, además de su correcta disposición y la justificación de su colocación.

### **2.3. ¿CUÁLES SON LOS TIPOS DE SEÑALIZACIÓN?**

A nivel internacional se tienen principalmente dos tipos de señales de tránsito, verticales y horizontales o demarcaciones.

### 2.3.1. SEÑALES VERTICALES

Según la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2014, como se citó en (Rendón, 2021)) describe que la señalización vertical es el conjunto de señales en tableros fijados en postes, marcos u otras estructuras, integradas por leyendas y pictogramas.

La señalización vertical tiene como función “reglamentar las limitaciones, prohibiciones o restricciones, advertir de peligros, informar acerca de rutas, direcciones, destinos y sitios de interés. Son esenciales en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en aquellos donde los peligros no son de por sí evidentes” (Ministerio, 2015). Según la misma fuente en Colombia se trabajan cuatro clases de señales verticales:

- Reglamentarias
- Preventivas
- Informativas
- Transitorias

Figura 1. Clases de señales verticales.



Fuente. Elaboración propia a partir Manual de Señalización Vial – Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia (Mintransporte, 2015)

### **2.3.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL O DEMARCACIÓN**

El Manual de Señalización Vial describe la señalización horizontal o demarcación como:

“La aplicación de marcas viales conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se adhieren sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como a los dispositivos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos. Éstas se conocen como DEMARCACIONES.

Dado que se ubican en la calzada, las demarcaciones presentan la ventaja, frente a otros tipos de señales, de transmitir su mensaje al conductor sin que éste distraiga su atención del carril en que circula. Es difícil robar o hacer objeto de vandalismo una demarcación; sin embargo, presentan como desventaja que son percibidas a menor distancia, su visibilidad se ve afectada por lluvia, neblina, polvo o por otros vehículos que circulen en la vía.” (Mintransporte, 2015, pág. 359)

La misma fuente clasifica a las demarcaciones según su forma y según su altura con 7 y 2 tipos respectivamente, adicionalmente muestra de manera detallada la relación entre las demarcaciones planas y elevadas con tachas. Para entenderlo de manera resumida se muestra la figura 2.

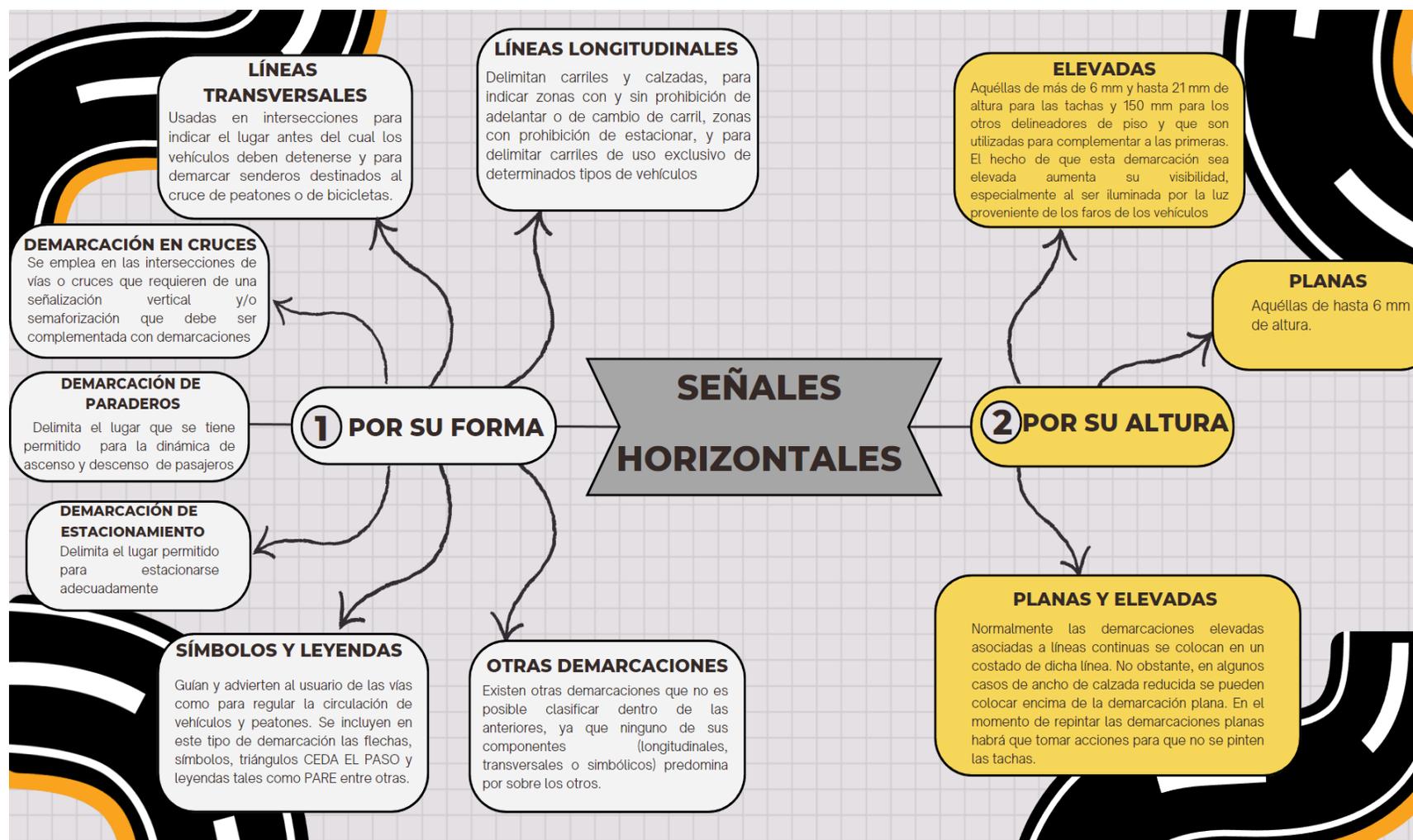
### **2.4. ¿QUÉ ES LA MICROSIMULACIÓN Y PARA QUÉ SIRVE?**

A lo largo del desarrollo de la tecnología se han venido presentando grandes cambios en las formas de representar la realidad, para soluciones a distintos problemas de la ingeniería y demás. Como menciona (Cruz, 2021) la microsimulación es la experimentación utilizando un modelo de red reducido, creado o acondicionado artificialmente en un software, siendo capaz de proporcionar condiciones que se asemejan a la realidad, representando la clave en comparación con los modelos tradicionales, permitiendo el control de las variables que en nuestro estudio componen los flujos de tránsito (vehículos, bicicletas, peatones, etc.)

Entonces en general la microsimulación es usada primordialmente para dar soluciones de tránsito a redes pequeñas, en donde se trabajan modelos de vehículos e individuos a escala 3D en donde se pueden trabajar distintos escenarios para determinar el más óptimo y poder implementarlo en un ámbito real.

Existen distintos tipos de software de microsimulación que han venido desarrollándose de manera específica para el tránsito de redes pequeñas, dentro de los cuales se encuentran: Paramics, Aisum, Vissim, entre otros. Para el presente documento se realizó la modelación del escenario en el software Vissim con versión estudiantil, dado que se trabajó a manera de aporte e investigación.

Figura 2. Tipos de señalización horizontal.



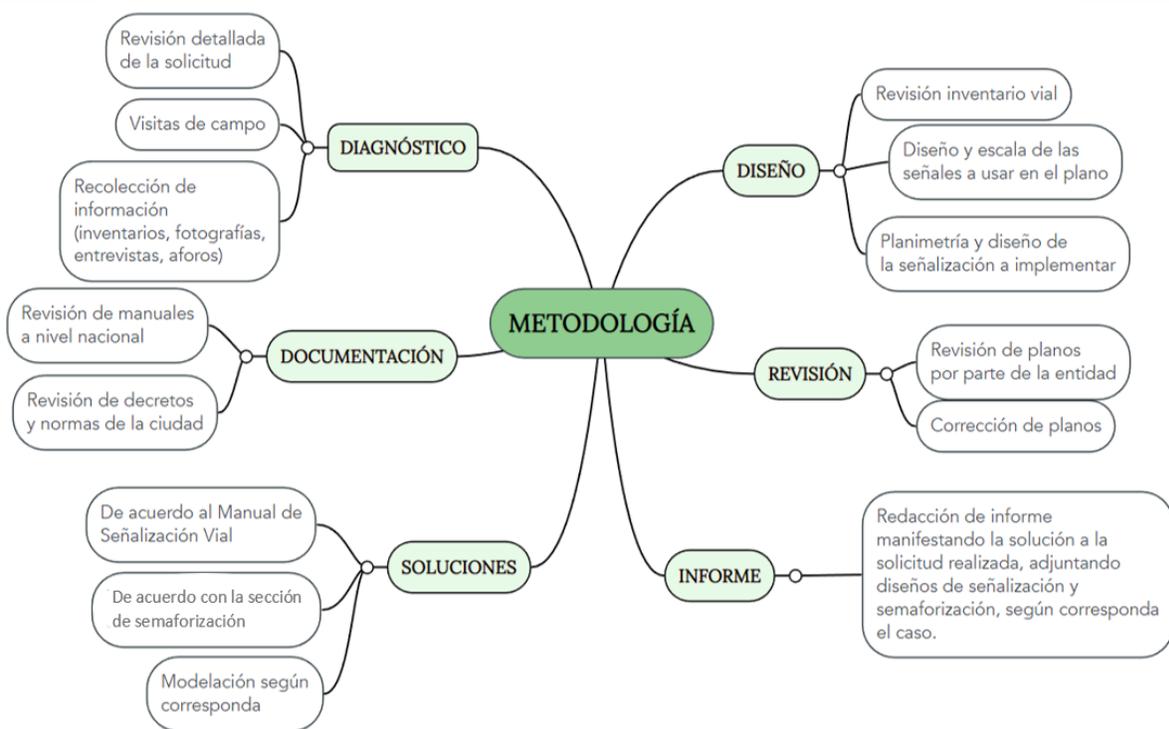
Fuente. Elaboración propia a partir Manual de Señalización Vial – Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia (Mintransporte, 2015)

### 3. METODOLOGÍA EMPLEADA

El desarrollo de este trabajo se basó en seis principales pasos, los cuales eran asignados a cada caso según fuesen necesarios para el análisis y la solución del problema.

Los pasos a tener en cuenta fueron destinados en el plan de trabajo como actividades a desempeñar en la práctica, estas actividades fueron dispuestas inicialmente por la Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja, sin embargo, algunas de estas no fueron usadas en todos los casos.

Figura 3. Fases empleadas para el desarrollo del trabajo.



Fuente. Elaboración propia.

#### 3.1. DIAGNÓSTICO DEL CASO ASIGNADO

Esta etapa fue desarrollada en todos los casos asignados y correspondió básicamente en realizar las visitas al sitio de interés, para toma de información de acuerdo con la solicitud atendida. En algunos casos la toma de información se refirió a fotografías, reuniones, registro de inventario de señalización, aforos entre otras actividades variadas de acuerdo al caso.

Para llevar a cabo esta etapa inicialmente se realizaba un reconocimiento del sector con las herramientas de Google Maps y Google Earth previo a la visita. En esta delimitación y reconocimiento se determinaban factores cómo: Vías de acceso, sentidos de circulación, comercio existente, información de las actividades que se desarrollan en cada zona.

Una vez se identificaba correctamente la zona se realizaba una visita preliminar en donde se ubicaban de manera precisa los lugares que concernían a cada solicitud. Adicionalmente se tomaba esta información en formatos diseñados en la fase de introducción que se desarrolló en la entidad, en este caso se determinaron formatos para inventario de señalización y posteriormente se realizó el diseño de formatos para aforos con el equipo de señalización.

Tabla 1. Formato para registro de inventario de señalización.

 Alcaldía Mayor de Tunja SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE					<b>FORMATO INVENTARIO DE SEÑALIZACIÓN</b>		 Tunja la Capital que nos UNE	
<b>FECHA</b>								
<b>ENCARGADO</b>								
<b>TRAMO</b>	<b>COORDENADA NORTE</b>	<b>COORDENADA ESTE</b>	<b>SEÑAL</b>	<b>ESTADO</b>				

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 2. Formato de aforos vehiculares.

 					
Fecha (D.M.A): _____ Acceso Aforado : _____					
Condición Climática: _____ Hoja _____ de _____					
Aforador: _____ Coordinador: _____					
Hora de Inicio : _____ Hora Final : _____					
PERIODO	①	②	③	④	OBSERVACIONES
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Fuente. Elaboración equipo de señalización STT.

### 3.2. REVISIÓN DE DOCUMENTOS

Para este punto de la metodología fue necesario realizar la revisión del Manual de Señalización Vial de Colombia implementado en el 2015, esto para dar solución a los inconvenientes de manera precisa y acorde a lo estipulado. Adicionalmente se tuvo en cuenta inventarios que la entidad ya había desarrollado, como es el caso del inventario vial y el inventario de reductores de velocidad.

En esta etapa también fue necesaria la revisión de la red de servicios de transporte público que se tenía en ese momento en la ciudad, para el caso de los aforos solicitados y en otros casos para analizar la señalización necesaria en los paraderos con mayor necesidad.

Finalmente, también para los aforos se revisó junto con el equipo de señalización de la entidad la sección 7 del manual de Señalización Vial, que corresponde directamente a la semaforización, esto para realizar el estudio debido en las intersecciones asignadas.

### **3.3. SOLUCIONES**

En este caso una vez se realizaba el diagnóstico y la revisión de documentos, se procedía a tratar con la entidad una solución al problema, que dependiendo del caso se trataba de inventarios, diseños, modelación e informes. Es decir que en algunas solicitudes solo se llegaba a la recolección de información y en algunas otras hasta los informes.

En algunos casos fue necesario acudir a nuevas reuniones con los presidentes de la junta de acción comunal, con los que se trataban los principales problemas que se habían evidenciado respecto a la movilidad del sector y así poderles prestar la atención necesaria para determinar si la solución efectivamente era posible con el diseño de señalización o debían tomarse medidas distintas.

La modelación no fue una solicitud de la entidad, pero se desarrolló como un aporte de la pasante a la misma y se empleó para el diseño de la semaforización de la intersección correspondiente a la carrera 2-a Este con Avenida Universitaria.

### **3.4. DISEÑO Y REVISIÓN**

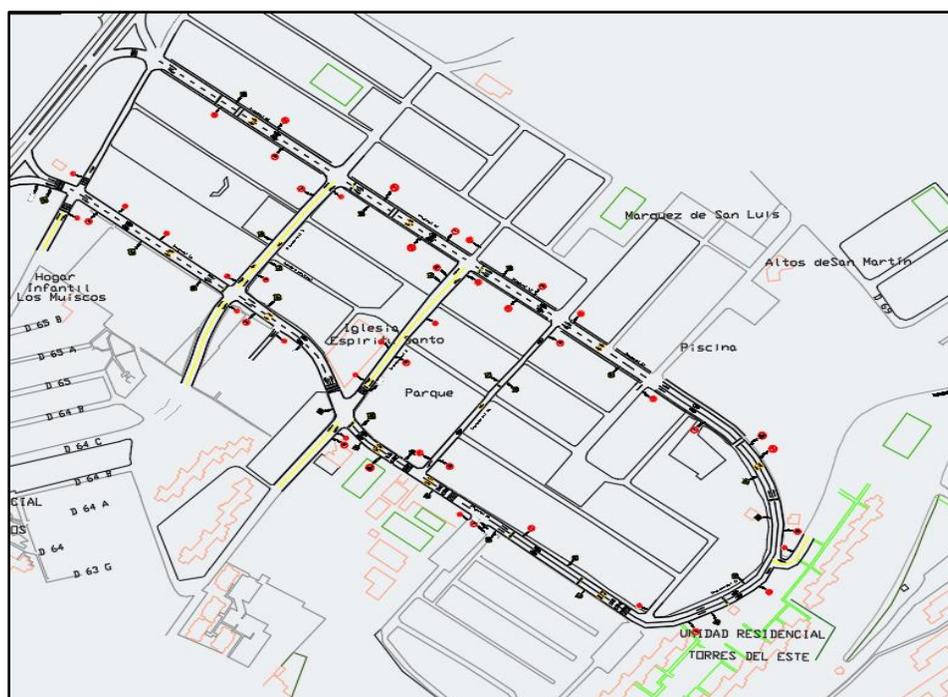
Para esta etapa ya se habían realizado los procesos de diagnóstico y revisión de documentos, sin embargo, era necesario trabajar de la mano con el ingeniero encargado, dado que era quien realizaba las correcciones necesarias a los diseños propuestos.

En este caso se trabajaron dos diseños, en primera instancia el diseño de la señalización del corredor principal del Barrio los Muiscas (solicitud de la entidad) y se trabajó directamente con AutoCad sobre el inventario vial que tiene la entidad. Para este caso se realizaban correcciones a la planimetría cada día por parte del ingeniero encargado.

Para el desarrollo de planos fue necesario hacer uso del inventario vial que tiene la entidad y dado que este no estaba en condiciones óptimas, se hizo necesario desarrollar una visita en campo para confirmar las dimensiones que se tenían en este inventario. Para la corrección de estas medidas no se hizo uso de herramientas técnicas topográficas dado que la entidad no lo suministró.

El segundo se trató concretamente del diseño de las fases semaforicas a la carrera 2 a Este con Avenida Universitaria. En este caso se desarrolló como un aporte a la entidad por lo que no tuvo revisión.

Figura 4. Diseño preliminar de la señalización del barrio los Muiscas.



Fuente. Elaboración propia

### 3.5. REVISIÓN E INFORMES

Para la redacción de los informes se hacía uso de un informe con el formato adecuado el cual fue proporcionado por la entidad en la etapa de introducción, cada informe debía contener lo siguiente:

- Objetivo
- Localización
- Descripción de la zona de interés
- Evidencia de la recolección de información
- Solución
- Planos según correspondiera

Cabe aclarar que en cada uno de los informes entregados se brindaron las recomendaciones y sugerencias necesarias desde el punto de vista de la pasante. En algunos casos se trataron también se informaban las inconformidades que la comunidad demostraba en las reuniones pertinentes.

Para el caso de los inventarios se sugería también que señales debían ser cambiadas y que otras debían ser colocadas para completar de mejor manera la señalización de los tramos.

## **4. DESARROLLO DEL TRABAJO**

En esta etapa del documento se pretende explicar a detalle los procesos metodológicos de las actividades asignadas por la Secretaría de Tránsito y Transporte, el capítulo se subdivide en tres partes dentro de las cuales se presentarán el diagnóstico y diseño de la señalización en el Barrio los Muiscas, los inventarios de señalización realizados y el proceso de modelación de la actividad semafórica en la intersección de la carrera 2 A Este con Avenida Universitaria.

### **4.1. DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN EN EL CORREDOR PRINCIPAL BARRIO LOS MUISCAS.**

Para este trabajo fue necesario trabajar con los seis pasos de la metodología anteriormente nombrada.

#### **4.1.1. DIAGNÓSTICO**

El diseño de esta señalización inició con visitas de campo y reuniones con el presidente de la junta de acción comunal quien solicitó de manera específica que se solucionaran problemas de movilidad en cuanto a los indicativos de los sentidos, los reductores de velocidad y las zonas de parqueo. Se hizo necesario hacer una descripción de la zona y realizar el inventario de señalización existente.

