	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>10-04-2012</b>	<b>A</b>
Dependencia	Aprobado		Pág.	
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>i(160)</b>	

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	KEBIN DANILO PACHECO CHINCHILLA WILSON YAMIT PACHECO CHINCHILLA
FACULTAD	INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR	ANDREA LORENA VERGEL ROMERO
TÍTULO DE LA TESIS	MODELACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA RECUPERACION DEL PASO EXCLUSIVO PARA VEHÍCULOS DE ATENCIÓN A EMERGENCIAS, EN LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.

### RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EN LA ACTUALIDAD, TRANSPORTARSE EN UN ESTADO DE EMERGENCIA ES LA CONDICIÓN EN LA QUE NINGUNO QUISIERA ESTAR, MOVILIZARNOS CADA DÍA ES MÁS DIFÍCIL; DEBIDO AL CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN. TENIENDO EN CUENTA LA IMPORTANCIA DE LA MOVILIDAD VEHICULAR EN UNA SOCIEDAD, VAMOS AL CASO PARTICULAR DE LA MOVILIDAD EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA EN LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS, OBSERVANDO UN FLUJO VEHICULAR DE GRAN MAGNITUD; DIFICULTANDO LA MOVILIDAD DE LAS AMBULANCIAS HACIA EL HOSPITAL EMIRO QUINTERO CAÑIZARES, TRANSPORTE QUE A MAYOR BREVEDAD GENERA GRANDES POSIBILIDADES DE SALVAR VIDAS.

### CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 160	PLANOS: 2	ILUSTRACIONES: 2	CD-ROM:1
--------------	-----------	------------------	----------

**MODELACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA RECUPERACION DEL PASO  
EXCLUSIVO PARA VEHÍCULOS DE ATENCIÓN A EMERGENCIAS, EN LA  
AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS DEL MUNICIPIO DE  
OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.**

**Autores**

**KEBIN DANILO PACHECO CHINCHILLA  
WILSON YAMIT PACHECO CHINCHILLA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de  
Ingeniero Civil**

**Director**

**ANDREA LORENA VERGEL ROMERO  
Ingeniera Civil**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA  
FACULTAD DE INGENIERAS  
INGENIERIA CIVIL**

**Ocaña, Colombia**

**Diciembre de 2016**

## **Dedicatoria**

A Dios, por su infinita bondad y guiarnos en el camino.

A nuestros padres y familiares, que pusieron todo su empeño y apoyo en nosotros.

A nuestros docentes por formarnos y compartir sus conocimientos.

## **Agradecimientos**

A todas aquellas personas que brindaron un apoyo en el desarrollo de la investigación, por su gestión, diligencia y confianza; a la empresa Ocañera, estación de gasolina Avenida que aportaron material audiovisual.

A nuestra directora, Ingeniera Civil Andrea Lorena Vergel R, por su orientación, acompañamiento y apoyo en las diferentes fases de la investigación. A la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña por su soporte en el desarrollo de la misma, al cuerpo de bomberos voluntarios Ocaña, al hospital Emiro Quintero Cañizares

A ellos, a todos, las gracias.



## Resumen

Desde tiempo atrás y con mayor necesidad en la actualidad, transportarse en un estado donde atender una emergencia no es la condición en la que ninguno quisiera estar, un factor importante en ese estado es, movilizarnos y cada día es más difícil; debido al crecimiento de la población y el uso de mecanismos para lograrlo, ante esa situación de emergencia el hombre ha tenido que desplazarse de un lugar a otro y así considerar la posibilidad de mejorar su estado de salud; sin embargo se debe considerar el entorno de la movilidad y los medios de transporte. Teniendo en cuenta el comportamiento natural de un flujo vehicular en cualquier parte del mundo, vamos al caso particular de la movilidad en el municipio de Ocaña, específicamente en la avenida Francisco Fernández de Contreras, encontramos un flujo vehicular de gran magnitud; dificultando la movilidad de los vehículos de emergencia hacia el Hospital Emiro Quintero Cañizares. En su momento se introdujo un interceptor de uso exclusivo para vehículos de emergencia con el fin de mejorar el traslado rápido de los pacientes, ubicado sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+88 ruta 70 tramo 07, lo cual por el mal uso de los algunos conductores, se convirtió en un foco de accidentalidad, por ello la administración local toma la decisión de cerrar este interceptor, generando un recorrido mayor en el traslado de los pacientes en un tráfico pesado en sus horas pico, geométricamente no amplía y no tiene un paso exclusivo para el vehículo de emergencia, para ello se generan una serie de alternativas como lo son la construcción de un paso elevado anteponiendo una bahía como elemento de transición para el vehículo de emergencia, otra de las alternativas es la semaforización en el interceptor, activado de manera remota, anteponiendo una bahía como elemento de transición para el fácil acceso del vehículo de emergencia las tales fueron modeladas para dar una solución adecuada, aminorando los traumatismos de los usuario y del paciente con el fin de dar rápido acceso y atención oportuna en el centro asistencial.

**Palabras clave:** Interceptor, bahía, hora pico.

## Abstract

For some time and with the greatest need at present transported in a state where meet an emergency is not the condition in which neither wanted to be, an important factor is that state, mobilize and every day is more difficult; due to population growth and the use of mechanisms to do so, before this emergency situation the man has had to move from one place to another and so consider improving their health; however one must consider the environment of mobility and transport. Given the natural behavior of a traffic flow anywhere in the world, let the particular case of mobility in the municipality of Ocaña, specifically in Francisco Fernandez de Contreras Avenue, found a large-scale traffic flow; hampering mobility of emergency vehicles to the Emiro Quintero Canizares Hospital. At the time an interceptor exclusively for emergency vehicles was introduced in order to improve the rapid transfer of patients, located on Avenida Francisco Fernandez de Contreras in the K050 + 88 Route 70 section 07, which for misuse of some drivers, it became a focus of accident, so the local government makes the decision to close this interceptor, generating more travel in the transfer of patients in a heavy traffic at its peak, geometrically wide and not has a unique way for the emergency vehicle for this purpose a number of alternatives are generated as are the construction of a flyover putting a bay as transition element to the emergency vehicle, another alternative is the traffic signal at the interceptor , activated remotely, ante-putting a bay as transition element for easy vehicle access emergency such were modeled to provide an adequate solution, minimizing trauma to the user and the patient in order to give quick access and timely care in the hospital.

**Keywords:** Interceptor, bay, rush hour.

## Índice

<b>Introducción</b> .....	17
<b>1. Modelación de alternativas para la recuperación del paso exclusivo para vehículos de atención a emergencias, en la avenida Francisco Fernández de Contreras del municipio de Ocaña, norte de Santander</b> .....	19
1.1 Planteamiento del problema.....	19
1.2 Formulación del problema .....	21
1.3 Objetivos .....	21
1.3.1 Objetivo General.....	21
1.3.2 Objetivo Específicos.....	21
1.4 Justificación .....	22
1.5 Delimitaciones .....	23
1.5.1 Geográficas.....	23
1.5.2 Temporales.....	23
1.5.3 Conceptuales.....	24
1.5.4 Operativas.....	24
<b>2. Marco referencial</b> .....	25
2.1 Marco histórico .....	25
2.2 Marco contextual .....	29
2.3 Marco conceptual.....	29
2.4 Marco teórico .....	33
2.4.1 Aforo.....	34
2.4.2 Dispositivos para la regulación del tránsito.....	37
2.4.3 Herramienta informática VISSIM.....	37
2.5 Marco legal .....	38
<b>3. Diseño metodológico</b> .....	40
3.1 Tipo de investigación.....	40
3.2 Alcance del estudio.....	40
3.3 Muestra .....	40
3.4 Recolección de información .....	41
3.4.1 Trabajo de campo .....	41
3.4.2 Trabajo de oficina.....	41
3.5 Análisis de la información .....	42

3.6 Metodología .....	42
<b>4. Presentación de resultados .....</b>	<b>44</b>
4.1 Realizar la caracterización del flujo vehicular mediante aforos, en el paso ubicado en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras. ....	44
4.2 Analizar estadísticamente la recolección de la información establecida en los aforos realizados en el K050+088 ruta 70 tramo 07, sobre la avenida Francisco Fernández de contreras. ....	47
4.3 Reconocimiento y o caracterización física de la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+88 ruta 70 tramo 07, por medio de un levantamiento topográfico.....	67
4.4 Modelar el flujo vehicular estudiado y las posibles alternativas que mejoren el control de entrada y salida de vehículos de atención a emergencias en el hospital Emiro Quintero Cañizares; utilizando el software VISSIM 7.16. ....	73
4.4.1 Modelación del flujo vehicular actual en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras. ....	73
4.4.2 Planteamiento de alternativa 1. Modificación del interceptor ubicado en el K050+088 ruta 70 tramo 7 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras, del municipio de Ocaña Norte de Santander. ....	101
4.4.3 Planteamiento de alternativa 2. Implementación de un paso elevado en el interceptor ubicado en el K050+088 ruta 70 tramo 7 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras, del municipio de Ocaña Norte de Santander.....	117
4.5 Analizar los resultados obtenidos de la modelación realizada en el software que permita establecer con seguridad la alternativa a aplicar en el lugar objeto de estudio.....	119
4.5.1 Análisis de resultados de la modelación en VISSIM 7 de la situación actual del flujo vehicular presente en la avenida Francisco Fernández de Contreras. ....	119
4.5.2 Modelo de micro-simulación alternativa 1: Rehabilitación del interceptor ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras. ....	129
4.5.3 Modelo de micro-simulación alternativa 2: Creación de un paso elevado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras. ....	132
4.6 Diseñar la señalización tanto vertical como horizontal, para la implementación de dichas alternativas. ....	135
4.6.1 Alternativa 1: Rehabilitación del interceptor ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.....	136
4.6.2 Alternativa 2: Creación de un paso elevado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras. ....	140
<b>5. Conclusiones .....</b>	<b>141</b>
<b>6. Recomendaciones .....</b>	<b>143</b>
<b>7. Referencias bibliográficas.....</b>	<b>144</b>

## LISTA DE FIGURAS

<i>FIGURA 1.</i> CÁMARA DE SEGURIDAD E.D.S. SERVICENTRO AVENIDA.....	45
<i>FIGURA 2.</i> IMAGEN DEL PUNTO DE ESTUDIO K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.....	46
<i>FIGURA 3.</i> ENCABEZADO DEL FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO.....	46
<i>FIGURA 4.</i> VARIACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR MIXTO EN EL SENTIDO SUR-NORTE EN LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 EL DÍA JUEVES 21 DE ABRIL DEL 2016.....	54
<i>FIGURA 5.</i> VARIACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR MIXTO EN EL SENTIDO NORTE-SUR EN LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 EL DÍA JUEVES 21 DE ABRIL DEL 2016.....	55
<i>FIGURA 6.</i> VARIACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR MIXTO EN EL SENTIDO SUR-NORTE EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EL DÍA VIERNES 22 DE ABRIL DEL 2016.....	55
<i>FIGURA 7.</i> VARIACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR MIXTO EN EL SENTIDO NORTE-SUR EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EL DÍA VIERNES 22 DE ABRIL DEL 2016.....	56
<i>FIGURA 8.</i> VARIACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR MIXTO EN EL SENTIDO SUR-NORTE EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EL DÍA SÁBADO 23 DE ABRIL DEL 2016.....	56
<i>FIGURA 9.</i> VARIACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR MIXTO EN EL SENTIDO NORTE-SUR EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EL DÍA SÁBADO 23 DE ABRIL DEL 2016.....	57
<i>FIGURA 10.</i> VARIACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR MIXTO EN EL SENTIDO SUR-NORTE EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EL DÍA DOMINGO 24 DE ABRIL DEL 2016.....	57
<i>FIGURA 11.</i> VARIACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR MIXTO EN EL SENTIDO NORTE-SUR EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EL DÍA DOMINGO 23 DE ABRIL DEL 2016.....	58
<i>FIGURA 12.</i> VARIACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR MIXTO EN EL SENTIDO SUR-NORTE EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EL DÍA LUNES 25 DE ABRIL DEL 2016.....	58
<i>FIGURA 13.</i> VARIACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR MIXTO EN EL SENTIDO NORTE-SUR EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EL DÍA LUNES 24 DE ABRIL DEL 2016.....	59
<i>FIGURA 14.</i> REALIZACIÓN DEL AFORO VEHICULAR A LOS VEHÍCULOS QUE INGRESAN AL HOSPITAL EMIRO QUINTERO CAÑIZARES.....	64
<i>FIGURA 15.</i> REALIZACIÓN DEL AFORO VEHICULAR A LOS VEHÍCULOS QUE INGRESAN AL HOSPITAL EMIRO QUINTERO CAÑIZARES.....	64
<i>FIGURA 16.</i> ESTACIÓN TOPOGRÁFICA UTILIZADA.....	67
<i>FIGURA 17.</i> REALIZACIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 DE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.....	68

<i>FIGURA 18.</i> PLANO TOPOGRÁFICO DEL PUNTO DE ESTUDIO K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.....	69
<i>FIGURA 19.</i> CODIFICACIÓN INTERNACIONAL NORMA RILSA DE LOS MOVIMIENTOS EN UNA INTERSECCIÓN.....	70
<i>FIGURA 20.</i> CODIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR QUE TRANSITA SOBRE EL PUNTO DE ESTUDIO SEGÚN LO ESTABLECIDO EN LA NORMA RILSA.....	71
<i>FIGURA 21.</i> FRAGMENTO DE LA ALTIMETRÍA EN EL PUNTO OBJETO DE ESTUDIO EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.....	72
<i>FIGURA 22.</i> CORTES TRANSVERSALES DEL PLANO TOPOGRÁFICO EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.....	73
<i>FIGURA 23.</i> SELECCIÓN Y CARGA DEL FONDO PARA LA MODELACIÓN.....	74
<i>FIGURA 24.</i> CREACIÓN DE LOS TRAMOS DEL LUGAR DE ESTUDIO EN LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.....	76
<i>FIGURA 25.</i> CREACIÓN DE LOS CONECTORES PARA LA MODELACIÓN.....	77
<i>FIGURA 26.</i> VÍAS Y CONECTORES GENERADOS PARA LA MODELACIÓN DE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.....	78
<i>FIGURA 27.</i> CREACIÓN DE LAS NUEVAS CLASES DE VEHÍCULOS.....	80
<i>FIGURA 28.</i> CREACIÓN DE LOS NUEVOS TIPOS DE VEHÍCULOS.....	80
<i>FIGURA 29.</i> CREACIÓN DE LA NUEVA DISTRIBUCIÓN DE MODELOS.....	81
<i>FIGURA 30.</i> ASIGNACIÓN DE VEHÍCULOS CATEGORÍA AMBULANCIA.....	81
<i>FIGURA 31.</i> ASIGNACIÓN DE VEHÍCULOS CATEGORÍA >C6.....	82
<i>FIGURA 32.</i> ASIGNACIÓN DE PORCENTAJE Y VELOCIDAD POR TIPO DE VEHÍCULO.....	82
<i>FIGURA 33.</i> TRAZADO DE LA RUTA NORTE-SUR SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.....	87
<i>FIGURA 34.</i> TRAZADO DE LA RUTA SUR-NORTE SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.....	88
<i>FIGURA 35.</i> TRAZADO DE LA RUTA PRIMERO DE MAYO-NORTE SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.....	88
<i>FIGURA 36.</i> TRAZADO DE LA RUTA SALIDA HOSPITAL-NORTE SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.....	89
<i>FIGURA 37.</i> CREACIÓN DE LAS ENTRADAS DE VEHÍCULOS SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.....	90
<i>FIGURA 38.</i> ASIGNACIÓN DE LAS ÁREAS DE CONFLICTO EN CORREDOR VIAL ESTUDIADO.....	91
<i>FIGURA 39.</i> ASIGNACIÓN DE LAS ÁREAS DE CONFLICTO EN CORREDOR VIAL ESTUDIADO.....	91
<i>FIGURA 40.</i> ESTABLECIMIENTO DE NODOS EN LA TRANSICIÓN DE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN DIRECCIÓN NORTE A LA VÍA QUE COMUNICA AL HOSPITAL EMIRO QUINTERO CAÑIZARES Y EL RETORNO DEL HOSPITAL HACIA LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN SENTIDO NORTE.....	92
<i>FIGURA 41.</i> ESTABLECIMIENTO DE NODOS EN LA TRANSICIÓN DE LA VÍA PRIMERO DE MAYO A LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN DIRECCIÓN NORTE Y SUR.....	93
<i>FIGURA 42.</i> COMPORTAMIENTOS DE CONDUCCIÓN ESTABLECIDOS POR VISSIM 7.0.....	94
<i>FIGURA 43.</i> CAMBIO DE PARÁMETROS DEL COMPORTAMIENTO URBANO (MOTORIZADO) EN LA OPCIÓN SEGUIMIENTO.....	95
<i>FIGURA 44.</i> CAMBIO DE PARÁMETROS DEL COMPORTAMIENTO URBANO (MOTORIZADO) EN LA OPCIÓN CAMBIO DE CARRIL.....	95

<i>FIGURA 45.</i> CAMBIO DE PARÁMETROS DEL COMPORTAMIENTO URBANO (MOTORIZADO) EN LA OPCIÓN LATERAL.....	96
<i>FIGURA 46.</i> CAMBIO DE PARÁMETROS DEL COMPORTAMIENTO LATERAL MOTOCICLETAS EN LA OPCIÓN SEGUIMIENTO. ....	97
<i>FIGURA 47.</i> CAMBIO DE PARÁMETROS DEL COMPORTAMIENTO LATERAL MOTOCICLETAS EN LA OPCIÓN LATERAL.....	97
<i>FIGURA 48.</i> CAMBIO DE PARÁMETROS DEL COMPORTAMIENTO LATERAL MOTOCICLETAS EN LA OPCIÓN CAMBIO DE CARRIL. ....	98
<i>FIGURA 49.</i> RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO PRESENTES SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS. ....	99
<i>FIGURA 50.</i> ASIGNACIÓN DE PARADAS DEL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO EN LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS. ....	100
<i>FIGURA 51.</i> LONGITUD MÍNIMA DE UN CARRIL DE DESACELERACIÓN. ....	102
<i>FIGURA 52.</i> DIMENSIONES Y TRAYECTORIAS DE GIRO PARA VEHÍCULO LIVIANO.....	103
<i>FIGURA 53.</i> MODIFICACIONES REALIZADAS PARA LA REHABILITACIÓN DEL INTERCEPTOR UBICADO EN EL K050+88 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS. ....	104
<i>FIGURA 54.</i> IDENTIFICACIÓN DE LAS FASES EN EL K050+88 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS. ....	106
<i>FIGURA 55.</i> INCLUSIÓN DE LOS TIEMPOS DE FASES PARA EL DISPOSITIVO DE CONTROL VEHICULAR (SEMÁFORO) EN EL K050+88 RUTA 70 TRAMO 07.....	116
<i>FIGURA 56.</i> VISTA DE LOS SEMÁFOROS IMPLEMENTADOS EN VISSIM 7 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS. ....	116
<i>FIGURA 57.</i> CREACIÓN DEL CARRIL DE DESACELERACIÓN Y PASO ELEVADO EN EL K050+88 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.....	118
<i>FIGURA 58.</i> SIMULACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS. ....	119
<i>FIGURA 59.</i> RESULTADOS DE LOS NODOS EN LA MODELACIÓN DE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN VISSIM 7.....	121
<i>FIGURA 60.</i> RUTAS ANALIZADAS EN EL NODO PRIMERO DE MAYO. ....	122
<i>FIGURA 61.</i> SIMULACIÓN DEL PASO ELEVADO UBICADO EN EL K050+88 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.....	133
<i>FIGURA 62.</i> DESCRIPCIÓN DE BARRERAS PARA INDICAR LA APROXIMACIÓN DE TRENES.....	139

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. <i>NORMAS TÉCNICAS A SEGUIR EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....</i>	39
TABLA 2. <i>COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE VEHICULOS MIXTOS EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN EL SENTIDO NORTE-SUR EL DÍA 21 DE ABRIL DE 2016. ....</i>	48
TABLA 3. <i>COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE VEHICULOS MIXTOS EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN EL SENTIDO SUR-NORTE EL DÍA 22 DE ABRIL DE 2016. ....</i>	48
TABLA 4. <i>COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE VEHICULOS MIXTOS EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN EL SENTIDO NORTE-SUR EL DÍA 22 DE ABRIL DE 2016. ....</i>	49
TABLA 5. <i>COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE VEHICULOS MIXTOS EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN EL SENTIDO SUR-NORTE EL DÍA 23 DE ABRIL DE 2016. ....</i>	49
TABLA 6. <i>COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE VEHICULOS MIXTOS EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN EL SENTIDO NORTE-SUR EL DÍA 23 DE ABRIL DE 2016. ....</i>	50
TABLA 7. <i>COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE VEHICULOS MIXTOS EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN EL SENTIDO SUR-NORTE EL DÍA 24 DE ABRIL DE 2016. ....</i>	50
TABLA 8. <i>COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE VEHICULOS MIXTOS EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN EL SENTIDO NORTE-SUR EL DÍA 24 DE ABRIL DE 2016. ....</i>	51
TABLA 9. <i>COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE VEHICULOS MIXTOS EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN EL SENTIDO SUR-NORTE EL DÍA 25 DE ABRIL DE 2016. ....</i>	51
TABLA 10. <i>COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE VEHICULOS MIXTOS EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN EL SENTIDO NORTE-SUR EL DÍA 25 DE ABRIL DE 2016. ....</i>	52
TABLA 11. <i>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE TRANSITO PROMEDIO DIARIO (TPD) EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN EL SENTIDO SUR-NORTE. ....</i>	53
TABLA 12. <i>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE TRANSITO PROMEDIO DIARIO (TPD) EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN EL SENTIDO NORTE-SUR. ....</i>	53
TABLA 13. <i>HORA DE MÁXIMA DEMANDA EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN LAS DIRECCIONES NORTE Y SUR EL DÍA 21 DE ABRIL DEL 2016. ....</i>	60
TABLA 14. <i>HORA DE MÁXIMA DEMANDA EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN LAS DIRECCIONES NORTE Y SUR EL DÍA 22 DE ABRIL DEL 2016. ....</i>	61



TABLA 15. <i>HORA DE MÁXIMA DEMANDA EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN LAS DIRECCIONES NORTE Y SUR EL DÍA 23 DE ABRIL DEL 2016.</i> .....	61
TABLA 16. <i>HORA DE MÁXIMA DEMANDA EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN LAS DIRECCIONES NORTE Y SUR EL DÍA 24 DE ABRIL DEL 2016.</i> .....	62
TABLA 17. <i>HORA DE MÁXIMA DEMANDA EN EL K050+088 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN LAS DIRECCIONES NORTE Y SUR EL DÍA 25 DE ABRIL DEL 2016.</i> .....	62
TABLA 18. <i>CANTIDADES Y PORCENTAJES VEHICULARES DESPRECIANDO EL SERVICIO PÚBLICO EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA EN DIRECCIÓN SUR.</i> .....	83
TABLA 19. <i>CANTIDADES Y PORCENTAJES VEHICULARES DESPRECIANDO EL SERVICIO PÚBLICO EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA EN DIRECCIÓN NORTE.</i> .....	84
TABLA 20. <i>PORCENTAJE VEHICULAR 15 MINUTOS PREVIOS A LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA (H.M.D.) EN DIRECCIÓN NORTE.</i> .....	85
TABLA 21. <i>PORCENTAJE VEHICULAR 15 MINUTOS PREVIOS A LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA (H.M.D.) EN DIRECCIÓN SUR.</i> .....	85
TABLA 22. <i>PORCENTAJE VEHICULAR 15 MINUTOS PREVIOS A LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA (H.M.D.) EN LA VÍA PRIMERO DE MAYO.</i> .....	86
TABLA 23. <i>PORCENTAJE VEHICULAR 15 MINUTOS PREVIOS A LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA (H.M.D.) EN LA VÍA PRIMERO DE MAYO.</i> .....	86
TABLA 24. <i>VEHÍCULOS EQUIVALES SEGÚN ESTUDIO DE TRÁNSITO EN LA CIUDAD DE MÉXICO.</i> .....	108
TABLA 25. <i>VEHÍCULOS EQUIVALENTES DE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS EN DIRECCIÓN SUR-NORTE.</i> .....	108
TABLA 26. <i>TIEMPOS DE LAS FASES ASIGNADAS EN EL K050+88 RUTA 70 TRAMO 07 EN LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.</i> .....	111
TABLA 27. <i>TIEMPOS IMPLEMENTADOS PARA LAS FASES DE LA ALTERNATIVA 1: REHABILITACIÓN DEL INTERCEPTOR UBICADO EN EL K050+88 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.</i> .....	115
TABLA 28. <i>COMPORTAMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR EN LOS DESVÍOS O CONECTORES DE SALIDA O ENTRADA DE VEHÍCULOS EN LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.</i> .....	123
TABLA 29. <i>DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ERROR ENTRE EL VOLUMEN REAL Y EL VOLUMEN TEÓRICO HALLADO.</i> .....	124
TABLA 30. <i>CANTIDAD DE VEHÍCULOS, RETARDOS VEHICULARES PROMEDIO Y PARADAS PROMEDIO DETERMINADOS EN VISSIM 7.</i> .....	125
TABLA 31. <i>LONGITUDES DE COLAS PROMEDIOS Y MÁXIMAS PROMEDIOS PRESENTES EN LA INTERSECCIÓN PRIMERO DE MAYO- AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.</i> .....	126
TABLA 32. <i>DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS DE VIAJE DE LAS AMBULANCIAS EN EL RECORRIDO AVENIDA (NORTE-SUR)- RETORNO PRIMERO DE MAYO- AVENIDA (SUR-NORTE)- HOSPITAL.</i> ....	127
TABLA 33. <i>COMPARACIÓN DE TIEMPOS ENTRE LA MODELACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL, TIEMPOS REALES Y LA MICRO-SIMULACIÓN DE LA REHABILITACIÓN DEL INTERCEPTOR ESTUDIADO.</i> .....	130
TABLA 34. <i>LONGITUDES DE COLAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS GENERADAS POR EL SEMÁFORO EN EL K050+88 TRAMO 07 RUTA 70 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.</i> ....	131
TABLA 35. <i>MEDICIÓN DE LOS RETARDOS VEHICULARES Y PARADAS GENERADA POR EL PASO ELEVADO UBICADO EN EL K050+88 RUTA 70 TRAMO 07 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS.</i> .....	134