Se pretendía realizar el inventario de señalización horizontal y vertical del corredor que comprende las diagonales 66 y 67 en el barrio los Muiscas, para lo cual se llevó a cabo una inspección visual la cual pretendía determinar las condiciones de la señalización del mismo. Cabe aclarar que se tienen en cuenta las vías conectoras entre ambas diagonales las cuales son:

- Carrera 5
- Transversal 3
- Transversal 1
- Transversal 2<sup>a</sup>

A continuación, se evidencia un mapa del corredor a señalizar.

Figura 5. Localización de la zona de estudio.



Fuente. Elaboración Propia, a partir de Google Earth.

- **Descripción de la zona**

El corredor de los Muisca comprende la diagonal 66, la transversal 1 e y la diagonal 67. Allí se encuentra en primera medida zonas de alta circulación peatonal pues es una zona educativa y comercial. Adicional a esto la transversal 1 se ve altamente concurrida pues sobre la misma se encuentra la Parroquia del Espíritu Santo y diagonal a la iglesia se encuentra la Institución Educativa Antonio José Sandoval.

Por otro lado, la diagonal 67 se caracteriza por ser un corredor comercial y residencial, pues se encuentra el conjunto residencial Ventus y el auto servicio de Almacenes Paraíso además de otros comercios.

A continuación, se describe el diagnóstico y necesidades de señalización y espacio público de las calles solicitadas luego de la visita técnica:

- **Inspección visual**

En la visita a la zona de estudio se pudo evidenciar que se encuentra muy poca señalización en el corredor y la que se encuentra no está en muy buenas condiciones.

En este caso se realizó la toma de material fotográfico que se encuentra en el ANEXO 1, adicionalmente se realizó el inventario de la señalización existente.

Tabla 3. Inventario señalización existente corredor de los Muiscas al 11 de abril de 2022

 Alcaldía Mayor de Tunja SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE		FORMATO INVENTARIO DE SEÑALIZACIÓN			 Tunja La Capital que nos UNE
FECHA	11 DE ABRIL DE 2022				
ENCARGADO	SANDRA LILIANA GUERRA PULIDO				
TRAMO	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	SEÑAL	ESTADO	
DIAGONAL 66	615976.32	683722.94	Reductor de velocidad parabólico	Malo: Sin pintar, parte media destruida y fisuras en los laterales	
	615937.21	683763.84	SI-20 adosada en poste	Regular: Pintura en desgaste y tablero fisurado	
	615912.51	683787.54	Reductor de velocidad parabólico	Malo: Sin pintar, parte media y lateral izquierdo destruidos y fisuras en el lateral derecho	
	615869.46	683800.61	SR- 30: Velocidad reglamentaria	Malo: Tablero rayado y desgaste en pintura, poste oxidado e inclinado	
	615853.6	683814.4	SR-40: Paradero	Regular: Pintura en mal estado, tablero y poste en buen estado	
	615849.49	683821.17	SP-46: Zona de peatones	Regular: Pintura en mal estado, tablero y poste en buen estado	
	615844.86	683830.03	Reductor de velocidad parabólico	Regular: Falta de pintura y fisuras laterales	
	615818.62	683866.5	Reductor de velocidad parabólico	Malo: Sin pintar, parte media destruida y fisuras en los laterales	
	615798.53	683886.84	Reductor de velocidad parabólico	Regular: Falta de pintura y fisuras laterales	
	615778.47	683920.7	Reductor de velocidad parabólico	Malo: Estructura totalmente destruida y sin señalizar	
TRANSVERSAL 1 E	615748.6	683954.59	SP-46: Zona de peatones	Regular: Pintura en buen estado, poste en	
	615733.68	683974.92	SR-28: Prohibido parquear	Malo: Pintura y poste en mal estado	
	615742.07	684014.55	Reductor de velocidad tipo resalto	Bueno	
	615786.66	684071.45	SR-01: Pare	Malo: Pintura y poste en mal estado	
DIAGONAL 67	615990.28	683881.6	Reductor de velocidad parabólico	Malo: Sin pintar, parte media destruida y fisuras en los laterales	
	616049.95	683810.8	SP-46: Zona de peatones, adosada en poste	Regular: Pintura en mal estado	
	616045.79	683796.12	SR-01: Pare	Regular: Pintura en mal estado	

Fuente. Elaboración propia

En general el corredor principal de los muiscas necesita un mantenimiento de la señalización existente y la adecuación de nuevas señales, cabe aclarar que en general la estructura del pavimento en la mayoría de los casos es bastante regular, por lo que se recomienda realizar un mantenimiento anterior a la señalización.

#### **4.1.2. REVISIÓN DE DOCUMENTOS Y POSIBLES SOLUCIONES.**

De acuerdo con la información obtenida en la inspección visual se realizó el siguiente diagnóstico y algunas posibles soluciones de manera inicial a lo establecido en el Manual de Señalización Vial.

En el caso de la diagonal 66 es necesario hacer uso de la señal SR-28 en su primer tramo ya que se evidencia invasión del espacio público. Pues (Mintransporte, 2015) define el uso del prohibido parquear de la siguiente forma:

“Esta señal se usa para indicar la prohibición de parquear a partir del sitio mismo donde ella se encuentra hasta la siguiente intersección. La prohibición puede ser limitada a determinados horarios, tipos de vehículo y tramos de vía, casos en los cuales debe agregarse la leyenda respectiva”.

Además, se hace necesario el uso de la señal SP-46 pues es una zona con alta afluencia de peatones, acompañada de la señal SR-30 tanto vertical como horizontal, también se hace necesario la reparación de los reductores de velocidad existentes, dado que (Mintransporte, 2015) menciona lo siguiente respecto a la SP-46 zona de peatones:

“Esta señal advierte al conductor la probable presencia de peatones en la vía. Para determinar la real necesidad de ella, se debe considerar tanto el flujo peatonal como el vehicular y la interacción entre ambos”.

Cómo método de control en las intersecciones principales de la diagonal se hace la recomendación del uso de la señal SR-01. Esto dado que se presentan cruces de alto riesgo con giros a la izquierda, como es el caso del cruce de la diagonal 66 con transversal 3. Adicional a esto, la presencia de centros escolares hace necesaria la demarcación adecuada de la zona escolar en compañía de la señal SP-47<sup>a</sup> (Proximidad de cruce escolar con horario). Es requerido el uso de señalización horizontal indicando al usuario el sentido del flujo vehicular, esto de acuerdo con:

“Esta señal se emplea para notificar al conductor que debe detener completamente el vehículo y sólo reanudar la marcha cuando pueda hacerlo en condiciones que eviten totalmente la posibilidad de accidente.” (Mintransporte, 2015)

Para la transversal 1e se recomienda complementar la señalización existente con la demarcación del sentido de avance, acompañada de la señal SR-30 horizontal y vertical; se debe hacer también uso de las señales SP-46 y SP-25 esto para alertar al conductor la presencia de peatones y la proximidad de un resalto respectivamente. Además, se hace necesario el uso de la señal SR-01 en la divergencia de la transversal. Como en el caso de la transversal 1e se tiene la presencia de zonas residenciales se hace justo un paradero para las residencias.

En la diagonal 67 se observa un problema grave de invasión del espacio público, por lo que se hace necesario el uso de la señal SR-28 en medio de cada intersección pues es el inconveniente se presenta desde la intersección de la diagonal 67 con transversal 2ª hasta el final del corredor. Adicional a esto se adiciona la señal SR-30 vertical y horizontal acompañada de senderos peatonales en la zona residencial y la zona comercial como refiere (Mintransporte, 2015) “Esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos a partir del lugar donde esté instalada. Debe ser repetida con un espaciamiento entre 2 y 5 km de no haber un cambio de velocidad. Además, se debe colocar en los primeros 300 metros después de cada incorporación de otra vía.”

Los reductores vehiculares se complementan con la señal SP-25, dispuesto cómo lo indica (Mintransporte, 2015) “Esta señal se emplea para advertir al conductor la proximidad de un resalto en la superficie de la calzada instalado con el propósito de controlar velocidades excesivas en la vía. Ver Figura 2.3-8 Se instalan en vías donde la Velocidad Máxima es de 60 km/h o menor y a una distancia del resalto de 40 a 60 metros”.

#### 4.1.3. DISEÑO

Con lo anteriormente revisado se realizó el siguiente diseño preliminar que se presentó al coordinador del equipo de señalización, con el fin de mejorar los parámetros que él considere pertinentes. Cabe aclarar que el diseño de esta señalización se deja a cargo de la entidad para que se decida qué y cómo realizarse en campo. El final sin bahías de cargue y descargue se presenta en el ANEXO 2.

Este diseño se ve posteriormente modificado dado que la entidad solicita plantear zonas de cargue y descargue en la parte comercial del sector, la cual se encuentra ubicada principalmente en en la diagonal 67. Es importante mencionar que se trabajó directamente con un estudio anteriormente realizado en la entidad.

Tabla 4. Cantidades de señalización diseño barrio los Muiscas.

TRAMO	SEÑALIZACIÓN VERTICAL		SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL		
	SEÑAL	CANTIDAD	SEÑAL	ÁREA POR UNIDAD (m2)	CANTIDAD m2
DIAGONAL 66	SP-25	5	De frente	1.2	8.4
	SP-46	3	De frente o a la derecha	2.175	6.525
	SP-47A	2	De frente o a la izquierda	2.175	4.35
	SP-48	1	Cebra	N.A	123.2
	SR-38	2	SR-30 Horizontal	3.357	26.856
	SR-30	3	SP-46 Horizontal	4.1816	41.816
	SR-28	3	<b>DEMARCACIÓN</b>		<b>CANTIDAD m</b>
	SR-40	1	Línea de borde de pavimento		971.61
		Línea central		971.61	

	SEÑAL	CANTIDAD	SEÑAL	ÁREA POR UNIDAD (m2)	CANTIDAD m2
TRANSVERSAL 1e	SP-25	2	De frente	1.2	4.8
	SP-46	2	De frente o a la derecha	2.175	2.175
	SR-01	1	A la derecha	2.3287	2.3287
	SR-28	2	SR-30 Horizontal	3.357	6.714
	SR-30	2	SP-46 Horizontal	4.1816	8.3632
	SR-40	1	<b>DEMARCACIÓN</b>		<b>CANTIDAD m</b>
			Línea de borde de pavimento		251
			Línea central separación por carril		185
		Línea central separación por sentido		36	
DIAGONAL 67	SEÑAL	CANTIDAD	SEÑAL	ÁREA POR UNIDAD (m2)	CANTIDAD m2
	SP-25	3	De frente	1.2	2.4
	SP-46	3	De frente o a la derecha	2.175	8.7
	SR-01	2	De frente o a la izquierda	2.175	8.7
	SR-28	5	SR-30 Horizontal	3.357	26.856
	SR-30	4	SP-46 Horizontal	4.1816	25.0896
			<b>DEMARCACIÓN</b>		<b>CANTIDAD m</b>
			Línea de borde de pavimento		819
		Línea central separación por carril		417	
		Línea central separación por sentido		0	
TRANSVERSAL 5	SEÑAL	CANTIDAD	SEÑAL	ÁREA POR UNIDAD (m2)	CANTIDAD m2
	SR-01	1	De frente	1.2	1.2
			A la derecha	2.3287	2.3287
			De frente o a la izquierda	2.175	2.175
			Cebra	N.A.	46
			<b>DEMARCACIÓN</b>		<b>CANTIDAD m</b>
			Línea de borde de pavimento		299
			Línea central separación por carril		0
		Línea central separación por sentido		31	
TRANSVERSAL 3	SEÑAL	CANTIDAD	SEÑAL	ÁREA POR UNIDAD (m2)	CANTIDAD m2
	SR-01	2	De frente	1.2	3.6
	SR-08	2	De frente o a la derecha	2.175	2.175
	SR-30	1	De frente o a la izquierda	2.175	4.35
	SP-46	2	<b>DEMARCACIÓN</b>		<b>CANTIDAD m</b>
			Línea de borde de pavimento		336
		Línea central separación por sentido		164	
TRANSVERSAL 1	SEÑAL	CANTIDAD	SEÑAL	ÁREA POR UNIDAD (m2)	CANTIDAD m2
	SR-01	3	De frente	1.2	3.6
	SR-28	2	De frente o a la derecha	2.175	2.175
	SR-30	3	De frente o a la izquierda	2.175	4.35
	SR-38	1	Cebra	N.A.	25.08
	SP-46	1	<b>DEMARCACIÓN</b>		<b>CANTIDAD m</b>
		Línea de borde de pavimento		368	
		Línea central separación por sentido		167	
TRANSVERSAL 2a	SEÑAL	CANTIDAD	SEÑAL	ÁREA POR UNIDAD (m2)	CANTIDAD m2
	SR-01	1	A la izquierda	2.3287	2.3287
	SR-30	2	SR-30 Horizontal	3.357	6.714
	SP-25	1	SP-46 Horizontal	4.1816	4.1816
	SP-46	1	<b>DEMARCACIÓN</b>		<b>CANTIDAD m</b>
		Línea de borde de pavimento		273	

## **4.2. DISEÑO DE BAHÍAS DE CARGUE Y DESCARGUE BARRIO LOS MUISCAS**

Antes de continuar con esta sección del proyecto es importante aclarar que, dentro de los documentos entregados a la entidad con este diseño, se recalcó que un diseño de bahías en el sector no era recomendado pues hay parqueaderos públicos cercanos a este y que la construcción de estas bahías podría generar más afectaciones a la movilidad del lugar. Adicionalmente, la entidad solicitó diseñar las bahías tanto en la izquierda como en la derecha para los almacenes, esto podría complicar aún más el tránsito de los demás vehículos.

### **4.2.1. REVISIÓN DE DOCUMENTOS**

Para este diseño se realizó la revisión del estudio de zonas de cargue y descargue realizado anteriormente pues (Tibatá, 2021, pág. 77) muestra y describe las dinámicas de cargue y descargue de la diagonal 67 en el barrio los Muiscas, concluyendo lo siguiente:

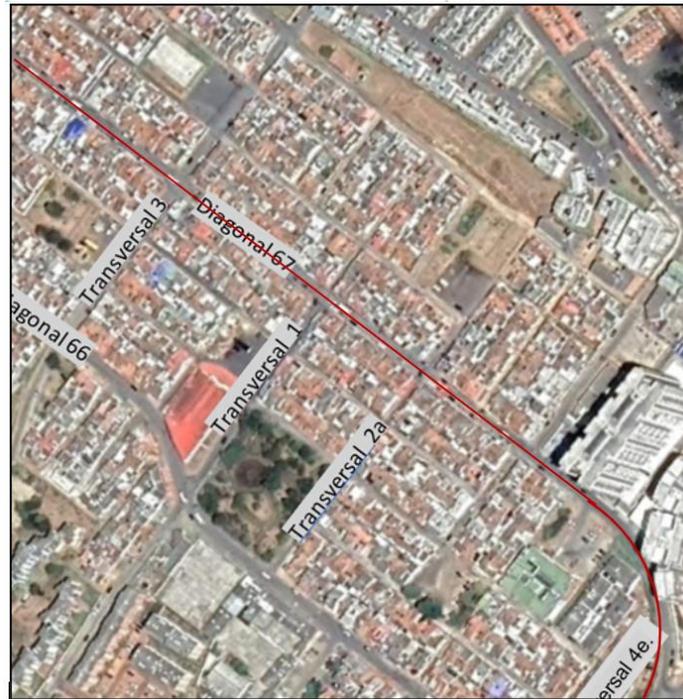
“Zonas como la diagonal 67, que han presentado un crecimiento comercial elevado en los últimos años deben ser reglamentadas desde ahora para evitar el crecimiento de conflictos en un futuro. Este sector cuenta con diversidad de locales que ofrecen productos básicos y de lujo, y que se ven en la necesidad de surtirse en su mayoría dos veces por semana (según encuestas realizadas), generando la presencia de vehículos de carga tipo C2 en la zona para realizar la distribución de mercancías a cada local, y ocasionando conflicto principalmente con las rutas de transporte público de la ciudad que circulan por el sector. Cabe resaltar que los volúmenes vehiculares principalmente en las horas pico son altos y el estacionamiento tanto de vehículos particulares como de camiones a los costados de la vía obstaculizan el flujo normal del tránsito.”

Adicionalmente se investigó acerca de la reglamentación para el diseño de bahías de cargue y descargue, pero desafortunadamente no existen parámetros de diseño predeterminados para esto. Por lo que con la asesoría del director del proyecto se hizo énfasis en dejar bahías de parqueo acorde a las medidas de un vehículo de carga tipo C2.

### **4.2.2. DIAGNÓSTICO**

En este caso se realiza el diseño de las bahías a corto y largo plazo, esto teniendo en cuenta el estudio de caracterización de zonas de cargue y descargue realizado por la entidad anteriormente, además de la inspección visual.

Figura 6. Localización de la zona de estudio.



Fuente. Elaboración Propia, a partir de Google Earth.

- **Descripción de la zona**

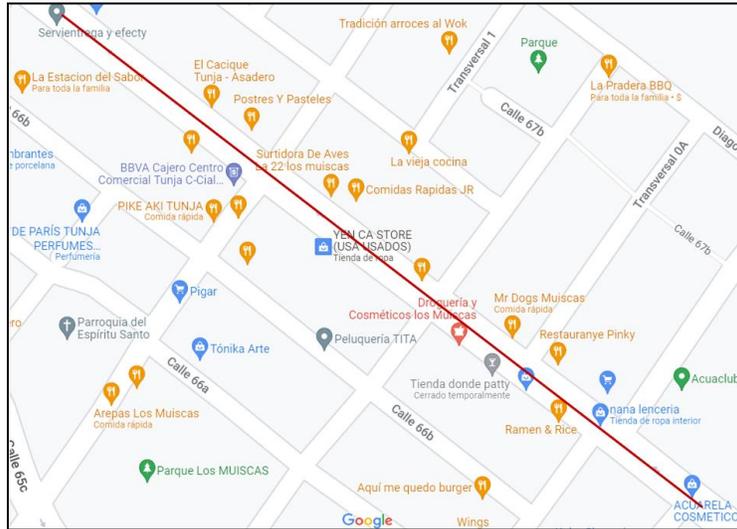
La diagonal 67 se caracteriza por ser un corredor comercial y residencial, pues se encuentra el conjunto residencial Ventus y el auto servicio de Almacenes Paraíso además de otros comercios. Dentro de los principales comercios se encuentran almacenes de ropa, droguerías, carnicerías y restaurantes.

Este corredor se caracteriza por tener una gran afluencia de TPCU y vehículos particulares, sin embargo, dada la cantidad de establecimientos se requiere un abastecimiento que puede generar algunos problemas de operación.

- **Inspección visual**

En la visita a la zona de estudio se determinaron las dimensiones de la calzada y de andenes correspondientes, además se evidenció la presencia de aproximadamente 150 establecimientos comerciales, a continuación, se presentan fotografías de esta inspección.

Figura 7. Registros de algunos de los establecimientos del corredor entre la Transversal 0A y la Transversal 3.



Fuente: Google Maps.

Figura 8. Invasión del espacio público y presencia de establecimientos comerciales en el comienzo de la Diagonal 67.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 9. Algunos establecimientos comerciales sobre el corredor.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 10. Vehículos que abastecen al comercio de la zona.