TABLA 36. *TIEMPOS DE VIAJE DE LA ALTERNATIVA 2 (PASO ELEVADO) COMPARADOS CON LOS TIEMPOS DE VIAJE DE LA MODELACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL SOBRE LA AVENIDA DE ESTUDIO.....* 135

## Introducción

La movilidad urbana debe ser sinónimo de orden y seguridad en las calles de cualquier lugar del mundo, por tal motivo es importante recalcar las características de las vías; su comportamiento, uso, geometría, topografía, tipos de vehículos que la transitan e incluso el clima que influye en la zona, entre otros. El estudio de la movilidad va más allá de observar y preocuparse por la congestión que se genera en un corredor vial en puntos específicos; es estudiar, analizar, evaluar, emitir un concepto técnico de su estado, su composición y las posibles soluciones que mejoren representativamente el tránsito vehicular.

Un corredor vial generalmente debe tener la capacidad estructural y geométrica para que en esta se movilice un flujo vehicular en un estado normal de forma óptima y además capaz de asimilar eventos fortuitos, en la avenida Francisco Fernández de Contreras en el municipio de Ocaña, departamento de Norte de Santander deberían aplicar todas las características que se nombraron anteriormente; sin embargo este no es el caso porque su flujo vehicular no está en capacidad de dar paso prioritario a vehículos de emergencia lo cual es un evento fortuito con el fin de transportar pacientes que por enfermedades o accidentes deben ser atendidos oportunamente, generalmente estas situaciones se presentan por desconocimiento del comportamiento de conducción que se debe tomar en estos casos por parte de la población ocañera generando un problema cultural con respecto a este tema. De acuerdo con el estudio de dicha avenida su caracterización y recopilación de información, hace evidente las dificultades mencionadas con relación a las ambulancias que por mucho tiempo se han manifestado en este corredor vial, una de ellas es un interceptor ubicado en la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+88 ruta 70 tramo 07; el cual se encuentra obstruido por maletines plásticos que actúan como separador debido a que en años atrás este interceptor era foco de accidentalidad cuando el paso se encontraba habilitado, obligando a los vehículos de emergencia hacer un recorrido mucho mayor, privando al paciente de una atención rápida y oportuna.

Por tal motivo y con la intención de rehabilitar este interceptor o generar otras alternativas que permitan mejorar el traslado de pacientes hacia el principal centro de salud de la

región, es necesario hacer uso de herramientas informáticas que permitan recrear el comportamiento del corredor vial en estudio de forma virtual. Por tal motivo VISSIM 7 es el software que permitirá llevar a cabo la modelación de la avenida Francisco Fernández de Contreras la cual incluye el interceptor ubicado en el K050+88 sobre la misma, el cual por medio de la inclusión de una serie de parámetros que arrojaran resultado permitiendo emitir un concepto que satisfaga las necesidades de dicha avenida generando un bienestar para la sociedad en general y principalmente del paciente.

# **1. Modelación de alternativas para la recuperación del paso exclusivo para vehículos de atención a emergencias, en la avenida Francisco Fernández de Contreras del municipio de Ocaña, norte de Santander.**

## **1.1 Planteamiento del problema**

El municipio de Ocaña se encuentra ubicado en el departamento de Norte de Santander, con una población urbana de 98.229 habitantes según la proyección del DANE para el 2015, siendo este comunicado por carreteras nacionales con Bucaramanga, Cúcuta, y Santa Marta. Sin embargo, este municipio también es conocido como la provincia de Ocaña la cual está conformada por los municipios de La Playa de Belén, Abrego, Convención, San Calixto, Teorama, El Carmen, Hacarí, El Tarra, La Esperanza, y Cachira; catalogando a Ocaña como el máximo centro de comercio, cultura, educación, y tecnología de la región del Catatumbo. No obstante, podemos adicionar a la lista anterior los municipios del sur del Cesar como Rio de Oro, Aguachica, Gonzales, Pailitas, Pelaya, San Martin, La Gloria y San Alberto entre otros, debido a su relación directa en diferentes aspectos con el municipio de Ocaña. Considerando la intervención de todos estos municipios mencionados anteriormente cercanos a Ocaña, es posible justificar el crecimiento acelerado de la región, ocasionando ventajas y desventajas para la población Ocañera.

Debido a ello una de las desventajas del crecimiento de la población es la congestión vial, siendo esta una preocupación de los usuarios de la red vial del municipio debido al caos vehicular que se presenta en diferentes puntos de la región y de igual manera para las autoridades de tránsito. Es interesante examinar el problema también desde la movilidad de los sistemas de emergencia y organismos de orden público, los cuales utilizan los corredores viales del municipio para dar soluciones a los casos de atención inmediata que se presentan en este ámbito. Por tal motivo es necesario dar prioridad a los vehículos de atención a emergencias y de orden público al acceso de la entrada principal del centro hospitalario de la región, el cual es un paso especial para este tipo de vehículos a disposición de los organismos mencionados, ubicado en el

K050+088 ruta 70 tramo 7 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras, y así tener como destino directamente en la dirección norte-sur el hospital Emiro Quintero Cañizares.

Si echamos un vistazo en la antigüedad, este paso era utilizado por los vehículos de emergencias para tener un acceso directo al centro médico, con lo cual se reducían los tiempos de traslado del paciente generando una oportuna atención del mismo, y toda la comunidad que pudiera ser atendida por estos medios. Aunque este paso vehicular solo era autorizado para ser utilizado por vehículos de emergencia; usuarios particulares (Automóviles y Motocicletas), veían en este punto la oportunidad de reducir distancias de recorrido, al momento de realizar los retornos correspondientes en la dirección norte-sur y viceversa; creando en su momento un foco de accidentalidad debido a las imprudencias presentadas por parte de los conductores, pero no obstante esta situación se presenta también debido al descuido de las administraciones locales por mejorar este acceso, ignorando el beneficio común que prestaba este paso a los vehículos de atención a emergencias.

Cabe señalar que debido a los problemas presenciados, la administración local en procura de garantizar seguridad vial a los usuarios; decide inhabilitar por tiempo indefinido este paso sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+88 ruta 70 tramo 07, a los vehículos de emergencia, organismos de orden público, y los automóviles particulares que de manera irresponsable utilizaban dicha intersección, y siendo estos los principales causantes de la determinante decisión por parte de las autoridades. Se observa en la actualidad, que este paso se encuentra obstruido por una barrera de protección vial (Maletines de Plástico). Cerrado este acceso, aumenta el recorrido y a su vez el tiempo de desplazamiento, dificultando la eficaz atención de los pacientes y en consecuencia el difícil acceso al hospital Emiro Quintero Cañizares, cuyas labores son de gran beneficio para la comunidad Ocañera.

## 1.2 Formulación del problema

¿En qué aspectos el cierre del paso ubicado en el K050+088 ruta 70 tramo 07, sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras, genera dificultades en el momento de atender emergencias que requieran traslados oportunos hacia el hospital Emiro Quintero Cañizares?

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo General.

Realizar la modelación de alternativas con el software VISSIM, para la posible recuperación del paso exclusivo de vehículos para la atención de emergencias en la avenida Francisco Fernández de Contreras.

### 1.3.2 Objetivo Específicos.

- Realizar la caracterización del flujo vehicular mediante aforos, en el paso ubicado en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.
- Analizar estadísticamente la recolección de la información establecida en los aforos realizados en el K050+088 ruta 70 tramo 07, sobre la avenida Francisco Fernández de contreras.
- Reconocimiento y o caracterización física de la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+88 ruta 70 tramo 07, por medio de un levantamiento topográfico.
- Modelar el flujo vehicular estudiado y las posibles alternativas que mejoren el control de entrada y salida de vehículos de atención a emergencias en el hospital Emiro Quintero Cañizares; utilizando el software VISSIM 7.16.

- Analizar los resultados obtenidos de la modelación realizada en el software que permita establecer con seguridad la alternativa a aplicar en el lugar objeto de estudio.
- Diseñar la señalización tanto vertical como horizontal, para la implementación de dicha alternativa.

#### **1.4 Justificación**

Los traumatismos causados por la congestión vial pueden prevenirse, los estudios sugieren la investigación, el análisis y puntos de hipótesis para eventuales soluciones; los cuales son componentes importantes en el estudio de flujos vehiculares, por ello es necesario relacionar movilidad con pacientes en estado de emergencia, que requieren ser atendidos en el lugar más cercano y en el menor tiempo posible.

Teniendo en cuenta el comportamiento natural de un flujo vehicular en cualquier parte del mundo, nos vamos al caso particular de la movilidad en el municipio de Ocaña, en donde se observa que al transitar por algunos sectores como es el caso de la avenida Francisco Fernández de Contreras encontramos un flujo vehicular de gran magnitud; dificultando la movilidad de los vehículos de emergencia hacia el hospital Emiro Quintero Cañizares generando la necesidad de acortar los tiempos de recorrido por medio de la habilitación del paso especial para estos, ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07, sobre la misma avenida.

Se deduce entonces la importancia de la recuperación del interceptor generando un acceso rápido y de forma segura hacia la entidad prestadora de salud, y de esta manera mejorar el accionar de los sistemas de emergencia en conjunto con el hospital; aprovechando los tiempos reducidos de desplazamiento, preservando la vida del paciente, además de atender posibles casos de alteración del orden público en dicha entidad.



Ocasionalmente es conveniente instalar dispositivos tecnológicos o señales verticales y horizontales, para mantener el movimiento progresivo de los vehículos a lo largo de una vía. En la práctica, la incorporación del semáforo permite que la formación de los vehículos se mantenga compacta, asegurando así que una buena parte del flujo se vea favorecida con la medida. Este criterio, válido para la generalidad de los vehículos, debe ser revisado cuando haya presencia significativa de transporte de vehículos de emergencia. En tal caso es muy difícil que estos puedan mantenerse o detenerse en la formación con los automóviles, ya que deben desplazarse de manera continua, rápida para la atención de dicho paciente.

La implementación de estos dispositivos, aplicado al flujo vehicular, implica realizar estudios de ingeniería de tránsito que garanticen un adecuado funcionamiento, con el fin de dar paso prioritario a vehículos de emergencia desde el punto de vista de seguridad y movilidad. Estos estudios comprenden las características físicas y las condiciones del tránsito del sitio y zona de influencia.

## **1.5 Delimitaciones**

### **1.5.1 Geográficas.**

El sistema prioritario para la movilidad de equipos de emergencia, se encuentra ubicado en el sector de la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+088, vía nacional con paso urbano en el municipio de Ocaña, norte de Santander.

### **1.5.2 Temporales.**

El objeto de la investigación tomará como punto de partida desde el mes septiembre del 2015 a enero del 2016, por considerar ser un periodo que permitirá establecer los objetivos planteados.

### **1.5.3 Conceptuales.**

Este proyecto estará delimitado por los conocimientos adquiridos en la universidad, con respecto a los conceptos de movilidad, espacio público, estudios técnicos en el área de vías, tránsito, transporte y además se tendrán en cuenta los resultados arrojados por la modelación realizada en un software, para el diseño de alternativas operacionales en punto de estudio. Todo esto estará fundamentado en un documento, donde se plasmarán todos los procesos teniendo en cuenta los criterios ya antes mencionados; apoyados por los conocimientos brindados del director del proyecto.

### **1.5.4 Operativas.**

La universidad Francisco de Paula Santander Ocaña brindara asesoría en trabajos que se realizaran en levantamiento topográfico, conteos de vehículos, modelación en el software VISSIM adquirido por la UFPS Ocaña para hacer la modelación de alternativas de recuperación del paso exclusivo para vehículos de emergencia.

## 2. Marco referencial

### 2.1 Marco histórico

Desde que surge la necesidad de atender los problemas de salud en la sociedad ya sean por causa de enfermedad o accidentes, el ser humano ha tenido que desplazarse de un lugar a otro y así considerar la posibilidad de mejorar su estado de salud; por estos motivos el traslado de las personas hacia centros especializados ha tomado cada vez más importancia en el transcurrir de los años. Sin embargo, se debe tener en consideración el aporte indiscutido de la movilidad y los medios de transporte, en el aumento de los tiempos de desplazamiento para la oportuna atención de las emergencias.

Existe evidencia que el traslado de pacientes lesionados se inició en los tiempos bíblicos y que más adelante en los siglos 18 y 19 se utilizaron diferentes tipos de vehículos para el transporte de enfermos (carruajes tirados por caballos, globos de aire caliente; en 1870 durante el sitio de París por los prusianos, se transportaron exitosamente 160 soldados y civiles por aire), carros de ferrocarril y más adelante helicópteros y aviones. La creación de un servicio de atención pre-hospitalaria correspondió al cirujano de los ejércitos napoleónicos Jean Dominique Larrey (Cruz, Borja & Arzola, 2006).

Desde 1986 cuando, ocurre la primera muerte causada por vehículo en el mundo, lo que produjo una gran transformación que se ha experimentado en la movilidad de las personas, y aunque se han mejorado las condiciones de vida, también han incrementado los factores de riesgo para la vida humana causando lesiones y muertes (Santiago, 2014).

Aunque la atención y el transporte inmediato de personas con afectaciones en la salud y las implicadas en incidentes o accidentes en el trabajo o en cualquier vía pública del mundo se ven afectados por el crecimiento implacable del parque automotor a través del tiempo, se considera que la congestión vehicular es un tema de preocupación a nivel mundial, debido al

creciente uso del vehículo privado que garantice la posibilidad de un transporte flexible para la satisfacción de las necesidades particulares. Es evidente que este fenómeno es causante de muchos factores negativos en la movilidad y transporte para la realización de cualquier actividad.

A mediados de la década de 1970, en países desarrollados como Singapur, China (Hong Kong), Trondheim y algunas ciudades escandinavas; comienzan a implementar tarifas de cobro a vehículos que pretenden ingresar a partes céntricas o zonas urbanas de dichas ciudades; con el fin de mitigar la congestión vehicular y recolectar dinero para realizar inversiones en vialidad o para subsidiar el transporte colectivo, fortaleciendo su papel en el control de la congestión y la movilidad (Quintana, 2009).

Al llegar a este punto, se deben definir alternativas que estén de acuerdo en el hecho de que la movilidad es uno de los derechos fundamentales de los ciudadanos. Lo que indica que cualquier política de transporte que se diseñe y promueva debe garantizar dichos derechos, buscando minimizar los tiempos de desplazamiento y reducir los efectos negativos derivados, teniendo en cuenta las necesidades y restricciones de los habitantes, dando libertad en la elección del modo de transporte. De manera que el análisis coste-beneficio que debe acompañar cualquier propuesta política en el ámbito de la movilidad, resulte equilibrado en sus tres componentes principales, esto es: el medioambiental, social y económico (Acebrón, 2010).

Se puede relacionar todo lo mencionado anteriormente como un fenómeno que desde años atrás y debido a su constante crecimiento afecta directamente la movilidad para llegar al sitio de urgencia para estabilizar a las personas mediante procesos pre-hospitalarios; la misma dificultad se presenta al transportar a los pacientes en vehículos de emergencia cuando son trasladados a centros asistenciales y de esta manera ser atendidos de forma inmediata.

Según estudios de la Organización Mundial de la Salud (OMS), las muertes por accidentes de tránsito se encuentran registradas entre las 10 causas de morbi-mortalidad en el mundo, junto a enfermedades como el VIH/SIDA, accidente cerebrovascular, infecciones respiratorias inferiores, enfermedades diarreicas, entre otras. Las muertes por accidentes de tránsito registran 1'300.000 víctimas mortales entre los años 2000 y 2012, por encima de las

muertes causadas por la enfermedad cardiopatía isquémica; convirtiéndose en un problema de salud pública (OMS, 2014).

Por tal motivo, el transporte de lesionados en el menor tiempo por medio de vehículos de emergencia es fundamental para salvar la vida de las personas afectadas, es así que Agudelo, Sierra, Orjuela, Gonzales & Bermúdez (2013) afirman:

“las muertes tardías, que representan un 20% de las víctimas de alta energía, solo pueden evitarse mediante un tratamiento pertinente y un transporte adecuado a un hospital acorde a la necesidad del paciente, recibiendo un tratamiento definitivo. En el ámbito pre hospitalario se describe el tiempo de tratamiento desde la llegada al lugar del incidente hasta la remisión y entrega del paciente en el servicio de urgencias, el cual fue descrito por Cowley, fundador del Maryland Institute of Emergency Medical Services, uno de los primeros centros de atención al trauma de EE.UU. que describió y definió la “hora dorada” a partir de investigaciones, de las cuales concluyó que los pacientes que recibieron una asistencia definitiva poco tiempo después de una lesión, mejoraron la tasa de supervivencia. (p.6)

Basándose en lo anterior es indispensable emprender acciones que garanticen u optimicen el transporte de pacientes lesionados o enfermos de forma rápida a centros hospitalarios.

Es posible afirmar que la recopilación de todas las variables que influyen en el transporte de los pacientes como la congestión vehicular, velocidad, clima, entre otras; incluidas dentro de una simulación, nos dan a conocer con detalles el comportamiento del flujo vehicular en un punto determinado. Según Henderson & Mason (2004) afirman:

(...) Mediante la manipulación de los parámetros de la simulación, es posible abordar, de una manera cuantitativa, muchas de las cuestiones mencionadas anteriormente. La flexibilidad de simulación de eventos discretos significa que uno puede evitar la simplificación de los supuestos que de otra forma se necesitan para obtener predicciones de medida de rendimiento que utilizan otros métodos, como la teoría de colas o análisis de la cadena de Markov. Tal vez la mayor ventaja de la simulación es que es fácil de explicar como una herramienta de decisión de los directivos y el personal de primera

línea, de modo que después de que entienden el modelo, ponen una gran importancia en sus resultados. (p.79)

Cuando todos estos factores que intervienen en la simulación, arrojan datos tanto positivos como negativos; se pueden generar resultados importantes que predicen el comportamiento de un determinado flujo vehicular.

Cabe resaltar que todo lo mencionado con anterioridad, puede ser observado y al mismo tiempo aplicado en muchos aspectos al municipio de Ocaña norte de Santander. La provincia de Ocaña como también es conocida, fue direccionada desde su fundación a ser el centro de abastecimiento de todas las poblaciones cercanas a ésta; originando un crecimiento urbano constante desde aquella época hasta la actualidad. Debido a esto se hace importante la fundación de un hospital local en el año 1945 con el fin de atender las necesidades médicas y psiquiátricas de la región, el cual con el tiempo fue cambiando de nombre hasta 1955; año en el cual por intermedio del Dr. Emiro Quintero Cañizares siendo este secretario de salud de la época gestiona la construcción del hospital que lleva su nombre, en el lugar donde hoy se encuentra.

Es importante mencionar que el municipio de Ocaña cuenta desde muchos años con una red vial de tipo terciario colonial, además de una vía primaria de carácter nacional que lo comunica con la capital del departamento; la cual a su vez tiene una cercanía en dirección este con el hospital Emiro Quintero Cañizares, siendo esta la ruta de acceso a dicho lugar.

En la actualidad, el municipio de Ocaña cuenta con un parque automotor muy elevado el cual dificulta en muchos aspectos la movilidad en la región. Uno de estos aspectos es la creciente tasa de accidentalidad, ocasionando un despliegue inmediato de vehículos ambulatorios y a su vez de control al lugar del accidente para la atención pre-hospitalaria, y así realizar el traslado oportuno a un centro médico asistencial. Con lo anterior es posible tener una perspectiva del gran problema que afecta la región en lo que respecta a la movilidad de la población, y la necesidad inmediata de realizar estudios que permitan cuantificar y caracterizar los flujos vehiculares los

cuales permitirán la modelación en herramientas informáticas que brinden una solución oportuna a los problemas de movilidad presenciados en la ciudad.

Por tal motivo a nivel local, en Ocaña fue realizado un trabajo de investigación, el cual consistió en modelar a través de VISSIM 5.3 el flujo vehicular presente en la avenida Francisco Fernández de Contreras con el fin de implementar una serie de dispositivos de control que permiten garantizar la seguridad en este corredor vial; además plantear alternativas de solución que mediante una micro-simulación arroje resultados certeros que permitan plantear solución a los puntos críticos con respecto a la movilidad de dicha avenida (Lopez & Vergel, 2013).

## **2.2 Marco contextual**

El estudio se realizara sobre la Avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+088 en el municipio de Ocaña, Norte de Santander, la cual es una vía nacional; clasificada según el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) como una carretera de nivel primario; este punto de referencia se toma de unas mediciones hechas por los autores del proyecto a partir de una señalización conocida como el PR-50, el cual se encuentra sobre esta misma vía que comunica al municipio de Ocaña con la capital del departamento San José de Cúcuta y de igual manera al departamento del Cesar. Sobre esta avenida se encuentra ubicado el interceptor o paso obligado para los vehículos de emergencias el cual es tema de estudio.

## **2.3 Marco conceptual**

Las siguientes definiciones fueron citadas del Instituto Nacional de Vías, las cuales se encuentran en el manual realizado por este mismo ente; llamado “Manual de diseño geométrico de carreteras” del 2008. A continuación se definirán los siguientes términos:

**Vía nacional:** según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Instituto nacional de Vías (INVIAS), Corresponde a las carreteras de interés nacional conformada por los principales

ejes longitudinales y transversales. Sirve como elemento receptor de las carreteras Departamentales o Regionales y de las carreteras Vecinales o Rurales.

**Vía Primaria:** según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Instituto nacional de Vías (INVIAS) se definen como troncales, y accesos a capitales de Departamentos que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de este con los demás países. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas según las exigencias particulares del proyecto.

**Separador:** según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Instituto nacional de Vías (INVIAS) es definida como zona verde o zona dura colocada paralelamente al eje de la carretera, para separar direcciones opuestas de tránsito (separador central o mediana) o para separar calzadas destinadas al mismo sentido de tránsito (calzadas laterales).

**Señalización vertical:** según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Instituto nacional de Vías (INVIAS) son las placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.

**Cruce o intersección de vías.:** Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Instituto nacional de Vías (INVIAS), está definido como el área de uso público formada por la intersección de dos o más vías.

**Dispositivos para la regulación del tránsito.** Son los mecanismos físicos o marcas especiales, que indican la forma correcta como deben circular los usuarios de las calles y carreteras. Los mensajes de los dispositivos para la regulación del tránsito se dan por medio de símbolos, elementos y leyendas de fácil y rápida interpretación.



**Tránsito:** Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Instituto nacional de Vías (INVIAS), es definido como la acción de desplazamiento de personas, vehículos y animales por las vías.

**Calzada:** Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Instituto nacional de Vías (INVIAS) es la zona de la vía destinada a la circulación de los vehículos.

**Priorización de los movimientos:** Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Instituto nacional de Vías (INVIAS), se refiere a los movimientos más importantes deben tener preferencia sobre los secundarios. Esto obliga a limitar los movimientos secundarios con señales adecuadas, reducción de ancho de vía e introducción de curvas de Radio pequeño. Eventualmente, convendría eliminarlos totalmente.