Fuente: Elaboración Propia

Según el estudio de caracterización de zonas de carga y descarga realizado por la entidad, estos almacenes son abastecidos aproximadamente dos veces por semana de manera directa. Asimismo, se encontró que la zona con mayor densidad del comercio se tiene entre la Transversal 0A y la Transversal 2A, por lo que se le debe dar prelación, sin embargo, se debe tener presente el crecimiento comercial entre la Transversal 3 y la Carrera 5, dado que en este sector el comercio requiere de abastecimiento de manera más continua, pues requieren abastecerse de productos perecederos dado al tipo de establecimiento (Carnicerías, restaurantes y panaderías)

Adicionalmente se conoce una gran problemática de invasión en el espacio público por vehículos livianos y un gran deterioro en la capa de rodadura del pavimento.

Se observó que los vehículos que abastecen la zona son tipo C2 y además invaden el espacio público generando inconvenientes para la movilidad, Estos vehículos permanecen en promedio de 10 a 15 minutos estacionados mientras realizan el cargue o descargue de mercancía, adicional a que no tienen un horario establecido para estas actividades. Cabe resaltar que algunos de estos vehículos se estacionan en la diagonal 67 y no solo abastecen al comercio presente en la misma, sino que también lo hacen para el comercio ubicado en las vías cercanas.

#### **4.2.3. PROPUESTA DE DISEÑO**

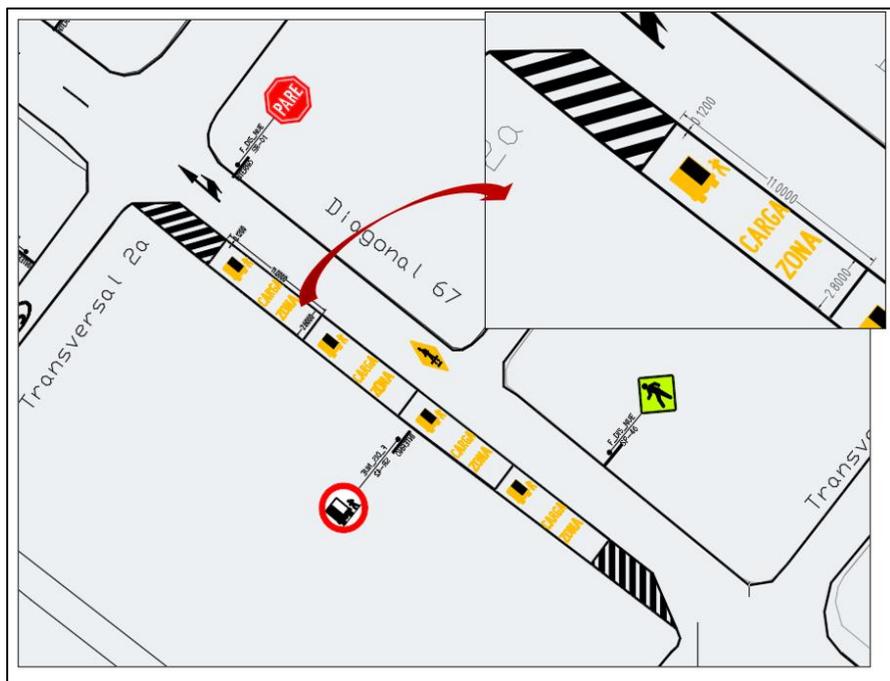
Como se mencionó anteriormente se sabe que no hay reglamentación alguna en la que se especifiquen las características de las bahías de carga y descarga en la vía, es por esto que determina tomar como referencia las medidas del vehículo C2, pues es la clase de vehículos que abastece el comercio. Las propuestas de diseño pertinente se evidencian en los anexos 3 y 4.

Inicialmente se plantea la medida de bahías de estacionamiento tipo batería, esto para desarrollar en el corto plazo para dar una solución pronta, en el tramo de mayor densidad (Transversal 0A -Transversal 2A) se propone dejar ubicar cuatro estacionamientos para que cubra de mejor manera la zona pues es donde mayor comercio se desarrolla, adicionalmente estos estacionamientos cubren los cargues y descargues de la cuadra que comprende entre la Transversal 2ª y la Transversal 1. Finalmente se plantean dos baterías más una entre la Transversal 1 y la Transversal 3 y la otra entre esta y la carrera 5 respectivamente. Esta última se plantea de manera opcional dado el crecimiento comercial en este sector.

Para el largo plazo se plantean bahías en obra civil con dimensiones de acuerdo a las dimensiones de los vehículos, pues no hay alguna norma que especifique su disposición de una manera estandarizada. Este diseño permite darles prelación a los peatones en los sectores comerciales y además permitirá al usuario de la zona de carga tener mejor control de la mercancía generando un ambiente más seguro tanto para ellos como para el peatón. De igual manera la bahía propuesta en el último trayecto es opcional al crecimiento del comercio en la misma. Sin embargo, aunque esto daría algunas soluciones en cuanto el cargue y descargue de la zona comerciales, se recomienda adaptar los parqueaderos aledaños a la diagonal 67 con bahía exclusivas para dichas actividades. Pues estas medidas solicitadas por la entidad tendrían consecuencias en la movilidad a largo plazo.

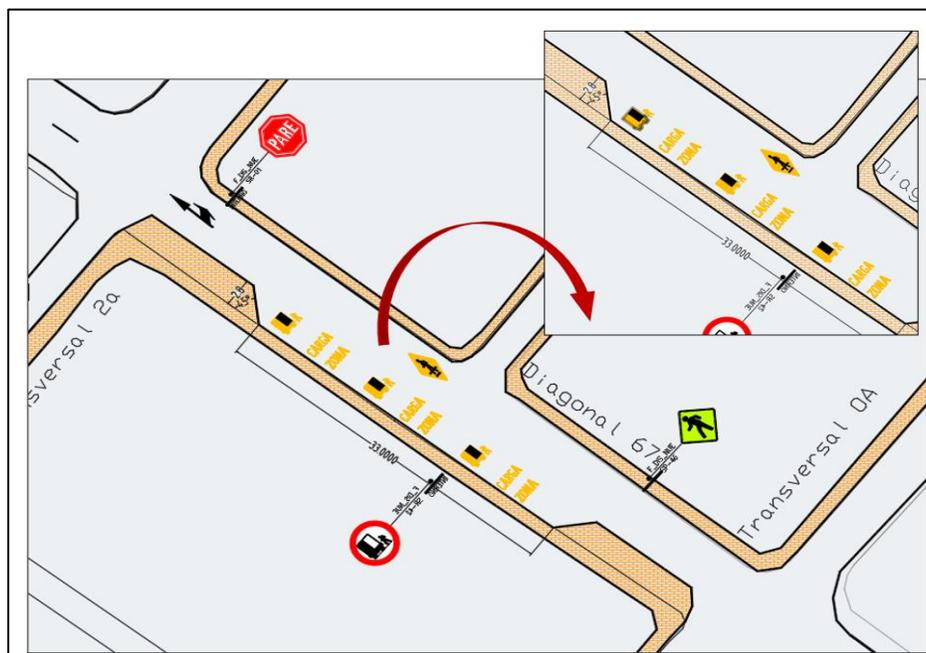
A continuación, se presentan imágenes de las propuestas a corto y a largo plazo de las zonas de carga y descarga. Cabe aclarar que las dimensiones de las bahías que se encuentran en las figuras 11 y 12, aplican para las demás bahías diseñadas.

Figura 11. Propuesta a corto plazo entre la Transversal 0A y la Transversal 2A.



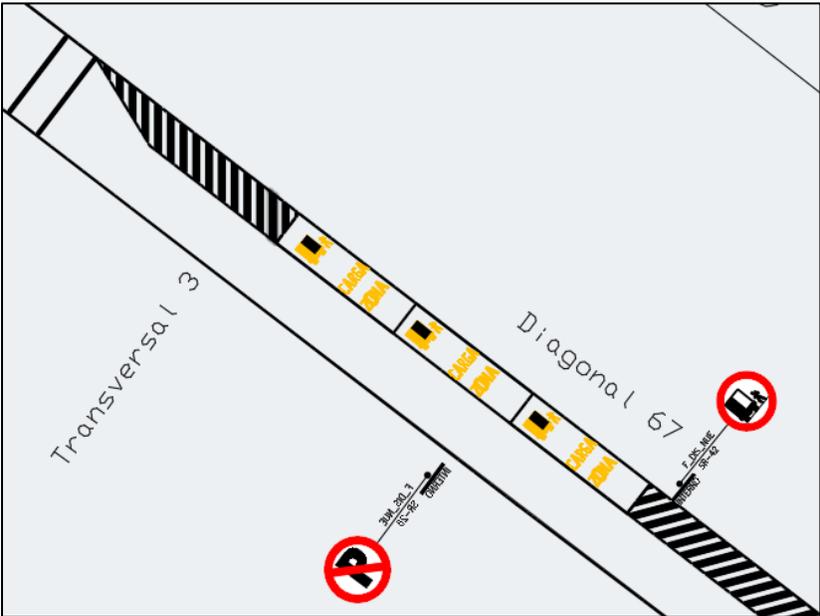
Fuente: Elaboración Propia

Figura 12. Propuesta a largo plazo entre la Transversal 0A y la Transversal 2A



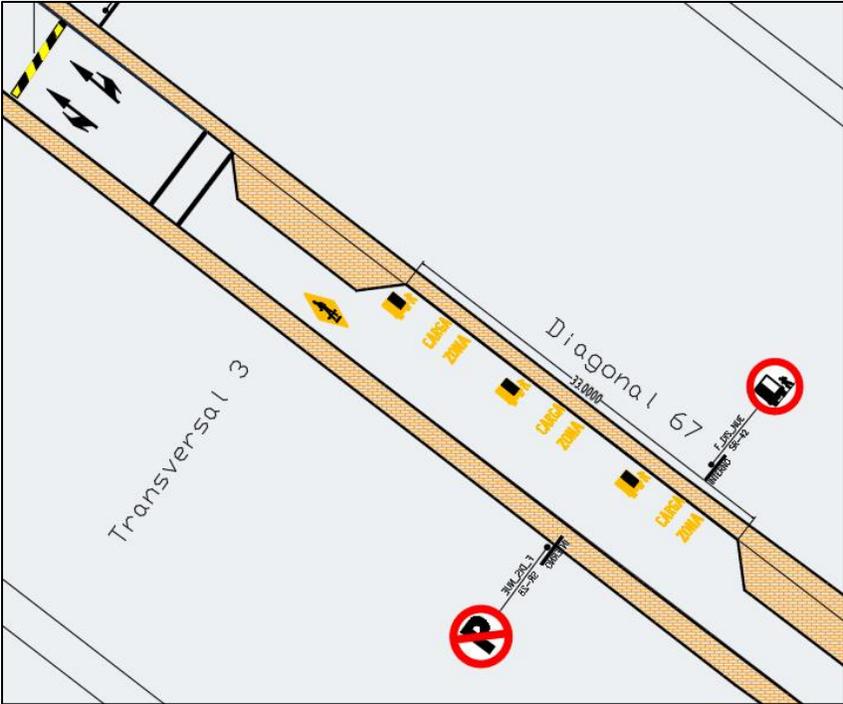
Fuente: Elaboración Propia

Figura 13. Propuesta a corto plazo entre la Transversal 1 y la Transversal 3



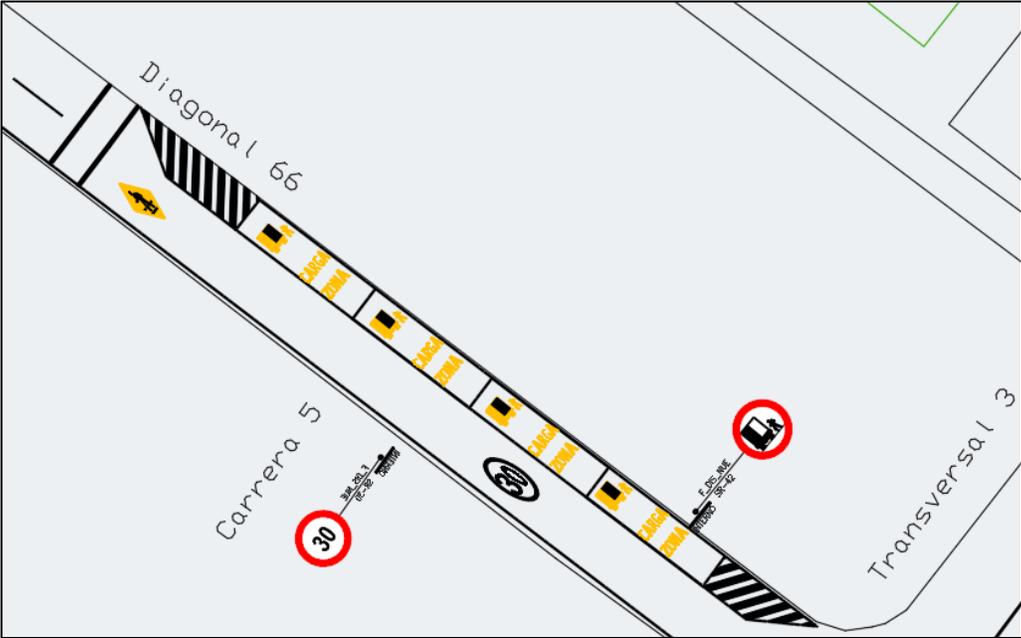
Fuente: Elaboración Propia

Figura 14. Propuesta a largo plazo entre la Transversal 1 y la Transversal 3



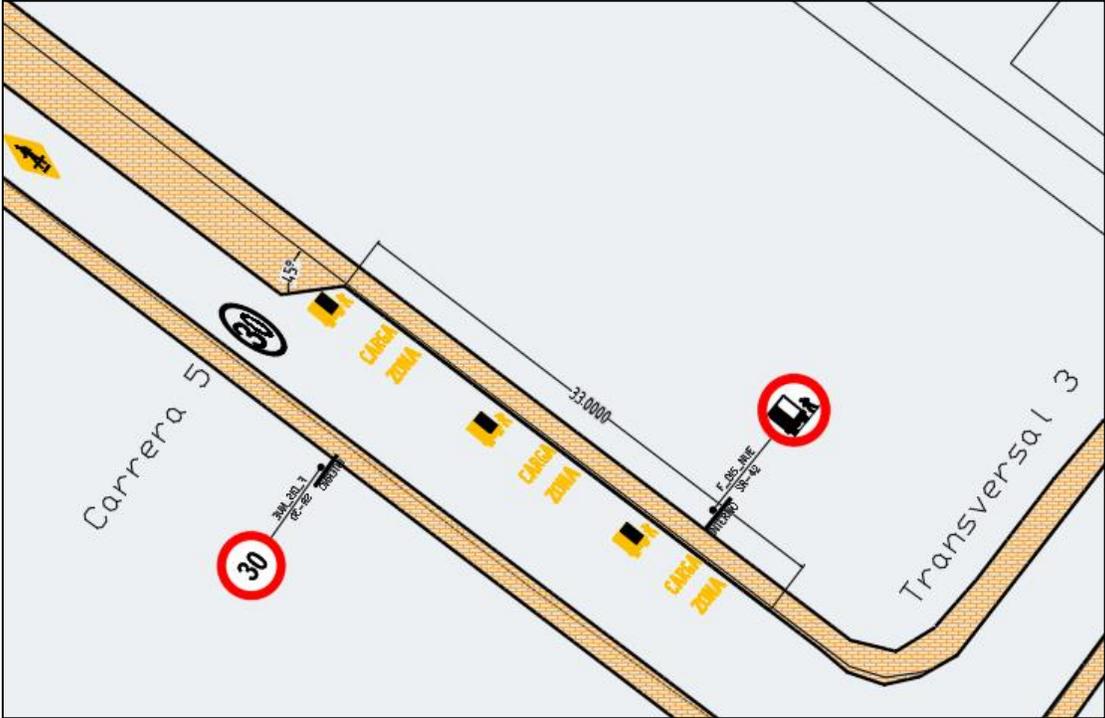
Fuente: Elaboración Propia

Figura 15. Propuesta opcional a corto plazo entre la Transversal 3 y la carrera 5



Fuente: Elaboración Propia

Figura 16. Propuesta opcional a largo plazo entre la Transversal 3 y la carrera 5



Fuente: Elaboración Propia

### 4.3. INVENTARIOS DE SEÑALIZACIÓN.

En esta sección se evidencian los trabajos de inventarios que se realizaron de acuerdo con los requerimientos del coordinador del grupo de señalización, se trabajaron principalmente 2 inventarios cortos de señalización para dar respuestas a peticiones y quejas de la comunidad en general.

#### 4.3.1. INVENTARIO DE SEÑALIZACIÓN Y REGISTRO FOTOGRÁFICO KM 64 VÍA BARBOSA TUNJA.

El tramo estudiado corresponde al Km 64 en la vía Barbosa – Tunja. En particular este sector se encuentra en los límites del municipio de Motavita y Tunja, por lo cual se hizo necesario realizar el inventario de señalización 500 m hacia el municipio de Motavita y 500 m hacia la ciudad de Tunja.

Figura 17. Ubicación del sector de interés.



Fuente. Google Earth

En la imagen anterior se evidencian las coordenadas aproximadas del inicio del km 64 Barbosa – Tunja; adicionalmente de color amarillo se evidencian los 500 m hacia Tunja y de color azul se evidencian los 500 m hacia Motavita.

- **Descripción de la zona**

La vía corresponde al inventario de la ruta nacional 62 la cual conecta al centro del país con el norte del mismo, en este caso se trató específicamente del km 64 dando respuesta al ala solicitud del Instituto de Tránsito de la Gobernación de Boyacá.

En el sector se evidencia una alta presencia de vehículos pesados, vehículos de transporte público y particulares. Adicionalmente es una vía de alta pendiente y con alta presencia de curvas de riesgo.

- **Registro fotográfico**

*Figura 18. Identificación del inicio del km 64 Vía Barbosa-Tunja.*



*Fuente. Elaboración propia*

*Figura 19. Señalización de velocidad máxima km 64 Barbosa – Tunja.*



Fuente. Elaboración propia

Figura 20. Placa de instalación de la señal SR-30.



Fuente. Elaboración Propia

Figura 21. Señalización dentro de los 500 m desde el Km 64 hacia el municipio de Motavita.



Fuente. Elaboración Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja.

Dentro de los 500 m desde el Km 64 hacia el municipio de Motavita se evidenció la presencia de la siguiente señalización, en general la señalización se encuentra en buen estado al igual que la demarcación.

Tabla 5. Inventario de señalización 500 m antes del Km 64.