**Separadores de calzada:** Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Instituto nacional de Vías (INVIAS), se refiere a los separadores son por lo general zonas verdes o zonas duras colocadas paralelamente al eje de la carretera, para separar direcciones opuestas de tránsito (separador central o mediana) o para separar calzadas destinadas al mismo sentido del tránsito (calzadas laterales).

**Visibilidad:** Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Instituto nacional de Vías (INVIAS) afirma, la velocidad de los vehículos que acceden a la intersección debe limitarse en función de la visibilidad, incluso llegando a la detención total. Entre el punto en que un conductor pueda ver a otro vehículo con preferencia de paso y el punto de conflicto debe existir, como mínimo, la distancia de parada.

**Ambulancia:** La Real Academia de la Lengua Española la define como un vehículo destinado al transporte de heridos y enfermos, y de elementos de cura y auxilio. Según la Norma Técnica Colombiana es un vehículo de emergencia autorizado para transitar con prioridad de acuerdo con la condición del paciente y acondicionada de manera especial y exclusiva para el transporte de pacientes, con recursos humanos y técnicos calificados para la atención y beneficio de aquellos.

Es un vehículo automotor y como tal está regido por las normas nacionales pertinentes, expedidas por el Ministerio de Transporte, sin poseer ningún beneficio adicional al designado en esta definición. Por tanto, no tiene ninguna prerrogativa diferente a la de ser un vehículo con circulación prioritaria (ICONTEC, 2007).

**Transporte:** este término está definido como la acción y resultado de transportar, y en el orden del transporte público se dice que es el medio de locomoción utilizado para trasladar personas o cosas.

**Simulador:** es un aparato, por lo general informático, que permite la reproducción de un sistema. Los simuladores reproducen sensaciones que en realidad no están sucediendo. Según un estudio realizado por (Estrada & Saucedo, 2012) afirman que un simulador pretende reproducir tanto las sensaciones físicas (velocidad, aceleración, percepción del entorno) como el comportamiento de los equipos de la máquina que se pretende simular. Para simular las sensaciones físicas se puede recurrir a complejos mecanismos hidráulicos comandados por potentes ordenadores que mediante modelos matemáticos consiguen reproducir sensaciones de velocidad y aceleración. Para reproducir el entorno exterior se emplean proyecciones de bases de datos de terreno. A este entorno se le conoce como "Entorno Sintético". (p.17)

**Movilidad:** La Real Academia de la Lengua Española la define como la cualidad de movable. Según un estudio realizado por (Monsalve, 2012), la movilidad es un concepto vinculado a las personas o mercancías que desean desplazarse o que se desplazan; se utiliza para expresar la facilidad de desplazamiento, o como medida de los propios desplazamientos realizados (pasajeros-Km., toneladas-Km.). Los múltiples sectores urbanos, los servicios económicos y sociales que presta una ciudad, así como la integración con otros contextos de carácter metropolitano, regional, nacional e internacional generan necesidades de interacción que deben ser satisfechas a través de medios de movilidad. (p.14)

**Accidente de tránsito:** hecho o circunstancia no intencional que ocurre en la vía pública, cuando el usuario (peatón – conductor- acompañante – pasajero) se encuentra circulando y, que por una alguna circunstancia (personal, de la vía o del vehículo) sufre daño (psíquico, - físico – material) (Rey, 2005).

**Riesgo:** La Real Academia de la Lengua Española lo define contingencia o proximidad de un daño. En el orden del estudio de tránsito se define como una situación adversa y vulnerable a la que expone una persona o una sociedad, por falta de previsión, protección y educación (Rey, 2005).

**Componentes transitorios:** Asignación personal dada a los elementos del mobiliario urbano en función de su permanencia temporal efímera en las vías (Rey, 2005).

**Transporte primario:** según la Norma Técnica Colombiana (NTC 3729) es definido como el traslado de pacientes del lugar de ocurrencia del episodio patológico al hospital (ICONTEC, 2007).

**Transporte secundario:** según la Norma Técnica Colombiana (NTC 3729) es definido como el traslado interhospitalario de pacientes, el traslado de estos hacia sus domicilios y/o transporte de pacientes limitados que no puedan movilizarse por sus propios medios y no presenten patología de urgencia (ICONTEC, 2007).

## 2.4 Marco teórico

Debido al creciente número del parque automotor a nivel mundial, se hace visible el problema de movilidad que enfrenta la población civil en la realización de cualquier actividad; estas dificultades también recaen en la capacidad de la vía que recibe determinado flujo vehicular para el cual no estaba diseñada. Por tal motivo es necesario implementar medidas de regulación

vehicular y con ello dar prioridad a la movilidad de vehículos de emergencia que permitan preservar la vida de las personas, además de garantizar el derecho a la movilidad.

Sin embargo, se debe tener en cuenta al momento de implementar políticas de movilidad, se deben realizar una serie de estudios que permitan identificar el grado de viabilidad de dicha política. Para estos estudios se tendrán en cuenta teorías y simulaciones computacionales que dan soporte científico aumentando la credibilidad y confianza a la posible solución. Esta confianza parte de la información recolectada en campo, una de ellas es el volumen vehicular; el cual muestra el comportamiento natural del flujo vehicular estudiado.

#### **2.4.1 Aforo**

Para la realización de este proyecto de investigación es fundamental analizar las características del tránsito vehicular que se enfrenta, por estos motivos se deben realizar aforos que permitan determinar el número de vehículos que transita cotidianamente esta vía, además de establecer la tipología del tránsito vehicular para poder determinar variables que nos permitan recrear la realidad por medio de herramientas informáticas.

Sin embargo, son muchas las razones por las cuales se realizan aforos vehiculares, en pro de determinan variables que permitan estudiar en profundidad el flujo vehicular de interés en un lugar específico. Algunas de ellas son:

**Determinar el Trafico Promedio Diario Anual (TPDA)**, es el promedio de 24 horas de conteo efectuados cada día en un año. El TPDA se utiliza en varios análisis de tráfico y transporte para:

- Estimación del número de usuarios en una carretera.

- Compuo de los índices de accidentes.
- La evaluación de la viabilidad económica de la carretera proyectada.
- Desarrollo de autopistas y sistemas arteriales de calles.
- Desarrollo de programas de mejora y mantenimiento.

**Determinar el Trafico Promedio Diario (TPD)**, que es el promedio de 24 horas de conteo efectuados en un número de días mayor a 1 pero menor a 1 año. El TPD se puede utilizar para:

- Planeamiento de las actividades de la carretera.
- Medición de la demanda actual.
- Evaluación del flujo de tráfico existente.

**Determinar el Volumen Pico Horario (VPH)**, que es el número máximo de vehículos que pasan por un tramo de carretera durante un periodo de 60 minutos consecutivos. El VPH se utiliza para:

- Clasificaciones funcionales de las carreteras.
- Diseño de las características geométricas de la carretera, por ejemplo, número de carriles, señalización de intersecciones o canalización.
- Análisis de la capacidad.
- Desarrollo de programas relacionados con las operaciones del tráfico, por ejemplo,

sistemas de una calle unidireccional o el encaminamiento del tráfico.

- Desarrollo de las regulaciones del estacionamiento.

**Determinar la Clasificación Vehicular (CV)**, que registra el volumen con respecto al tipo de vehículos, por ejemplo, automóviles de pasajeros, automóviles de 2 ejes, automóviles de 3 ejes.

La CV se utiliza en:

- Diseño de características geométricas, con particular referencia a los requerimientos de radios de giro, pendientes máximas, anchos de carril.
- Análisis de la capacidad, con respecto a los pasajeros de los automóviles.
- Ajuste de los conteos de tráfico obtenidos por máquinas.
- Diseño estructural de pavimentos de la carretera, puentes, etc.

**Determinar los Kilómetros Recorridos del Vehículo (KRV)**, es una medida del recorrido a lo largo de una sección del camino. Es el producto del volumen de tráfico (es decir, el volumen medio del día laborable o TPD) y de la longitud del camino, en los kilómetros a los cuales el volumen es aplicable. KRV se utiliza principalmente como base para asignar los recursos para el mantenimiento y la mejora de carreteras.

Cabe recalcar que existen formas de aforar el flujo vehicular, las cuales pueden ser aplicando el método manual o el método automático. El método manual es el que se realiza haciendo los conteos vehiculares por personas encargadas en el sitio de estudio, diligenciando un formato realizado para dicha actividad que recopila toda la información observada en

determinado lugar. Por ende, los aforos realizados por los métodos automáticos son aquellos que se realizan a partir de instrumentos electrónicos diseñados con el fin de realizar dichos conteos en cualquier lugar sin la necesidad de estar presente en el lugar de estudio.

#### **2.4.2 Dispositivos para la regulación del tránsito.**

Estos dispositivos controlan y garantizan la movilidad de forma segura para los vehículos, bicicletas y peatones siendo estos resultados de estudios anteriores en campo que permitan hacer uso de estos de la mejor manera posible, respetando el derecho a moverse que tienen cada uno de los usuarios de un determinado corredor vial. Según el Manual de Señalización Vial estipulado por el Ministerio de transporte Es función de los dispositivos para la regulación del tránsito indicar a los usuarios las precauciones que deben tener en cuenta, las limitaciones que gobiernan el tramo de circulación y las informaciones estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la vía.

#### **2.4.3 Herramienta informática VISSIM.**

En temas de diseño de vías u optimización de vías existentes, es necesario evaluar el impacto que generan dichas intervenciones a un medio ambiente ya establecido; dicho impacto no es posible cuantificarlo, ni mucho menos caracterizarlo en un entorno real. Sin embargo, el constante avance tecnológico del hombre permite en la actualidad utilizar herramientas informáticas para usos específicos, permitiendo recrear eventos discretos con resultados muy cercanos a la realidad. Según Romero, Hernández, Ibarra & Ordóñez (2009) afirman que (...) VISSIM ofrece herramientas para la visualización de mapas con información 3D georeferenciada y la simulación del comportamiento de vehículos y peatones.

PTV VISSIM, puede simular la situación del tráfico a la perfección, tanto la comparación de operar con distintos tipos de intersecciones como el análisis de implementar medidas de prioridad al transporte público o el impacto de un distinto plan de semaforización. PTV

VISSIM, como software líder mundial para la simulación microscópica del tráfico, en un solo modelo permite representar a todos los usuarios de la vía pública y estudiar sus interacciones: autos, transporte de carga y cualquier tipo de transporte público, ya sea ferroviario o convencional. Para ello, los modelos de comportamiento vehicular, científicamente desarrollados y validados, proporcionan una simulación realista de todos los agentes.

El software ofrece una gran flexibilidad en múltiples aspectos: el concepto de arcos y conectores permite que los usuarios modelen geometrías de cualquier tipo, por muy complejas que sean. Las características de conductores y vehículos permiten una parametrización individual. Además, gracias a la gran variedad de interfaces se pueden integrar sin dificultades otros sistemas de control semafórico, gestión del tráfico, o modelos de emisiones.

Las amplias posibilidades de análisis hacen de PTV VISSIM una herramienta potente para evaluar y planificar la infraestructura vial tanto urbana como inter-urbana. Con este software se pueden obtener tanto resultados numéricos detallados como impresionantes animaciones en 3D representando diversos escenarios. Resulta un recurso ideal para presentar propuestas de infraestructura tanto ante los agentes responsables de la toma de decisiones, como a la opinión pública, de forma comprensible y convincente (PTV GROUP, 2015).

## **2.5 Marco legal**

En procura de garantizar el oportuno traslado de pacientes con afectaciones de salud o víctimas de accidentes y salvaguardar la vida con el cumplimiento de normas que aseguren la calidad de los tratamientos pre-hospitalarios; el Instituto Nacional de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) establece la Norma Técnica Colombiana (NTC 3729) denominada



“Tipología vehicular en las ambulancias de transporte terrestre”, donde se consideran los requisitos y características que deben tener los vehículos de emergencia para entrar en actividad.

Sin embargo, también es obligatorio tener conocimiento de las acciones que pueden realizar las ambulancias cuando están circulando hacia una emergencia y de los derechos que tiene las mismas con respecto a los pasos prioritarios o especiales a comparación con los demás vehículos, para tal motivo se debe recurrir al Reglamento General de Circulación en el cual se establecen las normativas vigentes para la circulación de los vehículos prioritarios.

Con respecto a la señalización vial se tendrán en cuenta los lineamientos impuestos por el Ministerio de Transporte y el Instituto Nacional de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) donde se garantiza el funcionamiento de todo este tipo de señalización en el momento de ser aplicadas.

A continuación, se relacionan las Normas reglamentadas y demás, que dan soporte y se aplican para este tipo de proyectos.