 Alcaldía Mayor de Tunja SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE					FORMATO INVENTARIO DE SEÑALIZACIÓN					 Tunja la Capital que vive UNITE				
FECHA		3 DE MAYO DE 2022												
ENCARGADO		SANDRA LILIANA GUERRA PULIDO												
TRAMO	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	SEÑAL			ESTADO								
500 mts hacia MOTAVITA	616623.33	683038.24	SR- 30: Velocidad reglamentaria			Regular: Pintura en mal estado, poste en buen estado								
	616660.33	683105.68	SP-09: Curva y conta curva pronunciada primera a la izquierda			Regular: Pintura en buen estado, poste en mal estado								
	616692.36	683161.82	SP-75: Delineador de curva horizontal			Bueno								
	616695.41	683172.31	SP-75: Delineador de curva horizontal			Bueno								
	616698.46	683182.80	SP-75: Delineador de curva horizontal			Bueno								
	616701.51	683193.29	SP-75: Delineador de curva horizontal			Bueno								
	616704.56	683203.78	SP-75: Delineador de curva horizontal			Bueno								
	616707.61	683214.27	SP-75: Delineador de curva horizontal			Bueno								
	616710.66	683224.76	SP-75: Delineador de curva horizontal			Bueno								
	616713.71	683235.25	SP-75: Delineador de curva horizontal			Bueno								
	616716.76	683245.74	SP-75: Delineador de curva horizontal			Bueno								
	616719.81	683256.23	SP-75: Delineador de curva horizontal			Bueno								
	616838.50	683121.60	SR- 30: Velocidad reglamentaria			Regular: Pintura en mal estado								
	616886.34	683071.91	SP-04: Curva pronunciada a la derecha			Malo: Pintura y poste en mal estado								
	616850.38	683091.21	SP-75: Delineador de curva horizontal			Bueno								
	616865.96	683085.39	SP-75: Delineador de curva horizontal			Regular: Pintura en mal estado								
	616891.97	683078.29	SP-75: Delineador de curva horizontal			Bueno								
	616960.12	683071.1	SP-75: Delineador de curva horizontal			Regular: Pintura en mal estado								
616978.59	683130.13	SP-04: Curva pronunciada a la derecha			Malo: Pintura y poste en mal estado									

Fuente. Elaboración Propia

En lo que respecta a los 500 m hacia la ciudad de Tunja, no se encuentra ningún tipo de señalización vertical. Sin embargo, aproximadamente a 150 m se evidencia el comienzo de la demarcación de separación de carril como se muestra en las siguientes figuras.

Figura 22. Finalización de la señalización en el km 64.



Fuente. Elaboración propia

Figura 23. Inicio de la demarcación aproximadamente 150 mts después del Km 64.



Fuente. Elaboración propia

### 4.3.2. INVENTARIO SEÑALIZACIÓN BARRIO LA CALLEJA

Para este caso se requería dar solución a un inconveniente informado por la comunidad a la STT de Tunja, por lo cual esta solicitó inicialmente en el inventario de la señalización dispuesta y posteriormente se realizó pequeño diseño, es por esta razón que este trabajo se dispone en la sección de inventarios.

El tramo a tratar está ubicado en el barrio de La Calleja en la ciudad de Tunja, como característica principal se sabe que es una zona netamente residencial, adicionalmente se está realizando la construcción de una placa huella entre las carreras 16 y 16 A por lo que se hace necesario el tránsito de vehículos pesados.

*Figura 24. Ubicación de la zona de interés.*



*Fuente. Google Earth*

- **Registro fotográfico.**

*Figura 25. Presencia de vehículos pesados en la carrera 16.*



*Fuente. Elaboración propia*

*Figura 26. Parqueo de vehículos pesados en la carrera 16.*



*Fuente. Elaboración propia*

Figura 27. Construcción de placa huella entre las carreras 16 y 16A.



Fuente. Elaboración propia

Figura 28. Señalización existente en la carrera 16.



Fuente. Elaboración propia

- **Diagnóstico y recomendaciones**

Tabla 6. Inventario de señalización de la calle 36 A con la carrera 16 A

 <span style="margin-left: 200px;"><b>FORMATO INVENTARIO DE SEÑALIZACIÓN</b></span> 				
FECHA	<b>4 DE ABRIL DE 2022</b>			
ENCARGADO	SANDRA LILIANA GUERRA PULIDO			
TRAMO	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	SEÑAL	ESTADO
<b>CALLE 36 A CON CARRERA 16 A</b>	613664.36	681333.32	Demarcación de frente o a la izquierda	Buen estado
	613679	681329.37	Demarcación hacia la izquierda o derecha	Buen estado
	613666.35	681328.6	Línea de pare y sendero peatonal	Buen estado

*Fuente. Elaboración propia*

En este sector se ha venido presentando un inconveniente en cuanto a la circulación y parqueo de vehículos pesados, lo que compromete la seguridad de los peatones y residentes del mismo. Es necesario recalcar que se encuentra una zona de recreación en donde hacen presencias menores que están expuestos al riesgo que los proporcionan dichos vehículos.

De acuerdo a esta problemática se presenta una invasión al espacio público tanto de vehículos pesados como livianos. Por esta razón se decide complementar la señalización existente con el implemento de las señales SR-01, SR-18, y SR-28, así mismo realizando la demarcación del centro de la vía y el borde de la misma.

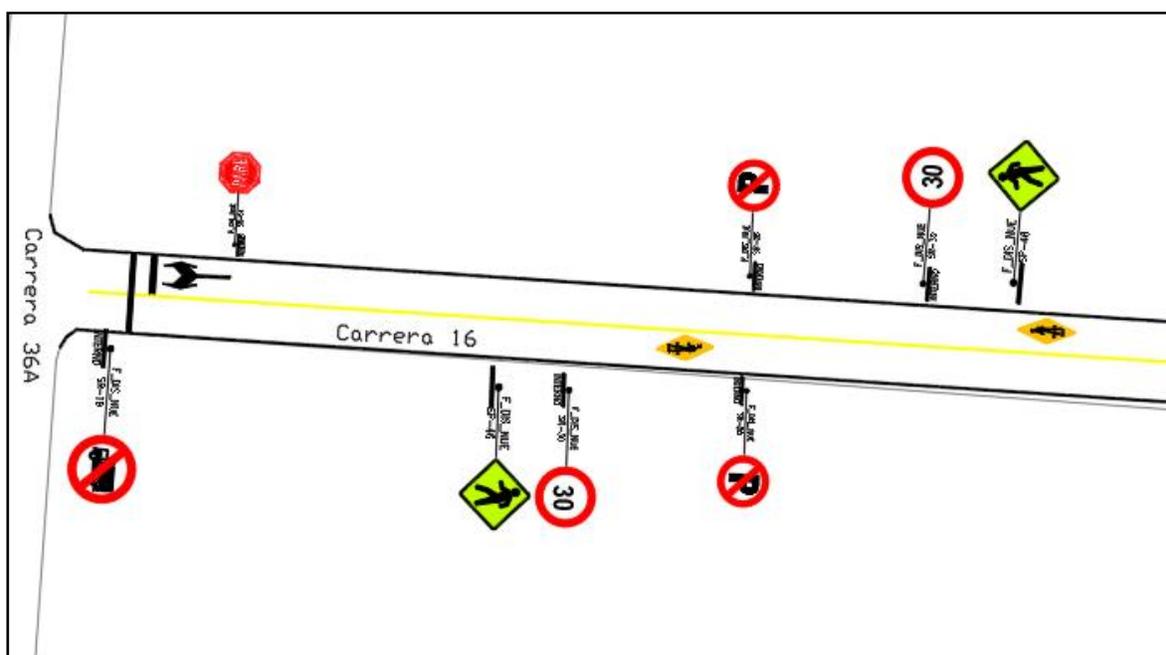
Adicionalmente para la seguridad de los peatones se implementará la señal SP-46 tanto vertical como horizontal, acompañada de la SR-30, todo lo anterior de acuerdo a lo que establece el Manual de Señalización Vial.

Cabe resaltar que es una vía de un carril por sentido, por lo que se hace necesario disponer de la señalización de manera adecuada. El desarrollo en campo de la señalización se realizará a consideración de la STT de la ciudad de Tunja.

- **Propuesta de diseño de señalización**

En base en todas las consideraciones anteriormente planteadas, el diseño que se recomienda realizar en el sector es el siguiente.

Figura 29. Diseño de señalización barrio la Calleja.



Fuente. Elaboración propia

Tabla 7. Inventario de señalización del diseño preliminar.

TRAMO	SEÑALIZACIÓN VERTICAL		SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL		
	TIPO	CANTIDAD	DEMARCACIÓN	ÁREA POR UNIDAD (m2)	CANTIDAD m2
CARRERA 16	SP-46	2	SP-46 Horizontal	4.1816	8.3632
	SR-01	1	DEMARCACIÓN		CANTIDAD m
	SR-18	1	Línea de borde de pavimento		164
	SR-28	2	Línea central		70
	SR-30	2			

Fuente. Elaboración propia

#### 4.4. TOMA DE INFORMACIÓN PEATONAL Y VEHICULAR EN PUNTOS DESIGNADOS.

Debido a varias inconvenientes en la movilidad de la ciudad de Tunja, se han solicitado estudios de viabilidad de semaforización dado que se detectaron grandes volúmenes peatonales y vehiculares, así como un aumento en la tasa de accidentalidad en los siguientes puntos:

- La Carrera 11 con calle 9
- Calle 33 b con carrera 20
- Carrera 2 este con Avenida Universitaria

Para realizar la viabilidad de la semaforización en estos puntos el equipo de señalización de la STT el cual planteó el estudio en 4 fases:

- La primera fase enfocada en la recolección de información mediante los requerimientos solicitados en el Manual de señalización vial 2015 realizando actividades como conteos vehiculares, conteos peatonales, análisis de tasas de accidentalidad en la zona y estudio de velocidades.
- La fase 2 consiste en organizar y procesar todos los datos recolectados en la primera fase.
- La tercera fase tiene como propósito analizar la información y determinar si los datos obtenidos en los estudios de tránsito mencionados anteriormente, satisfacen las condiciones y requisitos estipulados por el Manual de Señalización para la instalación de un semáforo y, finalmente
- La fase 4 pretende concluir y dar recomendaciones relacionadas con la mejor forma de tratar la intersección atendiendo a los resultados obtenidos.

Para el caso del presente documento se trabajó en la primera fase de recolección de información y finalmente con el análisis que realizó el equipo en la fase cuatro se decidió realizar la modelación de uno de los puntos.

#### **4.4.1. TOMA DE DATOS CARRERA 11 CON CALLE 9**

La primera intersección se encuentra ubicada en la carrera 11 con calle novena y sus grandes volúmenes vehiculares y peatonales han venido presentando graves inconvenientes en la movilidad del sector. El lugar está caracterizado por ser un corredor de atención y equipamiento de vehículos, así como talleres de motos y automóviles, lo que genera una gran invasión del espacio público en los dos sentidos de la vía, adicional a esto se encuentran establecimientos comerciales de primera necesidad como Almacenes Paraíso, Almacenes ARA, Citrusfruver, entre otros.

Un aspecto importante es que se trata de una zona con alta afluencia de peatones pues sobre la misma intersección se encuentra el Centro de Desarrollo Infantil Juana Velazco de Gallo y cerca de esta se encuentra también la Institución Educativa INEM sede Carlos Arturo Torres. Adicionalmente se evidencian grandes volúmenes de ciclistas dado que se encuentra operando el tramo de ciclo ruta y esto ha venido generando incrementos en la accidentalidad.

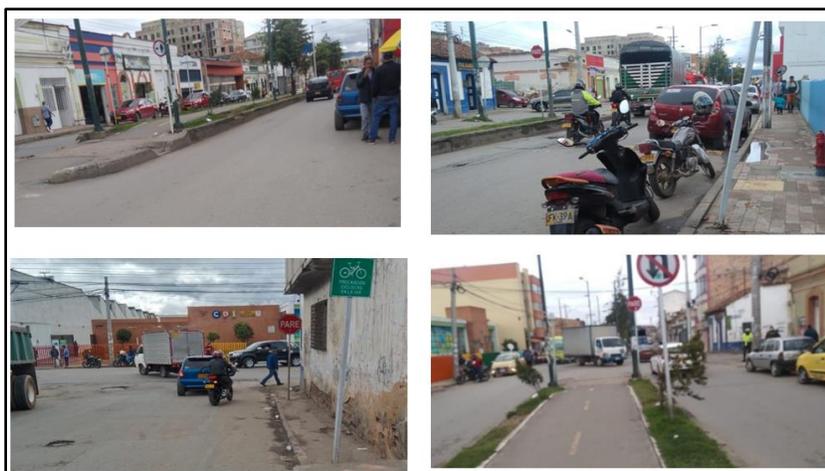
Figura 30. Ubicación de la carrera 11 con calle 8ª sector el Bosque.



Fuente. Google Earth

El equipo de señalización determinó que los principales inconvenientes de la intersección se presentaban en el giro a la izquierda desde la calle 8ª hacia la carrera 11, así como la invasión de espacio público en ambos sentidos del corredor, como se evidencia en el registro fotográfico suministrado por el equipo de señalización.

Figura 31. Registro fotográfico carrera 11 con calle 8a.



Fuente. Obtenido de (Sánchez, 2022)

De acuerdo con la visita de campo la STT de la ciudad de Tunja solicitó apoyo para realizar la toma de información vehicular y peatonal en la intersección en los días martes 3, jueves 5 y sábado 7 del mes de mayo, lo anterior con el objetivo de cumplir con los requisitos dispuestos en el Manual de Señalización Vial con los días típicos y atípicos. Los aforos realizados se trabajaron durante 15 horas continuas y en turnos rotativos de

8 horas aproximadamente, adicionalmente se trabajó la toma de datos en periodos de 15 minutos.

Asimismo, se trabajó también en la organización de los datos en archivo Excel que posteriormente fueron entregados a las personas encargadas del análisis de los mismos, ellos fueron los encargados de determinar de acuerdo con las metodologías planteadas en la normatividad vigente si era o no viable disponer de un dispositivo de control semafórico. Estos datos se encuentran en el ANEXO 5.

#### 4.4.2. TOMA DE DATOS CARRERA 20 CON CALLE 33b.

La siguiente toma de información se realizó en la carrera 20 con calle 33b, que se encuentra ubicada en una de los accesos más de mayor importancia al occidente de la ciudad, pues esta vía conduce hacia municipios los de Cucaita, Sáchica, Sora, Chiquinquirá, Villa de Leyva, entre otros. En esta intersección se encuentran también accesos a los barrios Altamira y la Fuente, por lo que se trata además de un sector principalmente residencial, sin embargo, también se encuentran pequeños locales de primera necesidad.

Figura 32. Ubicación de la intersección carrera 20 con calle 33b salida a villa de Leyva.



Fuente. Google Earth

Uno de los mayores inconvenientes en este sector es la geometría de la intersección, así como los giros a la izquierda desde la carrera 20 hacia la 33 b, junto con el alto volumen de vehículos de carga que se presentan al tratarse de un acceso a la ciudad y de una

vía de conectividad hacia el occidente del departamento de Boyacá. También al ser un sector en su mayor parte residencial el volumen de peatones es bastante alto y no se tienen pasos peatonales de ningún tipo, por lo que el crecimiento de la accidentalidad fue el detonante para realizar la viabilidad del estudio.

Luego de la visita de campo los encargados del estudio realizaron la distribución de los aforos para los días martes 10, jueves 12 y sábado 14 de mayo con las mismas 15 horas iniciando desde las 6:00 am hasta las 9:00 pm. De igual manera se almacenaron los datos en la base de datos de Excel generada y se esperó la respuesta de los encargados del estudio. Estos datos se encuentran en el ANEXO 6.

Cabe recalcar que la entidad solicitó apoyo para la planificación, toma de datos preliminares y supervisar el trabajo de los demás aforadores con el fin de asegurar la precisión de los datos obtenidos para que posteriormente el equipo encargado de las actividades pudiese tomar decisiones a partir de la base de datos generada.

#### **4.4.3. TOMA DE DATOS CARRERA 2ª ESTE CON AVENIDA UNIVERSITARIA**

La última intersección se encuentra ubicada en el barrio los Muiscas en la carrera 2ª con avenida universitaria, la intersección se dispone en un sector principalmente residencial y educativo, pues sobre esta se encuentra la Institución Educativa los Ángeles y cerca al lugar se encuentra la Universidad de Boyacá, la clínica Medilaser y el centro comercial Green Hills. Dentro del comercio cercano se encuentran restaurantes, cafeterías, panaderías y tiendas D1.

*Figura 33. Ubicación carrera 2-a este con A.V. universitaria*



*Fuente. Google Earth*

Las razones principales por las cuales se decidió realizar el estudio de viabilidad de semaforización en esta intersección se debe principalmente al alto flujo vehicular y los giros conflictivos en este caso los giros a la izquierda desde la avenida universitaria hacia la carrera 2ª este, adicionalmente el conflicto que se genera en cuanto a la Institución Educativa, pues los vehículos que acceden a la calle 75 A para el descenso de pasajeros generan colas que en algunas oportunidades llegan hasta la intersección, ocasionando demoras y riesgos entre peatones y vehículos.

Sin lugar a dudas la infraestructura del lugar también dificulta la buena movilidad de los usuarios puesto que para los vehículos que van desde el acceso oriente hacia el sur se presenta una reducción de carril lo que genera embotellamientos y conflictos en los cruces. Por todo lo anterior se evidencia que es una intersección con gran potencial de ser semaforizada por lo cual la STT de Tunja solicita de manera prioritaria el desarrollo de este estudio.

Con esto evidenciado el equipo de señalización programó la toma de datos para los días 17, 19 y 21 de mayo, con 16 horas en el mismo horario que las demás intersecciones, posterior a esto se entregaron los datos en la base de datos creada y se esperaron las respuestas pertinentes al estudio. Los datos tabulados se encuentran en el ANEXO 7.

Por cuestión de priorizar esta intersección se realizó la modelación de la misma como aporte investigativo a la entidad, pues para este punto de la pasantía ya restaba muy poco tiempo para poder realizar la modelación de todas las intersecciones de interés. Adicionalmente no se realizó como modelación oficial de la STT de Tunja dado que no se contaba con la licencia de los software necesarios para esto y la entidad decidió tomarlo a manera de investigación.

#### **4.5. MODELACIÓN SEMAFORIZACIÓN CARRERA 2ª ESTE CON AVENIDA UNIVERSITARIA**

Una vez el equipo de señalización de la Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja determinó lo siguiente:

“Aunque los casos B,C,D,E y F no se cumplen con los criterios necesarios para que esta sea semaforizada, solo se necesita que una condición se cumpla en un 100% para justificar la instalación de un grupo semafórico, el cual para este caso se justifica en el cumplimiento de todos los parámetros estipulados por el Manual de Señalización Vial 2015 del caso A. Por estas razones se recomienda instalar un grupo semafórico sobre la intersección de la carrera 2-a este con Avenida Universitaria, que genere equilibrio entre movilidad, seguridad y accesibilidad en la zona de estudio.”



Figura 34. Sección datos horas pico.

SEMAFORIZACIÓN																							
HORAS												VEHICULOS											
HORAS AM						HORAS PM						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
7:00-8:00						17:00-18:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
8:00-9:00						18:00-19:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
9:00-10:00						19:00-20:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
10:00-11:00						20:00-21:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
11:00-12:00						21:00-22:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
12:00-13:00						22:00-23:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
13:00-14:00						23:00-24:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
14:00-15:00						24:00-25:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
15:00-16:00						25:00-26:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
16:00-17:00						26:00-27:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
17:00-18:00						27:00-28:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
18:00-19:00						28:00-29:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
19:00-20:00						29:00-30:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
20:00-21:00						30:00-31:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
21:00-22:00						31:00-32:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
22:00-23:00						32:00-33:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
23:00-24:00						33:00-34:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
24:00-25:00						34:00-35:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
25:00-26:00						35:00-36:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
26:00-27:00						36:00-37:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
27:00-28:00						37:00-38:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
28:00-29:00						38:00-39:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
29:00-30:00						39:00-40:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
30:00-31:00						40:00-41:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
31:00-32:00						41:00-42:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
32:00-33:00						42:00-43:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
33:00-34:00						43:00-44:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
34:00-35:00						44:00-45:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
35:00-36:00						45:00-46:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
36:00-37:00						46:00-47:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
37:00-38:00						47:00-48:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
38:00-39:00						48:00-49:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
39:00-40:00						49:00-50:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
40:00-41:00						50:00-51:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
41:00-42:00						51:00-52:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
42:00-43:00						52:00-53:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
43:00-44:00						53:00-54:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
44:00-45:00						54:00-55:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
45:00-46:00						55:00-56:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
46:00-47:00						56:00-57:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
47:00-48:00						57:00-58:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
48:00-49:00						58:00-59:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
49:00-50:00						59:00-60:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
50:00-51:00						60:00-61:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
51:00-52:00						61:00-62:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
52:00-53:00						62:00-63:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
53:00-54:00						63:00-64:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
54:00-55:00						64:00-65:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
55:00-56:00						65:00-66:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
56:00-57:00						66:00-67:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
57:00-58:00						67:00-68:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
58:00-59:00						68:00-69:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
59:00-60:00						69:00-70:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
60:00-61:00						70:00-71:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
61:00-62:00						71:00-72:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
62:00-63:00						72:00-73:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
63:00-64:00						73:00-74:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
64:00-65:00						74:00-75:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
65:00-66:00						75:00-76:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
66:00-67:00						76:00-77:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
67:00-68:00						77:00-78:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
68:00-69:00						78:00-79:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
69:00-70:00						79:00-80:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
70:00-71:00						80:00-81:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
71:00-72:00						81:00-82:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
72:00-73:00						82:00-83:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
73:00-74:00						83:00-84:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
74:00-75:00						84:00-85:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
75:00-76:00						85:00-86:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
76:00-77:00						86:00-87:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
77:00-78:00						87:00-88:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
78:00-79:00						88:00-89:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
79:00-80:00						89:00-90:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
80:00-81:00						90:00-91:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
81:00-82:00						91:00-92:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
82:00-83:00						92:00-93:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
83:00-84:00						93:00-94:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
84:00-85:00						94:00-95:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
85:00-86:00						95:00-96:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
86:00-87:00						96:00-97:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
87:00-88:00						97:00-98:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
88:00-89:00						98:00-99:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					
89:00-90:00						99:00-100:00						VEHICULOS AM						VEHICULOS PM					

Fuente. Propia

Luego de esto se tiene la sección en donde se determinaron los vehículos directos equivalentes

Figura 35. Sección cálculo de los vehículos directos equivalentes.

PERIODO 1										PERIODO 3										PERIODO 5									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE			TOTAL	VEHICULOS EQUIVALENTES	VEHICULOS EQUIVALENTES	VEHICULOS EQUIVALENTES	TOTAL	VEHICULOS EQUIVALENTES	VEHICULOS EQUIVALENTES	VEHICULOS EQUIVALENTES	TOTAL	VEHICULOS EQUIVALENTES	VEHICULOS EQUIVALENTES	VEHICULOS EQUIVALENTES	TOTAL	VEHICULOS EQUIVALENTES	VEHICULOS EQUIVALENTES	VEHICULOS EQUIVALENTES				
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	NOR	OCC	ORI																	NOR	OCC	NOR	OCC
PT	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%			
PB	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
FM	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
FHV	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00			
FHMD	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50			
EV	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00			
GADE	17.60	88.10	644.00	320.07	38.70	431.40	381.93	110.93	222.00																				

Fuente. Propia

Posteriormente la sección de la sección del diseño de fases, el cálculo de tiempos y el cálculo del ciclo óptimo

Figura 36. Sección del diseño de fases.

DISEÑO DE FASES																							
FASE 1			FASE 2			FASE 3			FASE 4														
GRUPO DE CARRILES			GRUPO DE CARRILES			GRUPO DE CARRILES			GRUPO DE CARRILES														
NºF	NºT	NºL	1	2	3	NºF	NºT	NºL	1	2	3	NºF	NºT	NºL	1	2	3	NºF	NºT	NºL	1	2	3
PERIODO	q	VDE	5	10	15	PERIODO	q	VDE	5	10	15	PERIODO	q	VDE	5	10	15	PERIODO	q	VDE	5	10	15
1	644.04	3600.00	0.36			1	730.46	3600.00	0.20			1	644.04	3600.00	0.36			1	644.04	3600.00	0.36		
2	387.64	3600.00	0.22			2	372.22	3600.00	0.31			2	387.64	3600.00	0.27			2	387.64	3600.00	0.27		
3	484.36	3600.00	0.27			3	603.11	3600.00	0.17			3	484.36	3600.00	0.27			3	484.36	3600.00	0.27		
4	484.36	3600.00	0.27			4	642.96	3600.00	0.38			4	484.36	3600.00	0.27			4	484.36	3600.00	0.27		
5	472.36	3600.00	0.30			5	1171.11	3600.00	0.33			5	472.36	3600.00	0.30			5	472.36	3600.00	0.30		
6	382.34	3600.00	0.23			6	599.54	3600.00	0.11			6	382.34	3600.00	0.23			6	382.34	3600.00	0.23		

Fuente. Propia

Figura 37. Sección de cálculo de tiempos y ciclo óptimo.

TIEMPO DE AMARILLO Y TODO ROJO				TIEMPO DE AMARILLO Y TODO ROJO				TIEMPO DE AMARILLO Y TODO ROJO			
<b>ACCESO SUR</b>				<b>ACCESO NORTE</b>				<b>ACCESO ORIENTE</b>			
varia	DCC	NOR	ORI	varia	DCC	SUR	ORI	varia	DCC	SUR	NOR
Lveh	4,5	4,5	4,5	Lveh	4,5	4,5	4,5	Lveh	4,5	4,5	4,5
t	1	1	1	t	1	1	1	t	1	1	1
v km/h	29	29	29	v km/h	24	24	24	v km/h	30	30	30
v m/s	8,05	8,0555	8,05	v m/s	6,667	6,67	6,67	v m/s	8,333	8,333	8,333
a	3,05	3,05	3,05	a	3,05	3,05	3,05	a	3,05	3,05	3,05
w	8	8	8	w	21	18	19	w	24	19	5
At	2,32	2,3206	2,32	At	2,055	2,05	2,05	At	2,366	2,366	2,366
TR	1,95	2,7931	1,68	TR	3,828	3,38	3,23	TR	3,08	2,7	1,14
Yi	3,81	5,1071	4	Yi	5,918	5,47	5,32	Yi	5,428	5,068	3,508
Li	5,38			Li	4,888			Li	6,191		

CÁLCULO DEL CICLO ÓPTIMO - VERDE TOTAL EFECTIVO										
PERIODO	VC	L	Cc	aT	a1	a2	a3	G1	G2	G3
1	0,79	16,48	120,00	103,54	46,9	30,095	28,59	47	30	27
2	0,41	16,48	50,26	33,80	17,8	3,8876	4,4336	18	4	4
3	0,65	16,48	85,70	68,24	28,5	18,893	14,822	29	18	15
4	0,58	16,48	68,73	50,27	24,4	6,835	11,959	24	7	11
5	0,78	16,48	120,00	103,54	35,6	23,016	42,614	36	23	43
6	0,51	16,48	80,02	43,58	18,3	6,9654	9,1724	19	7	9

Fuente. Propia

De esta manera se finaliza la parte del cálculo de ciclos, que se podrán encontrar en el ANEXO 8 las hojas macro Excel de los 3 días trabajados.

#### 4.5.2. DETERMINACIÓN DE LOS PERIODOS DE MÁXIMA DEMANDA

Para poder determinar el número de periodos de máxima demanda el equipo de señalización evaluó los datos y se determinaron los siguientes:

Tabla 9. Horas de máxima demanda 17 de mayo

VOLÚMEN VEHICULAR INTERSECCIÓN CRA 2A ESTE CON AVENIDA UNIVERSITARIA (17 DE MAYO) 8 HORAS DE MÁXIMA DEMANDA			
Nº	PERÍODO		8 horas de máxima demanda intersección
1	6:45	7:45	1842
2	7:45	8:45	1177
3	11:30	12:30	1395
4	12:30	13:30	1279
5	13:45	14:45	1073
6	16:15	17:15	1342
7	17:45	18:45	1278
8	18:45	19:45	1032

Fuente. Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja.

Tabla 10. Horas de máxima demanda 19 de mayo.

VOLÚMEN VEHICULAR INTERSECCIÓN CRA 2A ESTE CON AVENIDA UNIVERSITARIA (19 DE MAYO) 8 HORAS DE MÁXIMA DEMANDA			
Nº	PERÍODO		8 horas de máxima demanda intersección
1	6:45	7:45	1633
2	7:45	8:45	1132
3	11:30	12:30	1240
4	12:30	13:30	1195
5	13:30	14:30	1028
6	15:00	16:00	972
7	16:00	17:00	1928
8	17:00	18:00	1014

Fuente. Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja.

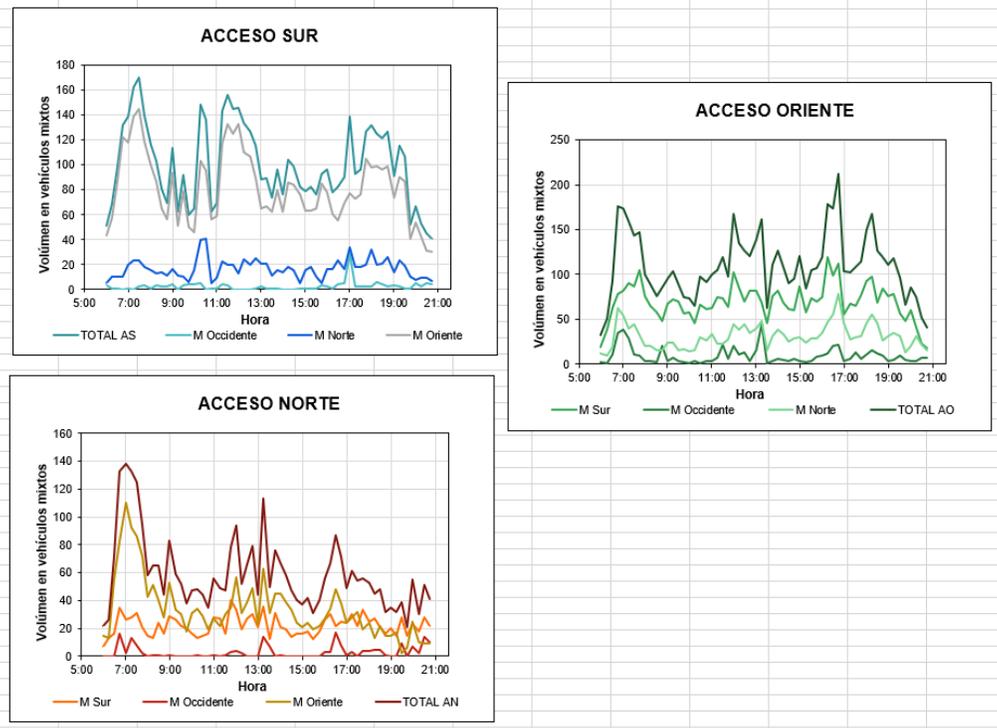
Tabla 11. Horas de máxima demanda 21 de mayo.

VOLÚMEN VEHICULAR INTERSECCIÓN CRA 2A ESTE CON AVENIDA UNIVERSITARIA (21 DE MAYO) 8 HORAS DE MÁXIMA DEMANDA			
Nº	PERÍODO		8 horas de máxima demanda intersección
1	7:45	8:45	1076
2	9:15	10:15	1026
3	11:30	12:30	1136
4	12:30	13:30	1063
5	14:15	15:15	1074
6	15:15	16:15	1173
7	16:45	17:45	1132
8	18:00	19:00	1071

Fuente. Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja.

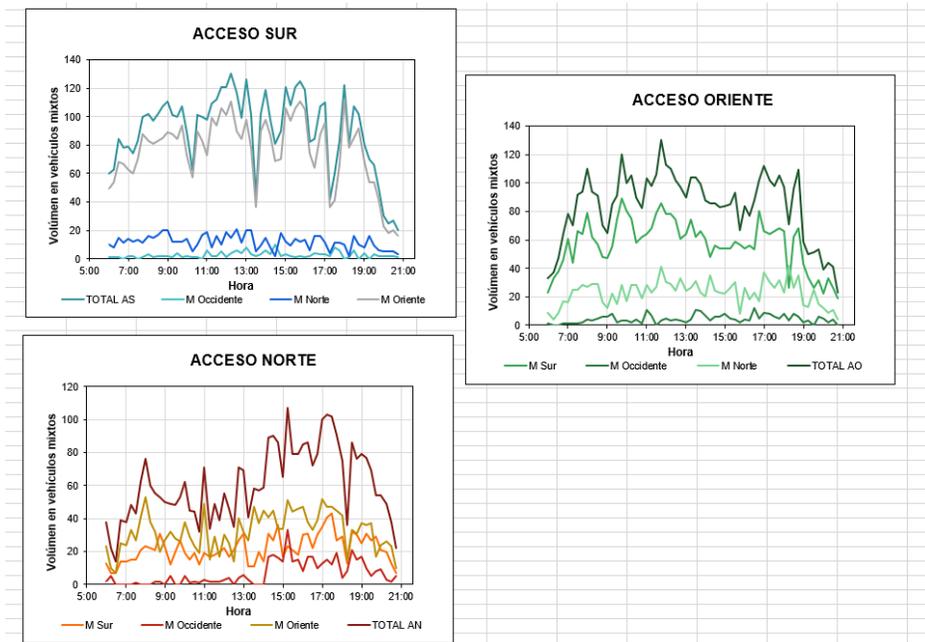
De los anteriores resultados se decidió con el coordinador establecer finalmente las seis horas de máxima demanda más importantes de las cuales se escogieron las mayormente cargadas de las anteriormente mostradas, adicionalmente para corroborar y entender de mejor manera el comportamiento del flujo vehicular, se realizaron gráficas por accesos y se obtuvo lo siguiente:

Figura 38. Gráficas horas pico por acceso 17 de mayo.



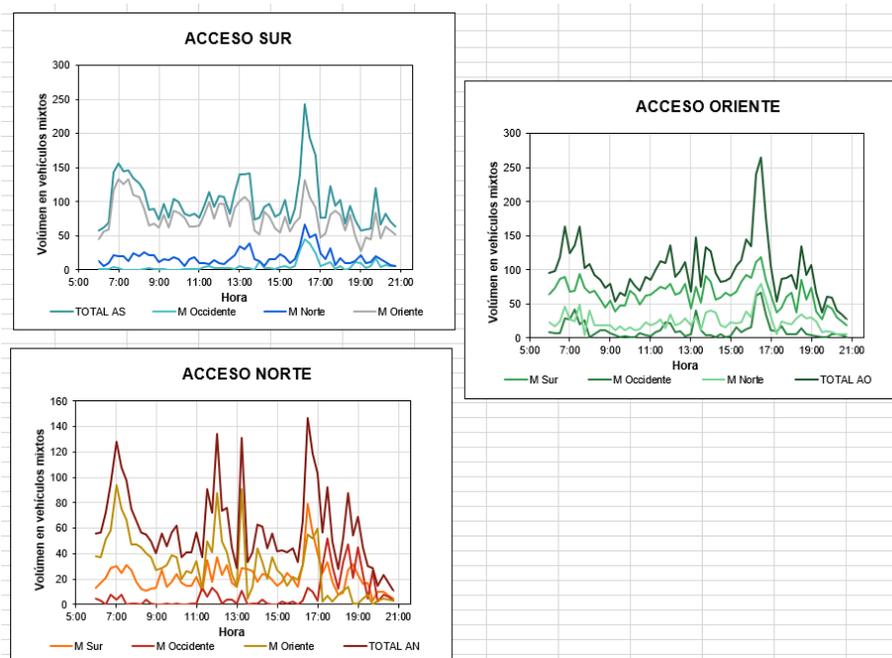
Fuente. Propia

Figura 39. Gráficas horas pico por acceso 19 de mayo.



Fuente. Propia

Figura 40. Gráficas horas pico por acceso 21 de mayo.



Fuente. Propia

De acuerdo con las gráficas anteriores y con las tablas de máxima demanda se determinaron los siguientes periodos:

Tabla 12. Periodos de máxima demanda definitivos para el diseño.

PERIODO	17 MAYO	19 MAYO	21 MAYO
1	7:45:00 AM	7:45:00 AM	8:45:00 AM
2	8:45:00 AM	8:45:00 AM	10:15:00 AM
3	12:45:00 PM	12:30:00 PM	12:30:00 PM
4	2:45:00 PM	2:45:00 PM	2:15:00 PM
5	5:00:00 PM	5:00:00 PM	4:15:00 PM
6	7:00:00 PM	7:00:00 PM	7:00:00 PM

Fuente. Propia

### 4.5.3. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LLEGADA EN AUTOS DIRECTOS EQUIVALENTES.

Una vez se determinaron los horarios de máxima demanda de cada uno de los días evaluados, se procede a realizar el cálculo del factor de hora pico y el cálculo del volumen en autos directos equivalentes con las tablas que establece el Highway Capacity Manual. Para esto se evaluaron los volúmenes opuestos de los giros a la izquierda y los peatones en los giros a la derecha.

Cómo se mencionó anteriormente para realizar la conversión de los automóviles equivalentes que giran en automóviles directos, se utilizan los siguientes factores del HCM.

Tabla 13. Factores de conversión para vehículos que giran a vehículos directos.

Table 21.1: Through-Vehicle Equivalents for Left-Turning Vehicles, $E_{LT}$				Table 21.2: Through-Vehicle Equivalents for Right-Turning Vehicles, $E_{RT}$	
Opposing Flow $V_o$ (veh/h)	Number of Opposing Lanes, $N_o$			Pedestrian Volume in Conflicting Crosswalk, (peds/h)	Equivalent
	1	2	3		
0	1.1	1.1	1.1	None (0)	1.18
200	2.5	2.0	1.8	Low (50)	1.21
400	5.0	3.0	2.5	Moderate (200)	1.32
600	10.0*	5.0	4.0	High (400)	1.52
800	13.0*	8.0	6.0	Extreme (800)	2.14
1,000	15.0*	13.0*	10.0*		
$\geq 1,200$	15.0*	15.0*	15.0*		

$E_{LT}$  for all protected left turns = 1.05  
\*The LT capacity is only available through "sneakers."

Fuente. Highway Capacity Manual (HCM).

Tabla 14. Datos adicionales para el cálculo de los autos directos equivalentes.