Tabla 1. Normas técnicas a seguir en el desarrollo de la investigación.

NORMAS	DESCRIPCIÓN
<b>Resolución 1885 de 2015. Ministerio de transporte.</b>	Manual de señalización vial, Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia. Ministerio de Transporte.
<b>NTC 1360 (ICONTEC).</b>	Pinturas para demarcación de pavimentos, Especificaciones (señalización horizontal).
<b>NTC 2072 (ICONTEC).</b>	Materiales para la demarcación de pavimentos. Micro esferas de vidrio, granulados antideslizantes y mezclas de ambos.
<b>NTC 4739 (ICONTEC).</b>	Laminas retrorreflectivas para el control de tránsito (señalización vertical).

*Fuente: Autores del proyecto.*

### **3. Diseño metodológico**

#### **3.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación utilizado para la realización de este proyecto es del tipo descriptiva aplicada, debido a que son estudios pocos investigados; el cual se realiza para identificar una problemática y de esta manera dar una solución si es posible, para el beneficio de una comunidad en general.

#### **3.2 Alcance del estudio**

Los Ocañeros serán los principales beneficiarios de los resultados positivos de dicha investigación en la búsqueda de una alternativa que dé prioridad a los vehículos de emergencia en la disminución de los tiempos de traslado para la atención hospitalaria. Cabe resaltar que las zonas aledañas al municipio de Ocaña también serán beneficiadas, debido a que el hospital Emiro Quintero Cañizares tiene influencia en todas estas regiones rurales y cercanas por su nivel de atención médica.

#### **3.3 Muestra**

La realización de este proyecto de investigación será en el municipio de Ocaña, Norte de Santander; específicamente en el K050+088 ruta 70 tramo 07, de la avenida Francisco Fernández de Contreras la cual es una vía nacional de tipo primario. La muestra se realizará al flujo vehicular que transita por este corredor vial, siendo estudiado mediante la realización de aforos vehiculares en el punto mencionado, arrojando información de gran importancia acerca del tránsito que circula por esta vía nacional.

### **3.4 Recolección de información**

La recolección de información del proyecto inicia a partir de un instrumento, el cual es un cuestionario donde se busca conocer los interrogantes que se deben responder para llevar a cabalidad cada uno de los objetivos planteados, y de esa manera comenzar con la realización de actividades que permitan describir y recopilar información de tipo técnico sobre el terreno, identificación de los diferentes tipos de vehículos que transitan en este corredor y la velocidad de los mismos. Con la información obtenida se realizará el trabajo correspondiente en oficina, que dé como resultado una posible alternativa para la recuperación del paso exclusivo para vehículos de emergencia.

Este proyecto de investigación se realizará en dos etapas:

#### **3.4.1 Trabajo de campo**

El trabajo de campo se realizará con visitas oculares, cámaras digitales y además un levantamiento topográfico para recopilar información del flujo vehicular a través de aforos, las características físicas del área de influencia respectivamente; permitiendo así ser tabulados y digitados en el software que nos otorgará la posibilidad de definir una alternativa para la recuperación del paso exclusivo de vehículos de emergencia.

#### **3.4.2 Trabajo de oficina**

El trabajo de oficina consiste en el análisis de los datos obtenidos en campo, además de realizar la modelación con todas las variables necesarias y adquiridas mediante los aforos; para luego ejecutar una simulación que arroje datos muy semejantes a los observados en la realidad y de esta manera mediante un análisis de resultado obtener una alternativa que permita de forma segura rehabilitar el acceso a los vehículos de emergencia en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras. En el mismo lugar se realizará todo lo

concerniente a la estructura del informe que da soporte a cada uno de los procedimientos realizados para la elaboración de este proyecto de investigación.

### **3.5 Análisis de la información**

Una vez realizadas las visitas oculares con sus respectivo registro fotográfico, aforos, levantamiento topográfico y modelación con los datos correspondientes a dicha actividad, se desarrollará un análisis estadístico por medio de tablas y graficas; que permita un estudio a profundidad del tráfico vehicular que frecuenta este punto en específico, además de identificar las variables que deducen el comportamiento del flujo vehicular. La recopilación de toda esta información será muy importante para la realización de la modelación y posteriormente la simulación de este evento en el software VISSIM, el cual permitirá tener una interpretación cercana a la realidad; proveyendo las pautas para escoger la mejor alternativa en la recuperación del paso especial de los vehículos de emergencia.

La información será presentada a lo largo del documento y soportada por planos, modelación y simulación del evento, diseños, memorias, etc.

### **3.6 Metodología**

La realización del primer y segundo objetivo consiste en aforar el flujo vehicular frecuente en la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+088 ruta 70 tramo 07, en el municipio de Ocaña, Norte de Santander. Con la información obtenida a partir de los aforos se podrán caracterizar los vehículos en sus diferentes categorías, y así aplicando una estadística inferencial obtener factores de gran importancia para el desarrollo del proyecto.

Teniendo en cuenta la información obtenida mediante los aforos vehiculares con la respectiva caracterización y aplicación del análisis estadístico, se procederá a introducir estos datos para realizar la modelación en el software VISSIM. Dicha modelación se realizará con el objetivo de generar un comportamiento muy cercano a la realidad cumpliendo de esta manera con el

objetivo número dos del proyecto de investigación. Cabe resaltar que dicha modelación permitirá incluir soluciones como señalización vertical y horizontal, semaforización del lugar de estudio, entre otros; con los cuales el software realizara los respectivos análisis en su momento indicando si es posible generar una alternativa que permita rehabilitar el paso a vehículos de emergencia, cumpliendo con lo establecido en el objetivo tres del proyecto a desarrollar.

Habiendo realizado los objetivos anteriores y dependiendo de los resultados obtenidos es decir que los estudios generen la posibilidad de plantear una alternativa para la recuperación de dicho paso a vehículos de emergencia, se procede con el objetivo cuatro del proyecto; el cual consiste en informar a la comunidad Ocañera por medios que estén disponibles ya sean escritos, radiales o televisivos sobre el estudio realizado en la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+088 y la solución a esta problemática de ser posible.

## 4. Presentación de resultados

### 4.1 Realizar la caracterización del flujo vehicular mediante aforos, en el paso ubicado en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

Esta información es fundamental para la realización y desarrollo de este proyecto de investigación, la cual tuvo la colaboración de la señora Catalina Arévalo Perdomo gerente de la estación SERVICENTRO AVENIDA ubicada sobre el carril Sur - Norte de la avenida en estudio; quien autorizó la utilización de una de sus cámaras de video con el fin de grabar digitalmente el flujo vehicular durante 5 días, las 24 horas del día. Esto como alternativa para la realización de los conteos vehiculares debido al gran volumen de tránsito que transcurre por dicho corredor vial y a las extensas jornadas de aforo, lo cual generaba una mayor demanda de personal para la realización de esta actividad.

Es importante mencionar que la recolección de esta información se realizó los días jueves 21 de abril, viernes 22 de abril, sábado 23 de abril, domingo 24 de abril y lunes 25 de abril del año 2016, siendo estos tres días típicos y dos días atípicos lo que genera una mejor caracterización del flujo vehicular durante las 24 horas del día como se mencionaba anteriormente. Cabe resaltar que dicho aforo se realizó durante cinco días consecutivos empleando los videos obtenidos de la cámara de seguridad que se muestra en la *Figura 1*. Cámara de seguridad E.D.S. SERVICENTRO AVENIDA, registrando los conteos realizados en un formato de aforo vehicular.



*Figura 1.* Cámara de seguridad E.D.S. SERVICENTRO AVENIDA.

*Fuente:* Autores del proyecto.

Este formato fue realizado teniendo en cuenta las características de cada uno de los vehículos clasificándolos técnicamente como taxis, autos, ambulancias, buses intermunicipales, busetas, C-2P, C-2G, C-3-4, C5, >C6; para luego ser contados cada 15 minutos y de esa manera obtener de forma cuantitativa la cantidad de vehículos que transitan por este corredor vial en pequeños intervalos de tiempo de 15 minutos que permiten estudiar de mejor manera dicho flujo vehicular.

En el orden de las ideas anteriores, es preciso aclarar que la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+088 ruta 70 tramo 07 es una doble calzada que direcciona el flujo vehicular separadamente en el sentido norte como en el sentido sur, obligando a realizar los conteos vehiculares en los sentidos norte y sur y a utilizar el formato de aforo mostrado para cada una de las calzadas en su respectivo sentido como se muestra en la *Figura 2*. Imagen del punto de estudio K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.



Figura 2. Imagen del punto de estudio K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

Fuente: Autores del proyecto.

Avanzando en el desarrollo del proyecto fueron digitados cada uno de los datos recolectados en campo, adoptando un formato el cual fue modificado según los requerimientos del proyecto para luego ser diligenciado en intervalos de 15 minutos, y de esta manera lograr incluirlos en este proyecto de investigación como se muestra en el **Apéndice A**. Sin embargo, se muestra la *Figura 3*. Encabezado del formato de recolección de datos de campo., donde se observa claramente la clasificación vehicular que se mencionó en párrafos anteriores y manera como se organizó la información recolectada.

DÍA		FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO.									
		Aforador:					Sentido:				
		Lugar:					Fecha:				
HORA	TAXI	AUTOS	AMBULANCIAS	BUS INTERN	BUSETA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	≥C6	Moto

Figura 3. Encabezado del formato de recolección de datos de campo.

Fuente: Adaptación del formato encontrado en (<http://civilgeeks.com/2012/06/08/formato-excel-para-aforos-vehiculares/>).



#### 4.2 Analizar estadísticamente la recolección de la información establecida en los aforos realizados en el K050+088 ruta 70 tramo 07, sobre la avenida Francisco Fernández de contreras.

Es posible afirmar que con la recolección de la información de campo fue posible caracterizar cuantitativamente y según su tipo el flujo vehicular que transita por el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras, permitiendo continuar con el siguiente objetivo de este proyecto, el cual consiste en analizar estadísticamente la información anteriormente recolectada que permita conocer a profundidad el comportamiento de dicho flujo vehicular.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, es importante conocer la distribución vehicular porcentual y así mismo la cantidad de vehículos mixtos que transitan en cada uno de los días aforados sobre el punto de estudio; permitiendo conocer el comportamiento de los mismos como se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 2. *Composición porcentual de vehiculos mixtos en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido sur-norte el día 21 de abril de 2016.*

TIPO DE VEHICULO	CANT.	%
TAXI	2706	7,45%
AUTOS	6233	17,17%
AMB.	41	0,11%
BUS INTER.	148	0,41%
BUSETA	1234	3,40%
C-2P	1243	3,42%
C-2G	558	1,54%
C-3-4	31	0,09%
C5	35	0,10%
>C6	268	0,74%
MOTO	23813	65,58%
<b>TOTAL</b>	<b>36310</b>	<b>100</b>

Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.

Tabla 3. *Composición porcentual de vehiculos mixtos en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido norte-sur el día 21 de abril de 2016.*

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANT.</b>	<b>%</b>
<b>TAXI</b>	3315	8,85%
<b>AUTOS</b>	6517	17,39%
<b>AMB.</b>	31	0,08%
<b>BUS INTER.</b>	228	0,61%
<b>BUSETA</b>	1195	3,19%
<b>C-2P</b>	970	2,59%
<b>C-2G</b>	512	1,37%
<b>C-3-4</b>	52	0,14%
<b>C5</b>	26	0,07%
<b>&gt;C6</b>	86	0,23%
<b>MOTO</b>	24533	65,48%
<b>TOTAL</b>	37465	100

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Tabla 4. *Composición porcentual de vehiculos mixtos en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido sur-norte el día 22 de abril de 2016.*

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANT.</b>	<b>%</b>
<b>TAXI</b>	2650	7,05%
<b>AUTOS</b>	6405	17,03%
<b>AMB.</b>	23	0,06%
<b>BUS INTER.</b>	147	0,39%
<b>BUSETA</b>	1228	3,27%
<b>C-2P</b>	1243	3,30%
<b>C-2G</b>	564	1,50%
<b>C-3-4</b>	23	0,06%
<b>C5</b>	25	0,07%
<b>&gt;C6</b>	246	0,65%
<b>MOTO</b>	25057	66,62%
<b>TOTAL</b>	37611	100

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Tabla 5. *Composición porcentual de vehiculos mixtos en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido norte-sur el día 22 de abril de 2016.*

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANT.</b>	<b>%</b>
<b>TAXI</b>	3938	8,81%
<b>AUTOS</b>	7777	17,40%
<b>AMB.</b>	31	0,07%
<b>BUS INTER.</b>	249	0,56%
<b>BUSETA</b>	1411	3,16%
<b>C-2P</b>	1139	2,55%
<b>C-2G</b>	592	1,32%
<b>C-3-4</b>	52	0,12%
<b>C5</b>	26	0,06%
<b>&gt;C6</b>	89	0,20%
<b>MOTO</b>	29400	65,77%
<b>TOTAL</b>	44704	100

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Tabla 6. *Composición porcentual de vehiculos mixtos en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido sur-norte el día 23 de abril de 2016.*

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANT.</b>	<b>%</b>
<b>TAXI</b>	2511	6,88%
<b>AUTOS</b>	6523	17,89%
<b>AMB.</b>	35	0,10%
<b>BUS INTER.</b>	174	0,48%
<b>BUSETA</b>	1254	3,44%
<b>C-2P</b>	1210	3,32%
<b>C-2G</b>	538	1,48%
<b>C-3-4</b>	20	0,05%
<b>C5</b>	4	0,01%
<b>&gt;C6</b>	214	0,59%
<b>MOTO</b>	23988	65,77%
<b>TOTAL</b>	36471	100

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Tabla 7. Composición porcentual de vehículos mixtos en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido norte-sur el día 23 de abril de 2016.