DATOS ADICIONALES	
TIEMPO PERDIDO AL ARRANQUE Y GANADO AL FINAL	1.00
EQUIVALENCIA DE CAMIONES $E_t$	1.50
EQUIVALENCIA DE BUSES $E_b$	1.50
EQUIVALENCIA DE MOTOS	0.25
TASA DE DESACELERACIÓN (m/seg)	3.05

Fuente. Propia

Para este cálculo se utilizó el siguiente modelo

$$F_{hv} = \frac{1}{1 + P_t(E_t + 1) + P_b(E_b - 1) + P_m(E_m - 1)}$$

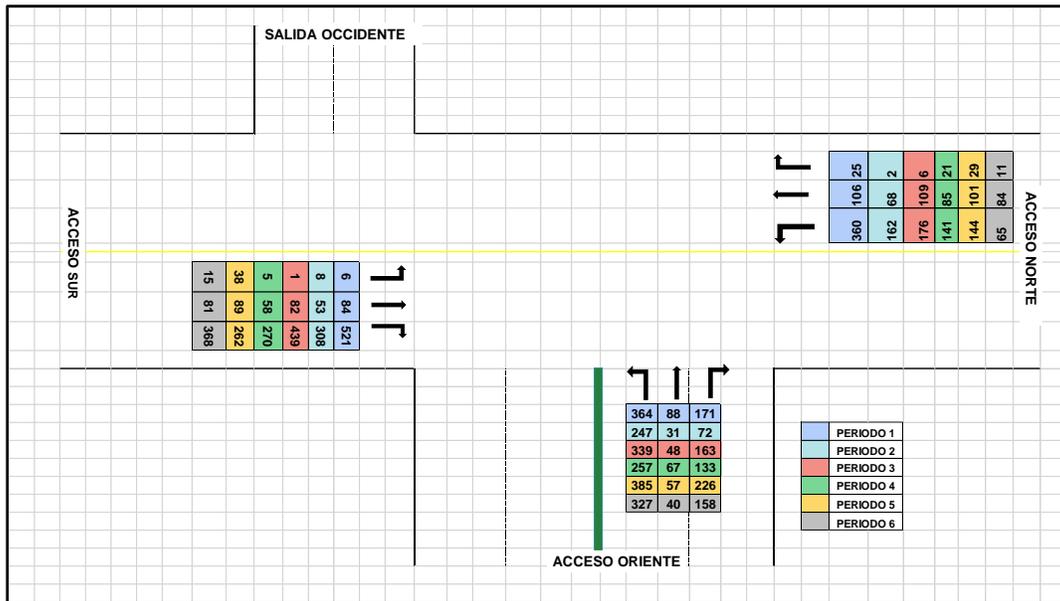
Donde:  $P_t$ : porcentaje de vehículos pesados;  $P_b$ : porcentaje de buses;  $P_m$ : Porcentaje de motos;  $E_t$ : equivalencia de camiones;  $E_b$ : equivalencia de buses;  $E_m$ : equivalencia de motos.

Para el cálculo del volumen en autos directos equivalentes ( $Q_{ADE}$ ) en las tablas 15,16 y 17 se usó el siguiente modelo:

$$Q_{ADE} = \frac{V}{FHMD * F_{hv}} * \text{factor de ajuste /giro}$$

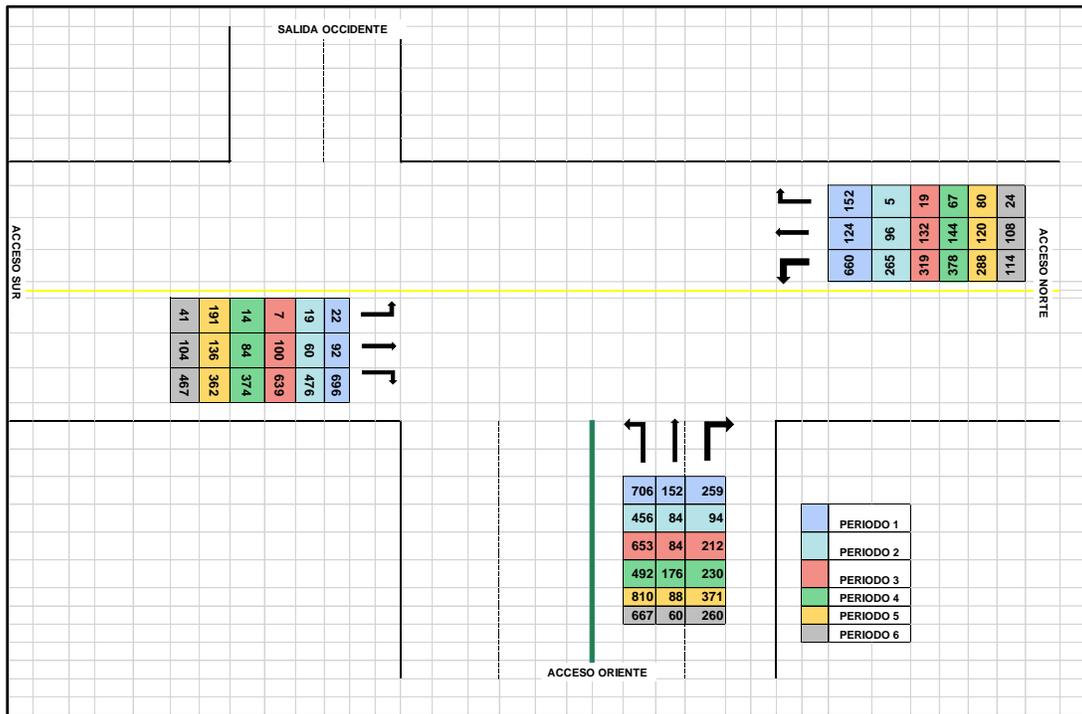
Donde:  $V$ : Volumen del movimiento (Veh. Mix /h);  $FHMD$ : Factor de máxima demanda.

Figura 41. Volumen en vehículos mixtos para cada periodo del martes 17 de mayo



Fuente. Propia

Figura 42. Volumen en vehículos directos equivalentes para cada periodo del martes 17 de mayo



Fuente. Propia

Tabla 15. Cálculo del factor horario de máxima demanda y del volumen en autos directos equivalentes para el 17 de mayo.

PERIODO 1									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	0%	2%	0%	0%	2%	1%	2%	2%
PB	0%	40%	16%	32%	0%	5%	17%	0%	7%
PM	0%	4%	7%	6%	4%	6%	7%	5%	8%
FHV	1.00	0.998	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
FHMD	0.50	0.91	0.90	0.85	0.48	0.82	0.87	0.58	0.79
Vol op/ vol peaton	106.00	N.A.	48.00	N.A.	32.00	88.00	84.00	N.A.	33.00
EV	1.80	1.00	1.20	1.00	1.20	1.50	1.68	1.00	1.20
QADE	22	92	698	124	62	660	708	152	259

PERIODO 2									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	4%	1%	1%	0%	1%	1%	0%	1%
PB	25%	40%	16%	31%	0%	2%	27%	0%	18%
PM	0%	9%	10%	12%	0%	4%	7%	6%	8%
FHV	1.00	0.999	1.000	0.999	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000
FHMD	0.67	0.88	0.77	0.71	0.50	0.79	0.81	0.37	0.90
Vol op/ vol peaton	68.00	N.A.	23.00	N.A.	8.00	31.00	53.00	N.A.	10.00
EV	1.60	1.00	1.19	1.00	1.18	1.30	1.50	1.00	1.18
QADE	19	60	478	96	5	265	468	84	94

PERIODO 3									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	4%	2%	4%	0%	2%	1%	0%	2%
PB	0%	44%	17%	28%	0%	6%	20%	2%	7%
PM	0%	5%	8%	12%	17%	13%	12%	15%	12%
FHV	1.00	0.998	1.000	0.999	1.001	1.001	1.000	1.001	1.000
FHMD	0.25	0.82	0.83	0.83	0.38	0.77	0.83	0.57	0.91
Vol op/ vol peaton	109.00	N.A.	37.00	N.A.	8.00	48.00	82.00	N.A.	10.00
EV	1.80	1.00	1.20	1.00	1.18	1.40	1.60	1.00	1.18
QADE	7	100	639	132	19	319	653	84	212

PERIODO 4									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	2%	3%	0%	0%	2%	2%	0%	1%
PB	0%	43%	23%	27%	0%	6%	28%	4%	10%
PM	0%	7%	7%	11%	0%	9%	13%	7%	5%
FHV	1.00	0.998	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
FHMD	0.63	0.68	0.89	0.58	0.38	0.56	0.78	0.38	0.68
Vol op/ vol peaton	85.00	N.A.	98.00	N.A.	19.00	67.00	58.00	N.A.	38.00
EV	1.70	1.00	1.23	1.00	1.20	1.50	1.50	1.00	1.20
QADE	14	84	374	144	67	378	492	178	230

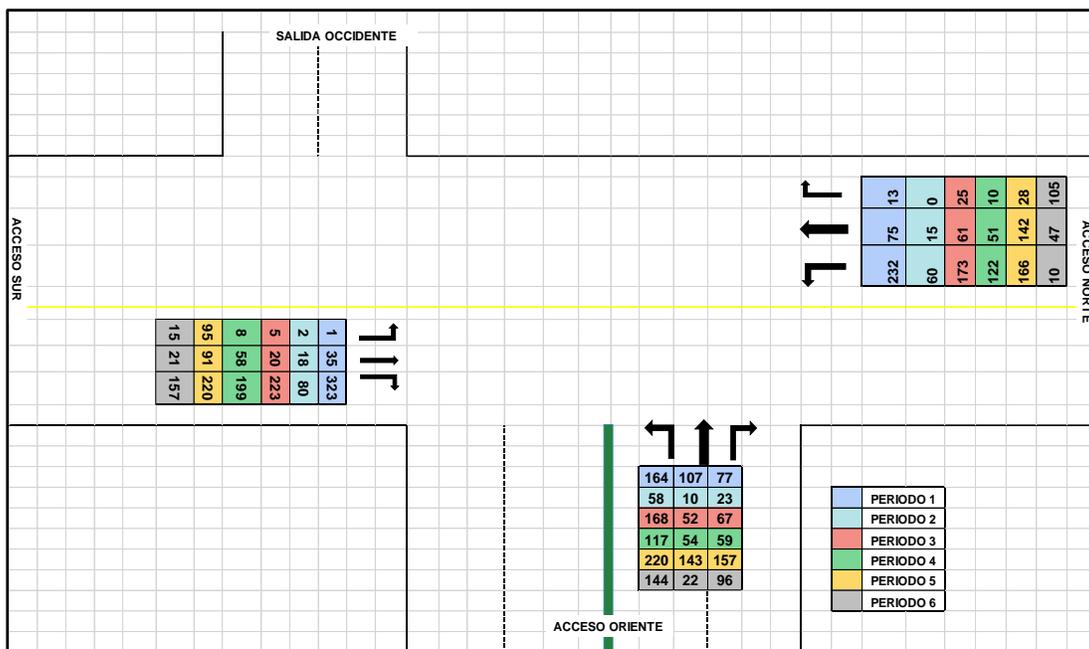
PERIODO 5									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	1%	2%	3%	0%	3%	4%	2%	4%
PB	39%	31%	22%	28%	0%	4%	20%	7%	1%
PM	11%	4%	8%	12%	7%	1%	9%	7%	10%
FHV	1.00	0.999	0.999	0.999	1.001	1.000	0.999	1.000	1.000
FHMD	0.34	0.65	0.86	0.84	0.43	0.75	0.81	0.65	0.72
Vol op/ vol peaton	101.00	N.A.	21.00	N.A.	5.00	57.00	89.00	N.A.	22.00
EV	1.70	1.00	1.19	1.00	1.18	1.50	1.70	1.00	1.19
QADE	191	136	362	120	80	288	810	88	371

PERIODO 6									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	0%	1%	2%	0%	3%	2%	0%	2%
PB	0%	37%	18%	36%	0%	15%	19%	23%	13%
PM	27%	6%	10%	6%	9%	5%	6%	13%	7%
FHV	1.00	0.999	1.000	0.999	1.001	0.999	0.999	1.000	1.000
FHMD	0.63	0.78	0.93	0.78	0.55	0.74	0.83	0.67	0.72
Vol op/ vol peaton	84.00	N.A.	16.00	N.A.	7.00	40.00	81.00	N.A.	3.00
EV	1.70	1.00	1.18	1.00	1.18	1.30	1.70	1.00	1.18
QADE	41	104	487	108	24	114	667	60	260

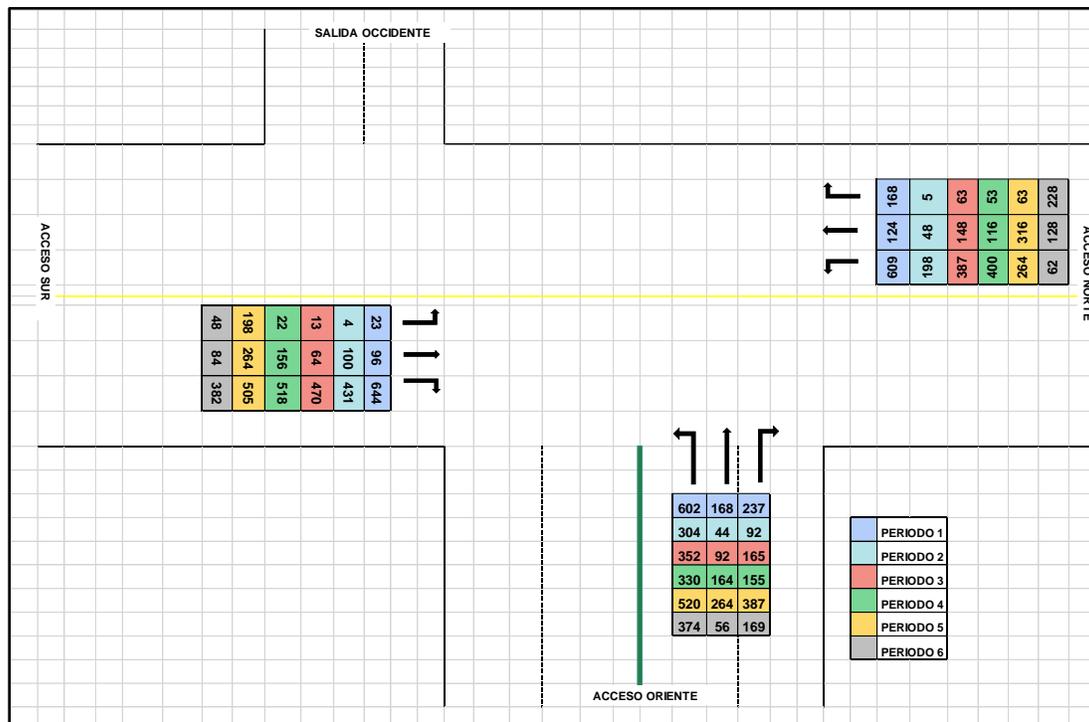
Fuente. Propia

Figura 43. Volumen en vehículos mixtos para cada periodo del viernes 19 de mayo.



Fuente. Propia

Figura 44. Volumen en vehículos directos equivalentes para cada periodo del viernes 19 de mayo.



Fuente. Propia

Tabla 16. Cálculo del factor horario de máxima demanda y del volumen en autos directos equivalentes para el 19 de mayo.

PERIODO 1									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	1%	2%	0%	0%	1%	1%	0%	2%
PB	0%	38%	16%	16%	0%	4%	23%	1%	8%
PM	0%	6%	6%	4%	0%	5%	7%	3%	7%
FHV	1.000	0.988	1.000	1.000	1.000	1.000	0.989	1.000	1.000
FHMD	0.25	0.80	0.94	0.91	0.41	0.75	0.81	0.69	0.54
Vol op/ vol peaton	113	N.A	48	N.A	32	116	77	N.A	33
EV	1.90	1.00	1.21	1.00	1.19	1.62	1.60	1.00	1.21
QADE	23	96	644	124	38	609	602	168	237

PERIODO 2									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	4%	5%	4%	100%	5%	1%	0%	0%
PB	0%	38%	26%	21%	0%	6%	25%	0%	5%
PM	0%	5%	6%	8%	0%	5%	8%	38%	16%
FHV	1.000	0.988	0.989	0.989	0.995	1.000	0.989	1.003	1.001
FHMD	0.50	0.46	0.44	0.50	0.25	0.46	0.41	0.36	0.49
Vol op/ vol peaton	24	N.A	20	N.A	20	16	46	N.A	20
EV	1.10	1.00	1.21	1.00	1.21	1.10	1.10	1.00	1.21
QADE	4	100	431	48	5	198	304	44	92

PERIODO 3									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	2%	1%	2%	0%	2%	0%	0%	0%
PB	10%	34%	15%	23%	0%	13%	26%	8%	14%
PM	10%	13%	7%	7%	4%	2%	5%	0%	5%
FHV	1.000	0.989	1.000	0.989	1.000	0.989	0.989	1.000	1.000
FHMD	0.83	0.73	0.88	0.74	0.52	0.63	0.88	0.68	0.65
Vol op/ vol peaton	109	N.A	24	N.A	24	63	47	N.A	24
EV	1.10	1.00	1.21	1.00	1.21	1.10	1.10	1.00	1.21
QADE	13	64	470	148	63	387	352	92	165

PERIODO 4									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	1%	2%	2%	0%	0%	1%	0%	3%
PB	0%	25%	22%	20%	0%	9%	21%	0%	13%
PM	18%	16%	10%	16%	0%	4%	13%	3%	4%
FHV	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
FHMD	0.55	0.76	0.88	0.78	0.27	0.40	0.79	0.36	0.62
Vol op/ vol peaton	90	N.A	31	N.A	31	59	119	N.A	31
EV	1.10	1.00	1.21	1.00	1.21	1.10	1.10	1.00	1.21
QADE	22	156	518	116	53	400	330	164	155

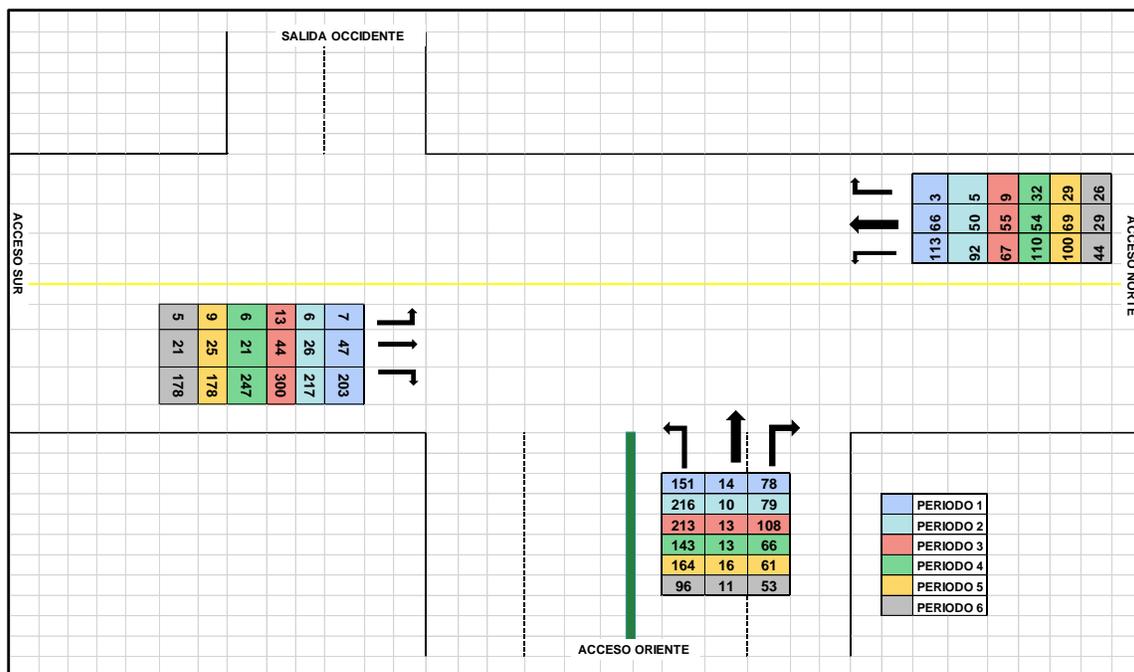
PERIODO 5									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	0%	2%	0%	0%	3%	2%	0%	0%
PB	13%	32%	23%	16%	0%	7%	24%	7%	17%
PM	2%	9%	6%	3%	3%	3%	9%	3%	7%
FHV	0.999	0.999	0.999	0.999	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000
FHMD	0.62	0.72	0.88	0.66	0.56	0.83	0.80	0.66	0.73
Vol op/ vol peaton	208	N.A	17	N.A	17	174	190	N.A	17
EV	1.10	1.00	1.18	1.00	1.21	1.10	1.10	1.00	1.21
QADE	198	264	505	316	63	264	520	264	387

PERIODO 6									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	4%	0%	4%	8%	19%	1%	0%	1%
PB	0%	23%	14%	23%	8%	15%	26%	0%	8%
PM	17%	19%	9%	11%	8%	15%	10%	14%	7%
FHV	1.001	1.000	1.000	0.999	1.000	0.999	0.999	1.001	1.000
FHMD	0.52	0.63	0.67	0.71	0.78	0.48	0.74	0.52	0.88
Vol op/ vol peaton	91	N.A	3	N.A	3	29	53	N.A	3
EV	1.10	1.00	1.18	1.00	1.21	1.10	1.10	1.00	1.21
QADE	48	84	382	128	228	62	374	56	169

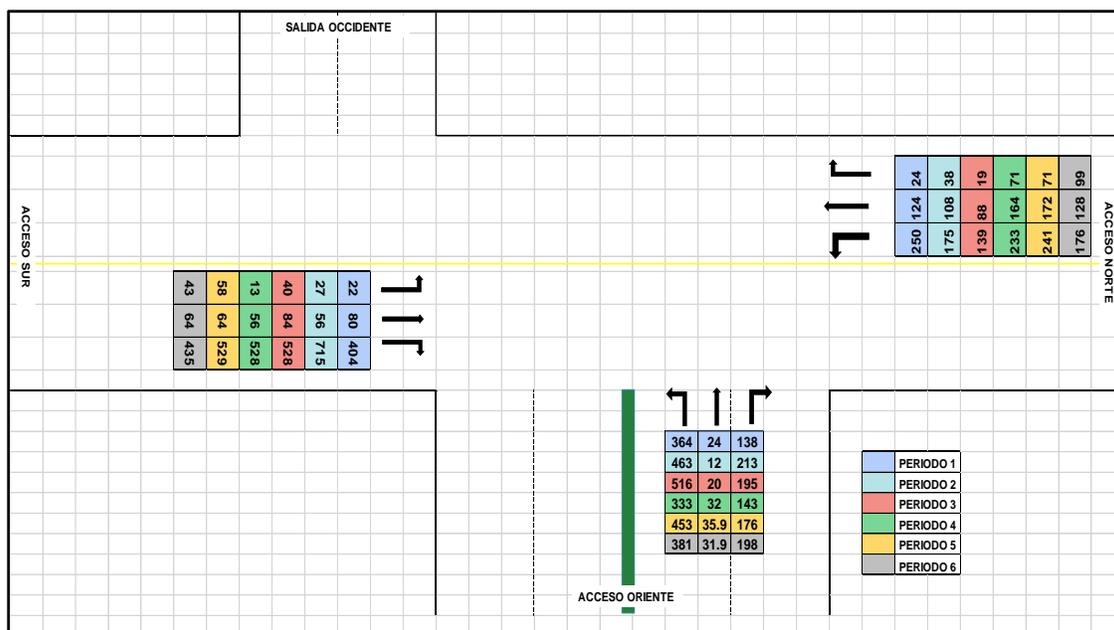
Fuente. Propia

Figura 45. Volumen en vehículos mixtos para cada periodo del sábado 21 de mayo.



Fuente. Propia

Figura 46. Volumen en vehículos directos equivalentes para cada periodo del sábado 21 de mayo.



Fuente. Propia

Tabla 17. Tabla 16. Cálculo del factor horario de máxima demanda y del volumen en autos directos equivalentes para el 21 de mayo.

PERIODO 1									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	1%	2%	0%	0%	1%	1%	0%	2%
PB	0%	39%	16%	16%	0%	4%	23%	1%	8%
PM	0%	6%	6%	4%	0%	5%	7%	3%	7%
FHV	1.000	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000
FHMD	0.25	0.80	0.94	0.91	0.41	0.75	0.81	0.69	0.54
Vol op/ vol peaton	113	N.A	48	N.A	32	116	77	N.A	33
EV	1.90	1.00	1.21	1.00	1.19	1.62	1.60	1.00	1.21
QADE	23	96	644	124	38	609	602	168	237

PERIODO 2									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	4%	5%	4%	100%	5%	1%	0%	0%
PB	0%	39%	26%	21%	0%	6%	25%	0%	5%
PM	0%	9%	6%	8%	0%	5%	8%	38%	16%
FHV	1.000	0.998	0.999	0.999	0.995	1.000	0.999	1.003	1.001
FHMD	0.50	0.46	0.44	0.50	0.25	0.46	0.41	0.36	0.49
Vol op/ vol peaton	24	N.A	20	N.A	20	16	46	N.A	20
EV	1.10	1.00	1.21	1.00	1.21	1.10	1.10	1.00	1.21
QADE	4	100	431	48	5	198	304	44	92

PERIODO 3									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	2%	1%	2%	0%	2%	0%	0%	0%
PB	10%	34%	15%	23%	0%	13%	26%	8%	14%
PM	10%	13%	7%	7%	4%	2%	5%	0%	5%
FHV	1.000	0.999	1.000	0.999	1.000	0.999	0.999	1.000	1.000
FHMD	0.83	0.73	0.86	0.74	0.52	0.63	0.88	0.68	0.65
Vol op/ vol peaton	109	N.A	24	N.A	24	63	47	N.A	24
EV	1.10	1.00	1.21	1.00	1.21	1.10	1.10	1.00	1.21
QADE	13	64	470	148	63	387	352	92	165

PERIODO 4									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	1%	2%	2%	0%	0%	1%	0%	3%
PB	0%	25%	22%	20%	0%	9%	21%	0%	13%
PM	18%	16%	10%	16%	0%	4%	13%	3%	4%
FHV	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
FHMD	0.55	0.76	0.86	0.78	0.27	0.40	0.79	0.36	0.62
Vol op/ vol peaton	90	N.A	31	N.A	31	59	119	N.A	31
EV	1.10	1.00	1.21	1.00	1.21	1.10	1.10	1.00	1.21
QADE	22	156	518	116	53	400	330	164	155

PERIODO 5									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	0%	2%	0%	0%	3%	2%	0%	0%
PB	13%	32%	23%	16%	0%	7%	24%	7%	17%
PM	2%	9%	6%	3%	3%	3%	9%	3%	7%
FHV	0.999	0.999	0.999	0.999	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000
FHMD	0.62	0.72	0.88	0.66	0.56	0.83	0.80	0.66	0.73
Vol op/ vol peaton	208	N.A	17	N.A	17	174	190	N.A	17
EV	1.10	1.00	1.18	1.00	1.21	1.10	1.10	1.00	1.21
QADE	198	264	505	316	63	264	520	264	387

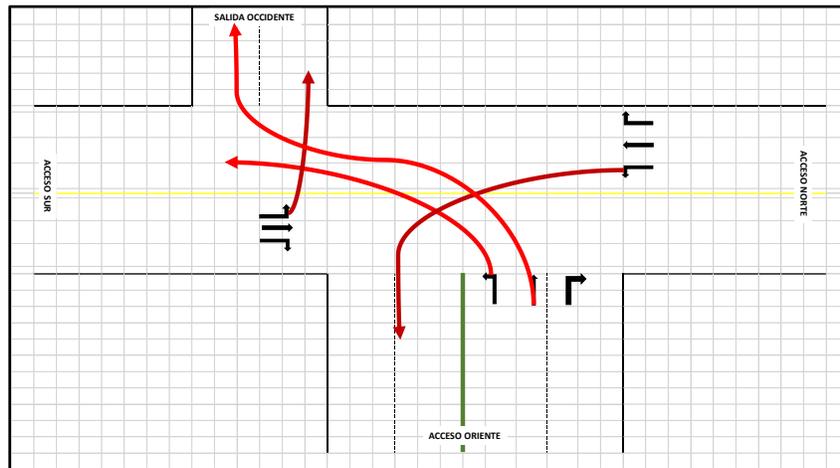
PERIODO 6									
DATO	ACCESO SUR			ACCESO NORTE			ACCESO ORIENTE		
	OCC	NOR	ORI	SUR	OCC	ORI	SUR	OCC	NOR
PT	0%	4%	0%	4%	8%	19%	1%	0%	1%
PB	0%	23%	14%	23%	8%	15%	26%	0%	8%
PM	17%	19%	9%	11%	8%	15%	10%	14%	7%
FHV	1.001	1.000	1.000	0.999	1.000	0.999	0.999	1.001	1.000
FHMD	0.52	0.63	0.67	0.71	0.78	0.48	0.74	0.52	0.88
Vol op/ vol peaton	91	N.A	3	N.A	3	29	53	N.A	3
EV	1.10	1.00	1.18	1.00	1.21	1.10	1.10	1.00	1.21
QADE	48	84	382	128	228	62	374	56	169

Fuente. Propia

#### 4.5.4. DETERMINACIÓN DE FASES SEMAFÓRICAS

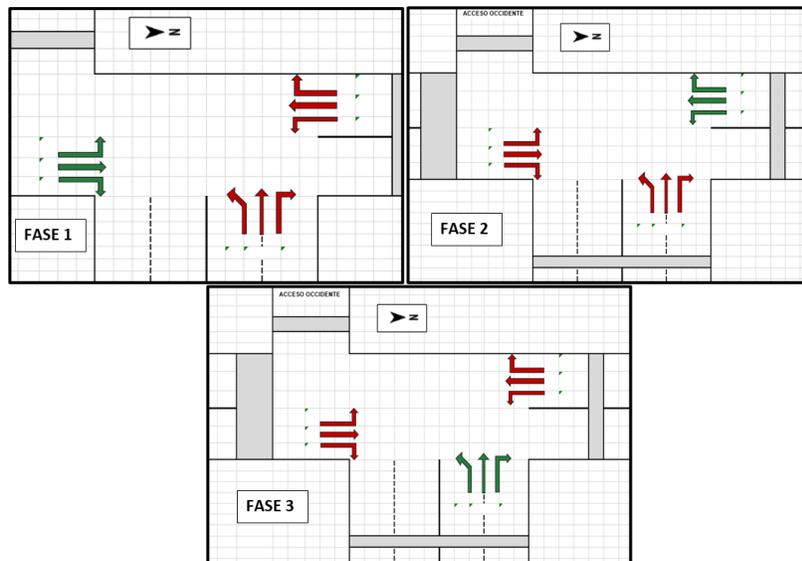
En este paso se evaluaron los movimientos conflictivos que se presentan en la intersección hasta lograr que las fases tuviesen el mayor número de movimientos posibles. Dado que la infraestructura de los accesos Norte y Sur no se prestan para poderles dar prelación a los giros a la derecha, y tampoco se pudo dar paso únicamente a los vehículos que van hacia el frente, se toma la decisión de diseñar una fase por acceso dado que estas permitían evacuar de mejor manera la intersección. Se decidió dejar el acceso oriente en la última fase dado que es la vía que tiene mayor capacidad.

Figura 47. Movimientos conflictivos en la intersección.



Fuente. Propia

Figura 48. Fases semafóricas



Fuente. Propia

#### 4.5.5. CÁLCULO DE TIEMPO DE AMARILLO Y TODO ROJO.

Esta parte consistió en determinar el parámetro de carga, el cual es calculado teniendo en cuenta la relación volumen capacidad para cada uno de los movimientos en cada acceso (la capacidad de la vía correspondió a la tasa de flujo de saturación recomendada por el Highway Capacity Manual, que es de 1800 vehículos directos equivalentes por hora de verde por carril), el factor de carga en el acceso se determina evaluando el valor crítico, es decir, el valor máximo de flujo en vehículos directos equivalentes entre los movimientos del acceso. En este caso se trabajaron en la fase uno y dos tres movimientos en un carril y en la fase tres los mismos movimientos en dos carriles.

Tabla 18. Relaciones volumen capacidad para martes 17 de mayo.

FASE 1					FASE 2					FASE 3				
GRUPO DE CARRILES					GRUPO DE CARRILES					GRUPO DE CARRILES				
NBR	NBT	NBL	1	carril	SBR	SBT	NBL	1	carril	WBR	WBT	WBL	2	carril
PERIODO	q VDE	S	V/S		PERIODO	q VDE	S	V/S		PERIODO	q VDE	S	V/S	
1	696	1800	0.39		1	660	1800	0.37		1	706	3600	0.20	
2	476	1800	0.26		2	265	1800	0.15		2	456	3600	0.13	
3	639	1800	0.35		3	319	1800	0.18		3	653	3600	0.18	
4	374	1800	0.21		4	378	1800	0.21		4	492	3600	0.14	
5	362	1800	0.20		5	288	1800	0.16		5	810	3600	0.22	
6	467	1800	0.26		6	114	1800	0.06		6	667	3600	0.19	

Fuente. Propia

Tabla 19. Relaciones volumen capacidad para viernes 19 de mayo.

FASE 1					FASE 2					FASE 3				
GRUPO DE CARRILES					GRUPO DE CARRILES					GRUPO DE CARRILES				
NBR	NBT	NBL	1	carril	SBR	SBT	NBL	1	carril	WBR	WBT	WBL	2	carriles
PERIODO	q VDE	S	V/S		PERIODO	q VDE	S	V/S		PERIODO	q VDE	S	V/S	
1	644	1800.00	0.36		1	609	1800.00	0.34		1	602	3600.00	0.17	
2	431	1800.00	0.24		2	198	1800.00	0.11		2	304	3600.00	0.08	
3	470	1800.00	0.26		3	387	1800.00	0.22		3	352	3600.00	0.10	
4	518	1800.00	0.29		4	400	1800.00	0.22		4	330	3600.00	0.09	
5	505	1800.00	0.28		5	316	1800.00	0.18		5	520	3600.00	0.14	
6	382	1800.00	0.21		6	228	1800.00	0.13		6	374	3600.00	0.10	

Fuente. Propia

Tabla 20. Relaciones volumen capacidad para sábado 21 de mayo.

FASE 1					FASE 2					FASE 3				
GRUPO DE CARRILES					GRUPO DE CARRILES					GRUPO DE CARRILES				
NBR	NBT	NBL	1	carril	SBR	SBT	NBL	1	carril	WBR	WBT	WBL	2	carril
PERIODO	q VDE	S	V/S		PERIODO	q VDE	S	V/S		PERIODO	q VDE	S	V/S	
1	404	1800	0.22		1	250	1800	0.14		1	364	3600	0.10	
2	715	1800	0.40		2	175	1800	0.10		2	463	3600	0.13	
3	528	1800	0.29		3	139	1800	0.08		3	516	3600	0.14	
4	528	1800	0.29		4	233	1800	0.13		4	333	3600	0.09	
5	529	1800	0.29		5	241	1800	0.13		5	453	3600	0.13	
6	435	1800	0.24		6	176	1800	0.10		6	381	3600	0.11	

Fuente. Propia

Se continúa entonces con el cálculo de los amarillos y dodo rojo, en este caso se tratarán de los mismos valores para cada uno de los días. En la tabla 21 se pueden evidenciar las variables de necesarias para el cálculo de los tiempos de la siguiente manera:

L veh: Longitud promedio de los vehículos

t: Tiempo de percepción de reacción del conductor

V: Velocidad de aproximación de los vehículos m/s

a: Tasa de desaceleración o frenado m/s<sup>2</sup>

W: Distancia desde la línea de detención del movimiento que tiene el derecho de paso hasta la línea del acceso al que se dirige, m.

Li: Tiempo perdido en el arranque y al final.

Para el cálculo se usó el siguiente modelo:

- Tiempo de amarillo para todos los periodos.

$$A_i = T_{piev} + \frac{v_i}{2a}$$

- Tiempo de todo rojo para todos los periodos.

$$T_{ri} = \frac{W_i + L_i}{v_i}$$

Tabla 21. Tiempo de todo rojo y amarillo calculado.

ACCESO SUR				ACCESO NORTE				ACCESO ORIENTE			
varia	OCC	NOR	ORI	varia	OCC	SUR	ORI	varia	OCC	SUR	NOR
L veh	4.5	4.5	4.5	L veh	4.5	4.5	4.5	L veh	4.5	4.5	4.5
t	1	1	1	t	1	1	1	t	1	1	1
v km/h	29	29	29	v km/h	24	24	24	v km/h	30	30	30
v m/s	8.06	8.06	8.06	v m/s	6.67	6.67	6.67	v m/s	8.33	8.33	8.33
a	3.05	3.05	3.05	a	3.05	3.05	3.05	a	3.05	3.05	3.05
w	8	18	9	w	21	18	17	w	21	18	5
Ai	3.32058	2.82058	3.321	Ai	3.0929	2.593	3.093	Ai	3.366	2.866	3.366
TRi	1.55172	2.7931	1.676	TRi	3.825	3.375	3.225	TRi	3.06	2.7	1.14
Yi	4.87231	5.61369	4.996	Yi	6.9179	5.968	6.318	Yi	6.426	5.566	4.506
Li	6.38058			Li	5.886			Li	7.191		

Fuente. Propia

Para efectos de cálculo y trabajo se decidió aproximar los tiempos de amarillo a 3 segundos y los tiempos de todo rojo dejarlo en el máximo valor (3 seg) dado que se evidencia presencia de peatones, pero esta no cumple con el volumen necesario para realizar una fase exclusiva. Adicional a lo anterior en el estudio de viabilidad semafórica (STT, 2022) se menciona lo siguiente:

“Para el caso C, volumen mínimo de peatones y según la tabla 52 se observa que de los 4 requisitos exigidos por el Manual de Señalización Vial 2015, no se cumple ningún parámetro de los establecidos por el Manual de Señalización Vial 2015... no existe un grupo compacto de vehículos que lleguen a la intersección, tal como se evidenció en el capítulo 2 las velocidades del 85% de los vehículos no exceden los 27.5 km/h.”

Con lo anterior puede evidenciarse que una fase semafórica para peatones en la situación actual no puede ser generada, sin embargo, se hace necesario realizar proyecciones de los peatones con los cuales se desarrolle la fase semafórica exclusiva.

Tabla 22. Tiempo de todo rojo y amarillos definitivos para el modelo

ACCESO SUR				ACCESO NORTE				ACCESO ORIENTE			
varia	OCC	NOR	ORI	varia	OCC	SUR	ORI	varia	OCC	SUR	NOR
L veh	4.5	4.5	4.5	L veh	4.5	4.5	4.5	L veh	4.5	4.5	4.5
t	1	1	1	t	1	1	1	t	1	1	1
v km/h	29	29	29	v km/h	24	24	24	v km/h	30	30	30
v m/s	8.1	8.1	8.1	v m/s	6.7	6.7	6.7	v m/s	8.3	8.3	8.3
a	3.05	3.05	3.05	a	3.05	3.05	3.05	a	3.05	3.05	3.05
w	8	18	9	w	21	18	17	w	21	18	5
Ai	3	3	3	Ai	3	3	3	Ai	3	3	3
TRi	3	3	3	TRi	3	3	3	TRi	3	3	3
Yi	6	6	6	Yi	6	6	6	Yi	6	6	6
Li	6			Li	6			Li	6		

Fuente. Propia

#### 4.5.6. CÁLCULO DEL CICLO ÓPTIMO

Con los datos anteriores se procedió a calcular el tiempo de ciclo óptimo de cada periodo para cada día establecido, esto con el siguiente modelo:

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\phi} V/C}$$

En donde:

L= Tiempo perdido en el arranque y al final.