TIPO DE VEHICULO	CANT.	%
TAXI	5347	8,78%
AUTOS	10604	17,41%
AMB.	31	0,05%
BUS INTER.	310	0,51%
BUSETA	1902	3,12%
C-2P	1524	2,50%
C-2G	775	1,27%
C-3-4	60	0,10%
C5	27	0,04%
>C6	102	0,17%
MOTO	40222	66,04%
TOTAL	60904	100

Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.

Tabla 8. Composición porcentual de vehículos mixtos en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido sur-norte el día 24 de abril de 2016.

TIPO DE VEHICULO	CANT.	%
TAXI	2268	7,07%
AUTOS	5588	17,42%
AMB.	10	0,03%
BUS INTER.	96	0,30%
BUSETA	1059	3,30%
C-2P	1047	3,26%
C-2G	448	1,40%
C-3-4	8	0,02%
C5	12	0,04%
>C6	168	0,52%
MOTO	21381	66,64%
TOTAL	32085	100

Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.

Tabla 9. *Composición porcentual de vehiculos mixtos en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido norte-sur el día 24 de abril de 2016.*

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANT.</b>	<b>%</b>
<b>TAXI</b>	3532	8,79%
<b>AUTOS</b>	6987	17,38%
<b>AMB.</b>	31	0,08%
<b>BUS INTER.</b>	231	0,57%
<b>BUSETA</b>	1264	3,14%
<b>C-2P</b>	1020	2,54%
<b>C-2G</b>	520	1,29%
<b>C-3-4</b>	52	0,13%
<b>C5</b>	26	0,06%
<b>&gt;C6</b>	86	0,21%
<b>MOTO</b>	26446	65,79%
<b>TOTAL</b>	40195	100

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Tabla 10. *Composición porcentual de vehiculos mixtos en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido sur-norte el día 25 de abril de 2016.*

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANT.</b>	<b>%</b>
<b>TAXI</b>	3102	7,20%
<b>AUTOS</b>	7392	17,15%
<b>AMB.</b>	17	0,04%
<b>BUS INTER.</b>	135	0,31%
<b>BUSETA</b>	1414	3,28%
<b>C-2P</b>	1422	3,30%
<b>C-2G</b>	617	1,43%
<b>C-3-4</b>	14	0,03%
<b>C5</b>	24	0,06%
<b>&gt;C6</b>	258	0,60%
<b>MOTO</b>	28701	66,60%
<b>TOTAL</b>	43096	100

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Tabla 11. *Composición porcentual de vehiculos mixtos en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido norte-sur el día 25 de abril de 2016.*

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANT.</b>	<b>%</b>
<b>TAXI</b>	4333	8,82%
<b>AUTOS</b>	8554	17,41%
<b>AMB.</b>	31	0,06%
<b>BUS INTER.</b>	264	0,54%
<b>BUSETA</b>	1551	3,16%
<b>C-2P</b>	1249	2,54%
<b>C-2G</b>	642	1,31%
<b>C-3-4</b>	55	0,11%
<b>C5</b>	27	0,05%
<b>&gt;C6</b>	94	0,19%
<b>MOTO</b>	32334	65,81%
<b>TOTAL</b>	49134	100

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Con referencia a lo anterior, es posible determinar parámetros que generen resultados técnicos que contribuyan a un conocimiento de mayor precisión aplicando análisis estadísticos al comportamiento del flujo vehicular estudiado. Con este propósito es importante definir el volumen de tránsito promedio diario (TPD), el cual se encuentra definido como el número total de vehículos que transitan durante un periodo de tiempo en días completos iguales o menores a un año, pero mayores a un día; y estos divididos entre el número de días estudiados (Cal, Mayor & Cárdenas, 1994).

De los anteriores planteamientos se deduce la necesidad de determinar el volumen del tránsito promedio diario (TPD), realizando la suma de los totales de las tablas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 mostradas anteriormente, para luego dividir esta sumatoria entre los 5 días de estudio; en el caso de esta investigación como se muestra a continuación en la tabla 11. Determinación del volumen de tránsito promedio diario (TPD) en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido sur-norte y la tabla 12. Determinación

del volumen de tránsito promedio diario (TPD) en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido norte-sur.

Tabla 12. *Determinación del volumen de tránsito promedio diario (TPD) en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido sur-norte.*

DÍA	CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS.	FECHA
JUEVES	36310	21/04/2016
VIERNES	37611	22/04/2016
SÁBADO	36471	23/04/2016
DOMINGO	32085	24/04/2016
LUNES	43096	25/04/2016
<b>TOTAL SUMATORIA.</b>	185573	
<b>(TPD)</b>	37114,6	$TPD = \frac{\sum TD}{5}$

Nota. La sigla TD que se encuentra en la fórmula TPD (tránsito promedio diario) corresponde al Tránsito diario.

Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.

Tabla 13. *Determinación del volumen de tránsito promedio diario (TPD) en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido norte-sur.*

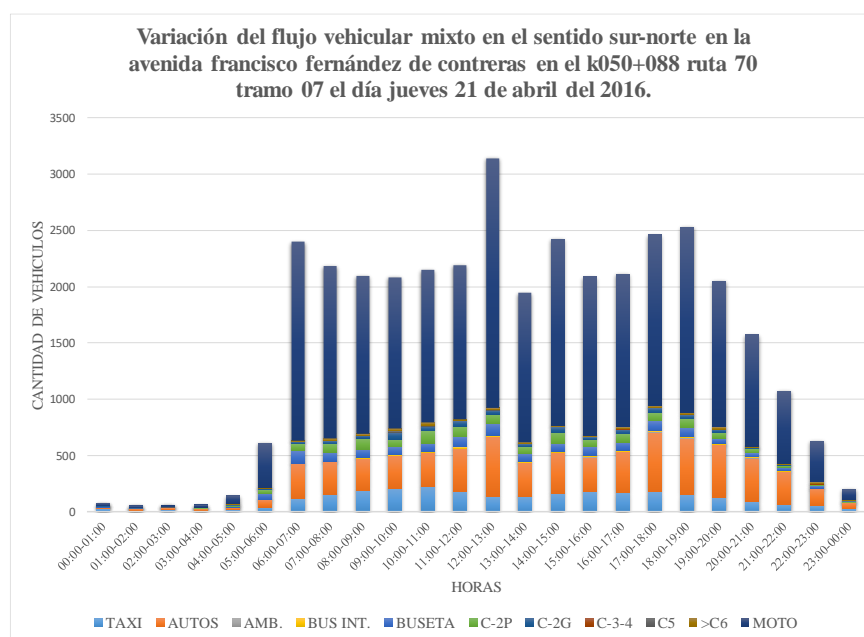
DÍA	CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS.	FECHA
JUEVES	37465	21/04/2016
VIERNES	44704	22/04/2016
SÁBADO	60904	23/04/2016
DOMINGO	40195	24/04/2016
LUNES	49134	25/04/2016
<b>TOTAL SUMATORIA.</b>	232402	
<b>(TPD)</b>	46480,4	$TPD = \frac{\sum TD}{5}$

Nota. La sigla TD que se encuentra en la fórmula TPD (tránsito promedio diario) corresponde al Tránsito diario.

Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.

Sobre la base de las consideraciones anteriores es posible conocer el volumen de tránsito promedio diario (TPD) que permite conocer cuantitativamente el flujo vehicular que transita en los sentidos sur-norte y norte-sur sobre el corredor vial estudiado.

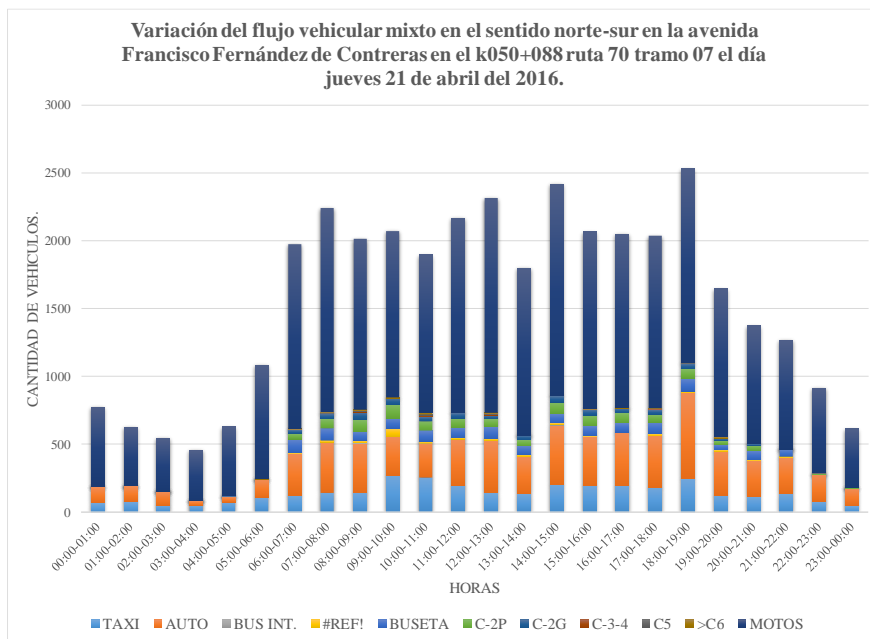
Además de la información mostrada es importante agregar gráficamente a esta investigación el comportamiento de los vehículos que pasan por el lugar de estudio, observando la variación del flujo vehicular en intervalos de 1 hora; que permita tener una perspectiva visual de cuál es la hora de máxima en cada uno de los días analizados como se muestra en la figura 4, figura 5, figura 6, figura 7, figura 8, figura 9, figura 10, figura 11, figura 12, figura 13.



*Figura 4.* Variación del flujo vehicular mixto en el sentido sur-norte en la avenida Francisco Fernández de Contreras en el k050+088 ruta 70 tramo 07 el día jueves 21 de abril del 2016.

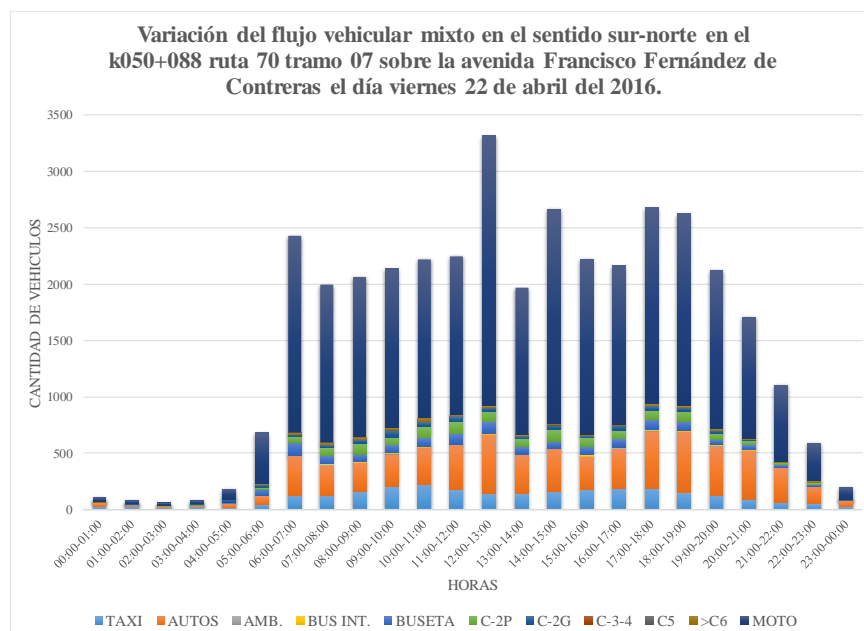
*Fuente:* Datos alcanzados en el proyecto.