V/C= Relación volumen capacidad

Después de obtener el valor del ciclo óptimo para la intersección, se determina el intervalo dentro del cual puede variar este tiempo de ciclo, como se muestra a continuación.

$$0.75 C_o < C < 1.5 C_o$$

Para la intersección en estudio, el tiempo de ciclo oscila entre.

$$70 s < C < 140 s$$

Para determinar los tiempos específicos de los tiempos de ciclo para cada una de las fases, es necesario, como primera instancia determinar el tiempo de verde.

Para determinar los tiempos específicos de los tiempos de ciclo para cada una de las fases, es necesario, como primera instancia determinar el tiempo de verde.

$$GT = Co - Li$$

Donde:

GT: verde total.

Li: tiempo perdido al arranque y ganado al final.

Para el cálculo del verde efectivo se utiliza el siguiente modelo

$$Ve = \frac{V/Ci}{V/C} * GT$$

Donde:

V/Ci= factor de carga en la fase.

V/C: Factor de carga en la intersección.

Con esto dicho, se tiene lo siguiente:

Tabla 23. Tiempos de ciclo y tiempos de verde para cada periodo en los tres días de estudio.

MARTES 17 DE MAYO								VIERNES 19 DE MAYO							
PERIODO	V/C	L	Co	gT	g1	g2	g3	PERIODO	V/C	L	Co	gT	g1	g2	g3
1	0.95	18	120	102	42	39	21	1	0.86	18	120	102	42	40	20
2	0.54	18	70	52	26	14	12	2	0.43	18	60	42	23	11	8
3	0.71	18	110	92	46	23	23	3	0.57	18	80	62	28	23	11
4	0.55	18	70	52	19	20	13	4	0.60	18	80	62	30	23	9
5	0.59	18	80	62	21	17	24	5	0.60	18	80	62	29	18	15
6	0.51	18	70	52	27	7	19	6	0.44	18	60	42	20	12	10

SÁBADO 21 DE MAYO							
PERIODO	V/C	L	Co	gT	g1	g2	g3
1	0.46	18	70	52	25	15	11
2	0.62	18	90	72	46	11	15
3	0.51	18	70	52	29	8	14
4	0.52	18	70	52	29	13	9
5	0.55	18	80	62	33	15	14
6	0.45	18	60	42	23	9	10

Fuente. Propia

#### 4.5.7. MODELACIÓN EN VISSIM

Al comenzar la modelación se dibujaron los links pertinentes a la infraestructura permanente y se dispusieron los senderos peatonales laterales, un concepto importante a resaltar es que no se llevó a cabo la modelación de los peatones de manera completa, dado que se trabajó con licencia estudiantil la cual solo permite cargar 20 peatones por sendero.

Figura 49. Disposición de infraestructura de la intersección.

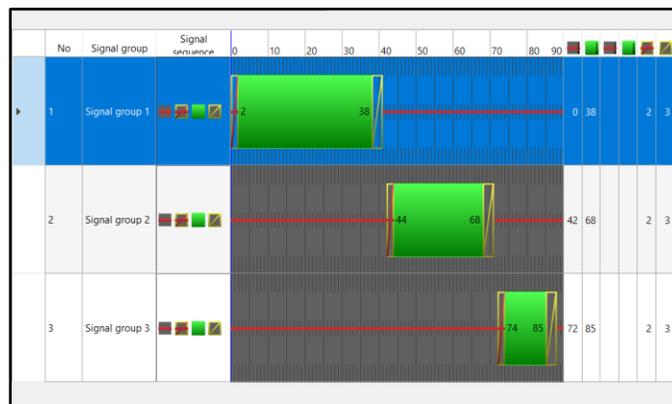


Fuente. Propia a partir de VISSIM

Para llevar a cabo la modelación fue necesario desarrollar las matrices origen destino en cada uno de los escenarios (ver ANEXO 8 hoja “MODELACIÓN”), esto con el fin de llevar a cabo modelación dinámica en el programa, estas matrices se desarrollaron para 5 tipos de vehículos: Autos, buses, camiones, taxis y motos.

Finalmente se diseñaron las fases semafóricas de un escenario base, para modificar únicamente los tiempos en cada uno de los periodos modelados.

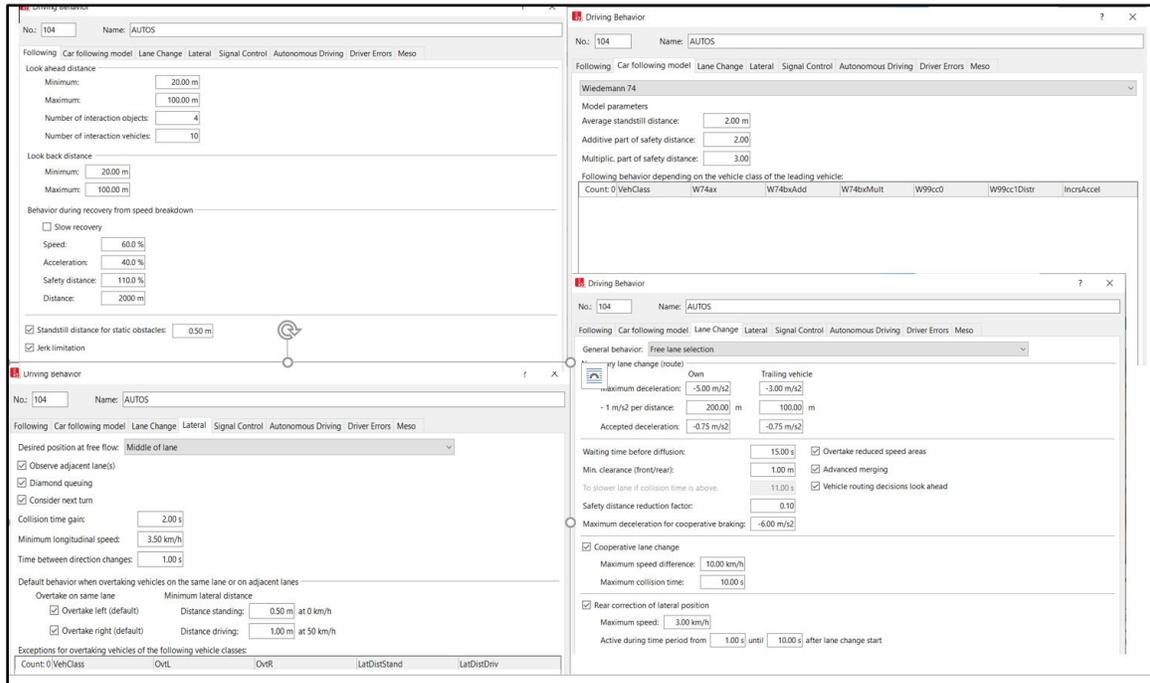
Figura 50. Ejemplo de diseño de ciclo semafórico.



Fuente. Propia a partir de VISSIM

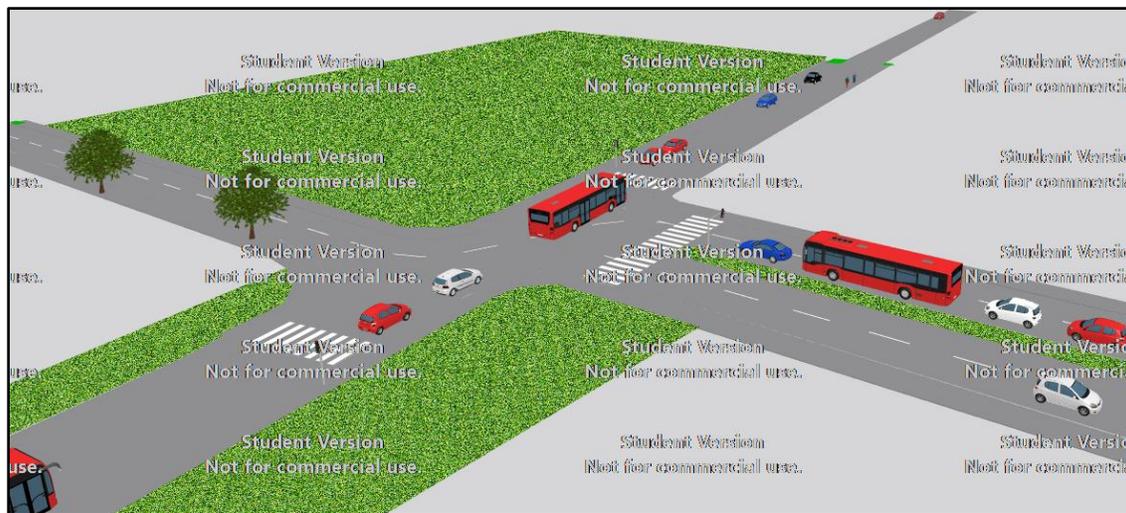
Los modelos de comportamiento se tomaron de la guía de modelación del grupo de modelación de la secretaría de movilidad de Bogotá del año 2018. Se creó el modelo para autos y taxis, motos y vehículos pesados. Los modelos se podrán evidenciar de manera más detallada en el ANEXO 9.

Figura 51. Ejemplo modelos de comportamiento en autos.



Fuente. Propia a partir de VISSIM

Figura 52. Escenario con semáforo modelado.



Fuente. Propia a partir de VISSIM

Tabla 24. Reporte resultado para la intersección en el periodo más crítico martes 17 de mayo.

MOVEMENT EVALUATION : SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS(ALL)	PERS(ALL)	LOS(ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	STOPDELAY (ALL)
25	0-3600	5: NODO 1 - 1	14.41	89.13	15	15	LOS_B	2	13.88	34.03
25	0-3600	5: NODO 1 - 1	14.41	89.13	4	4	LOS_C	3	24.21	29.01
25	0-3600	5: NODO 1 - 1	14.41	89.13	44	44	LOS_C	3	28.85	31.18
25	0-3600	5: NODO 1 - 2	22.93	118.58	12	11	LOS_B	2	17.52	19.92
25	0-3600	5: NODO 1 - 2	22.93	118.58	1	1	LOS_A	1	0.00	22.14
25	0-3600	5: NODO 1 - 2	22.93	118.58	70	67	LOS_C	3	23.06	17.98
25	0-3600	5: NODO 1 - 5	27.09	85.17	37	37	LOS_D	4	44.61	21.68
25	0-3600	5: NODO 1 - 5	27.09	85.17	10	10	LOS_D	4	38.69	31.65
25	0-3600	5: NODO 1 - 5	27.09	85.17	23	23	LOS_D	4	43.55	22.54
25	0-3600	5: NODO 1	21.48	118.58	216	212	LOS_C	3	29.81	23.67

Fuente. Propia a partir de VISSIM

Tabla 25. Reporte resultado para la intersección en el periodo más crítico viernes 19 de mayo.

MOVEMENT EVALUATION : SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS(ALL)	PERS(ALL)	LOS(ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	PERSDELAY (ALL)	STOPDELAY (ALL)
25	0-3600	5: NODO 1 - 1	27.8	123.7	16	16	LOS_D	3	31.9	31.9	27.4
25	0-3600	5: NODO 1 - 1	27.8	123.7	4	4	LOS_D	4	39.7	39.7	34.9
25	0-3600	5: NODO 1 - 1	27.8	123.7	54	54	LOS_C	3	35.0	35.0	30.8
25	0-3600	5: NODO 1 - 2	37.9	151.8	7	6	LOS_C	3	34.3	35.9	27.8
25	0-3600	5: NODO 1 - 2	37.9	151.8	2	2	LOS_F	4	48.6	48.6	42.9
25	0-3600	5: NODO 1 - 2	37.9	151.8	85	82	LOS_C	3	29.0	29.2	23.8
25	0-3600	5: NODO 1 - 5	30.7	95.2	44	44	LOS_F	4	44.9	44.9	39.7
25	0-3600	5: NODO 1 - 5	30.7	95.2	24	24	LOS_F	4	45.5	45.5	40.7
25	0-3600	5: NODO 1 - 5	30.7	95.2	14	14	LOS_F	4	53.3	53.3	47.4
25	0-3600	5: NODO 1	32.1	151.8	250	246	LOS_F	4	36.7	36.9	31.7

Fuente. Propia a partir de VISSIM

Tabla 26. Reporte resultado para la intersección en el periodo más crítico sábado 21 de mayo.

MOVEMENT EVALUATION : SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	QLEN	QLENMAX	VEHS(ALL)	PERS(ALL)	LOS(ALL)	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	STOPDELAY (ALL)
25	0-3600	5: NODO 1 - 1	7.16	75.37	12.00	12.00	LOS_C	3.00	23.15	18.66
25	0-3600	5: NODO 1 - 1	7.16	75.37	1.00	1.00	LOS_A	1.00	0.22	0.00
25	0-3600	5: NODO 1 - 1	7.16	75.37	20.00	20.00	LOS_C	3.00	20.72	17.01
25	0-3600	5: NODO 1 - 2	14.67	61.30	8.00	7.00	LOS_B	2.00	18.33	13.00
25	0-3600	5: NODO 1 - 2	14.67	61.30	2.00	2.00	LOS_B	2.00	18.21	15.42
25	0-3600	5: NODO 1 - 2	14.67	61.30	50.00	47.00	LOS_C	3.00	22.14	17.67
25	0-3600	5: NODO 1 - 5	11.96	53.40	41.00	41.00	LOS_C	3.00	24.54	20.21
25	0-3600	5: NODO 1 - 5	11.96	53.40	16.00	16.00	LOS_C	3.00	21.27	17.38
25	0-3600	5: NODO 1 - 5	11.96	53.40	1.00	1.00	LOS_C	3.00	23.16	17.98
25	0-3600	5: NODO 1	11.26	75.37	151.00	147.00	LOS_C	3.00	22.20	17.93

Fuente. Propia a partir de VISSIM

## 5. CONCLUSIONES

Dentro del desarrollo del proyecto se pudo evidenciar la gran importancia que tiene la información primaria de la movilidad de un sector antes de ser señalado, pues de ahí se parte para instalar los mecanismos de control y regulación para los actores viales y así poder garantizar su integridad mientras se ve beneficiada la movilidad. Adicional al diagnóstico de la movilidad es de relevancia el determinar correctamente el diseño de la señalización, por lo que es necesario contar con la información adecuada para llevarlo a cabo con forme a lo estipulado.

En este trabajo se evidenció la gran problemática de movilidad que presenta el corredor principal del barrio los Muiscas debido a su alto porcentaje de invasión del espacio público además de la mala infraestructura vial, por lo que se propusieron varias soluciones al respecto y la entidad decidió tomar la más adecuada. Además, la viabilidad de las zonas de cargue y descargue sobre la diagonal 67 como lo solicita la entidad no es un muy buen mecanismo para tratar el inconveniente, pues se sabe que sobre este corredor transita un gran porcentaje de rutas de transporte público de la ciudad. Sin embargo, se plantea darle una solución temporal con bahías demarcadas y se propone adecuar los parqueaderos públicos cercanos con zonas específicas para vehículos de carga.

El desarrollo de inventarios de señalización junto con el análisis de accidentalidad de un corredor, son los primeros pasos determinantes para la actualización y el diseño de señalización, es por esto que en este trabajo también fueron llevados a cabo inventarios para dar soluciones a la vía, además de presentar evidencias para solucionar algunos asuntos legales que se trataban entre los usuarios de la misma.

En cuanto al proceso de semaforización se llevaron a cabo los estudios de viabilidad semafórica en donde se tuvo muy presente la importancia de estos y la confiabilidad de los datos, pues de esto depende en gran medida un cambio drástico en la movilidad de las intersecciones estudiadas. Adicional a esto se pudo evidenciar que el principal soporte para generar la semaforización en estas intersecciones fue el alto índice de accidentalidad y el volumen vehicular alto. Por lo que en estos casos no se espera una mejora en la capacidad de la vía, pues los volúmenes tienden a aumentar y la infraestructura se queda corta para esto, si no que, se espera una mejora en el comportamiento dando orden a los pasos de los vehículos y peatones de las mismas.

El procedimiento de la microsimulación permite evidenciar que los datos calculados con la información de campo analizada funcionen en la realidad, además proporciona la evaluación de diferentes escenarios y ayuda a proponer mejores alternativas de solución a los problemas de la movilidad.

## 6. RECOMENDACIONES

Dentro de los diagnósticos que se evidenciaron en este proyecto, se pudo determinar que es necesario que la Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja tenga actualización de datos constantemente para evaluar los diseños de señalización ejecutados funcionen correctamente, pues en el momento de los diagnósticos de la movilidad no fue posible contar con todos los datos que se quisiesen para poder llevar a cabo las modelaciones pertinentes.

Se hace la recomendación a la entidad de adquirir las licencias de los softwares necesarios para el análisis de la movilidad en la ciudad, dado que así se podría procesar de manera más eficiente los datos de las problemáticas presentadas y de igual manera dar pronta solución a las mismas.

En cuanto a la señalización de la carrera 2ª con avenida universitaria, se recomienda realizar toma de información periódica una vez esté instalada la señalización para poder llevar a cabo los cambios necesarios en pro de los actores viales de la misma.

Dentro del marco de la pasantía como tal, se hace la recomendación de proponer de manera clara las actividades que serán desarrolladas por los pasantes para que ellos puedan desempeñarse de mejor manera en la entidad, así como mejorar su aprendizaje laboral aprovechando de mejor manera los tiempos de su pasantía.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Cruz, E. (2021). *Determinación del Ciclo Semafórico mediante la Microsimulación para mejorar el Flujo Vehicular y Peatonal en las Intersecciones Correspondientes al Campus Parra - UTP Arequipa*.
- Mintransporte. (2015). *Manual de señalización vial*. Bogotá.
- Rendón, S. (2021). *Guía práctica de apoyo para la organización e ingreso de la información sobre la señalización de la ciudad de medellín a la plataforma SIGMOV*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Sánchez, J. (2022). *Apoyo a la Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja en el Diseño de Señalización*. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Smith, J. (2020). The numbers and the perception. *Journar of perception*, 78-95.
- STT, T. (2022). *Estudio de Viabilidad de Semaforización de la Carrera 2a Este con Avenida Universitaria*. Tunja: Alcaldía Mayor de Tunja.
- Tibatá, C. (2021). *Caracterización de las Zonas de Cargue y Descargue de Mercancías en la Ciudad de Tunja*. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

## ANEXOS

Los siguientes anexos se adjuntan como documentos en la carpeta entregable.

**ANEXO 1.** Registro fotográfico barrio los Muiscas.

**ANEXO 2.** Diseño de señalización preliminar barrio los Muiscas.

**ANEXO 3.** Diseño preliminar a corto plazo zonas de carga.

**ANEXO 4.** Diseño preliminar a largo plazo zonas de carga.

**ANEXO 5.** datos de aforos carrera 11 con calle 9

**ANEXO 6.** datos de aforos carrera 20 con calle 33b

**ANEXO 7.** DATOS DE AFOROS CARRERA 2ª ESTE CON AVENIDA UNIVERSITARIA.

**ANEXO 8.** Cálculos de semaforización para la carrera 2ª este con Avenida Universitaria.

**ANEXO 9.** Modelo en VISSIM.