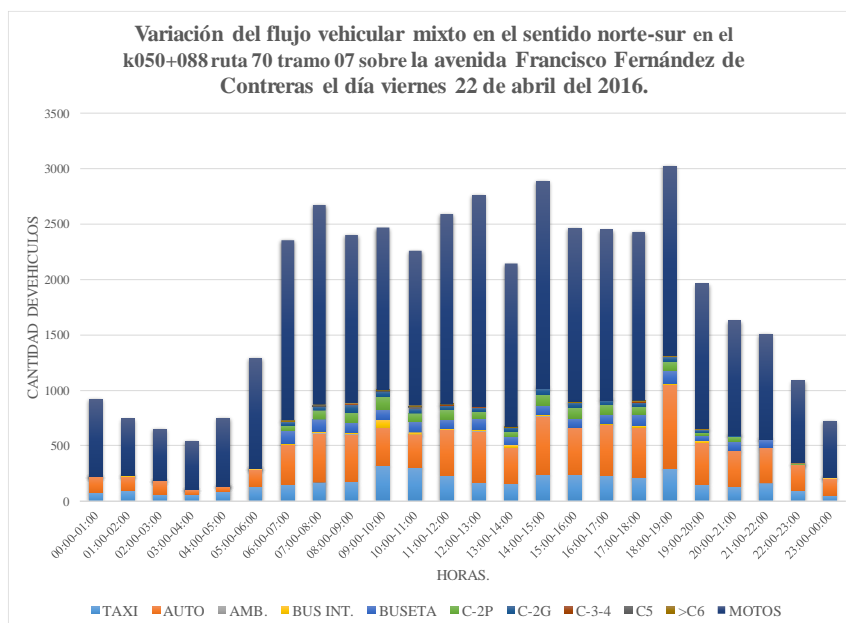
*Figura 5.* Variación del flujo vehicular mixto en el sentido norte-sur en la avenida Francisco Fernández de Contreras en el k050+088 ruta 70 tramo 07 el día jueves 21 de abril del 2016.

*Fuente:* Datos alcanzados en el proyecto.



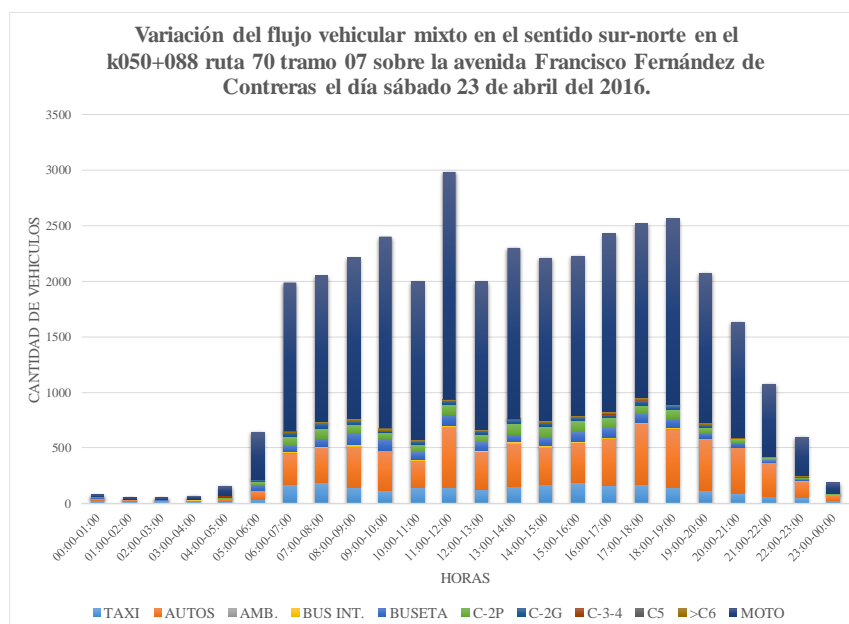
*Figura 6.* Variación del flujo vehicular mixto en el sentido sur-norte en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras el día viernes 22 de abril del 2016.

*Fuente:* Datos alcanzados en el proyecto.



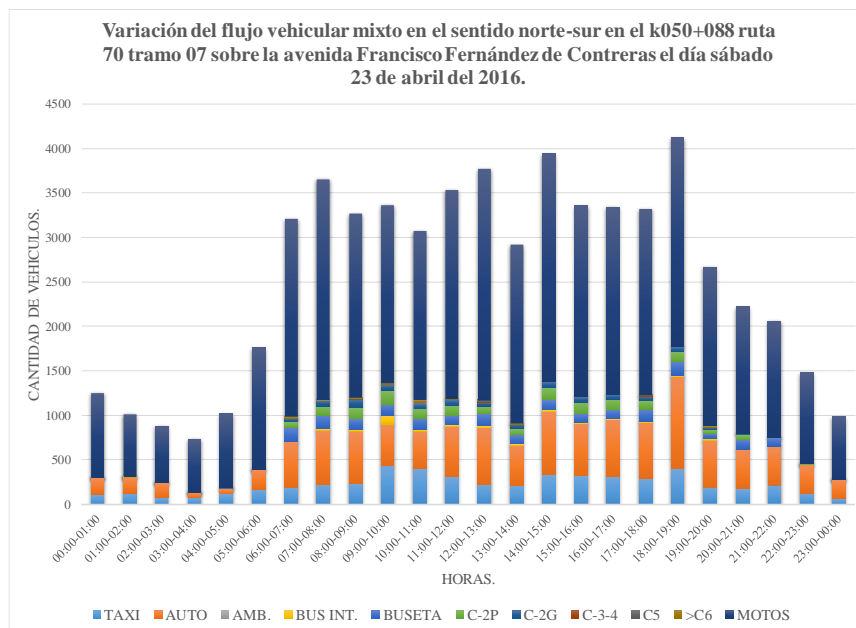
*Figura 7.* Variación del flujo vehicular mixto en el sentido norte-sur en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras el día viernes 22 de abril del 2016.

*Fuente:* Datos alcanzados en el proyecto.



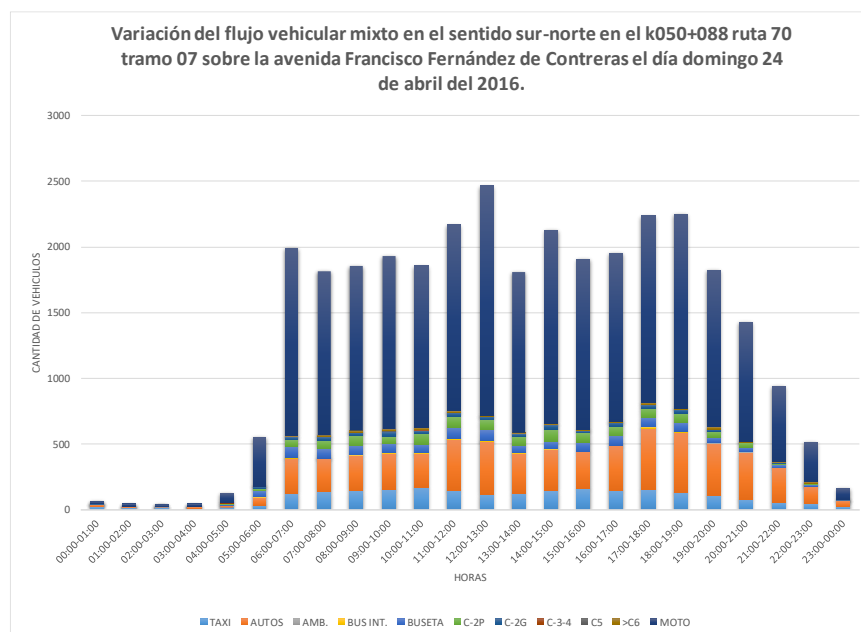
*Figura 8.* Variación del flujo vehicular mixto en el sentido sur-norte en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras el día sábado 23 de abril del 2016.

*Fuente:* Datos alcanzados en el proyecto.



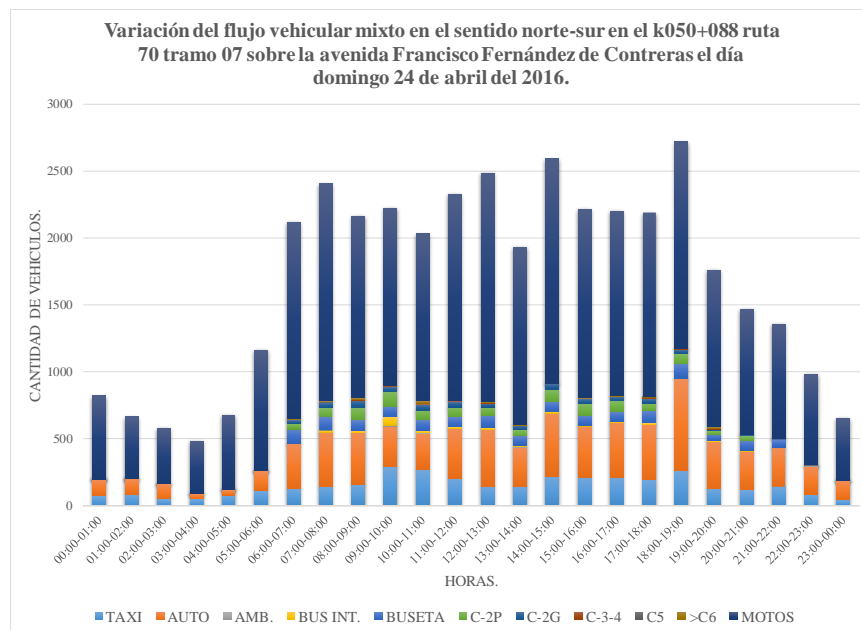
*Figura 9.* Variación del flujo vehicular mixto en el sentido norte-sur en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras el día sábado 23 de abril del 2016.

*Fuente:* Datos alcanzados en el proyecto



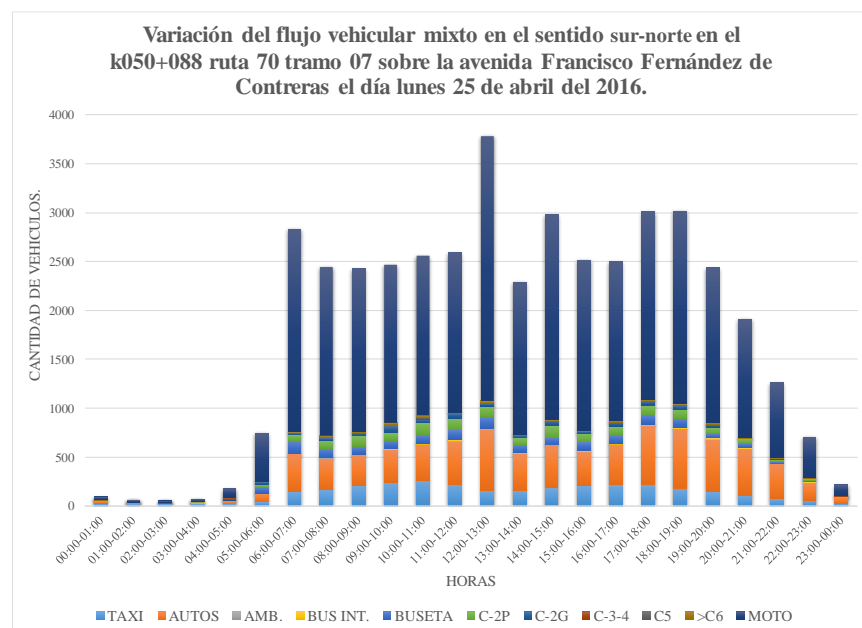
*Figura 10.* Variación del flujo vehicular mixto en el sentido sur-norte en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras el día domingo 24 de abril del 2016.

*Fuente:* Datos alcanzados en el proyecto.



*Figura 11.* Variación del flujo vehicular mixto en el sentido norte-sur en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras el día domingo 23 de abril del 2016.

*Fuente:* Datos alcanzados en el proyecto.



*Figura 12.* Variación del flujo vehicular mixto en el sentido sur-norte en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras el día lunes 25 de abril del 2016.

*Fuente:* Datos alcanzados en el proyecto

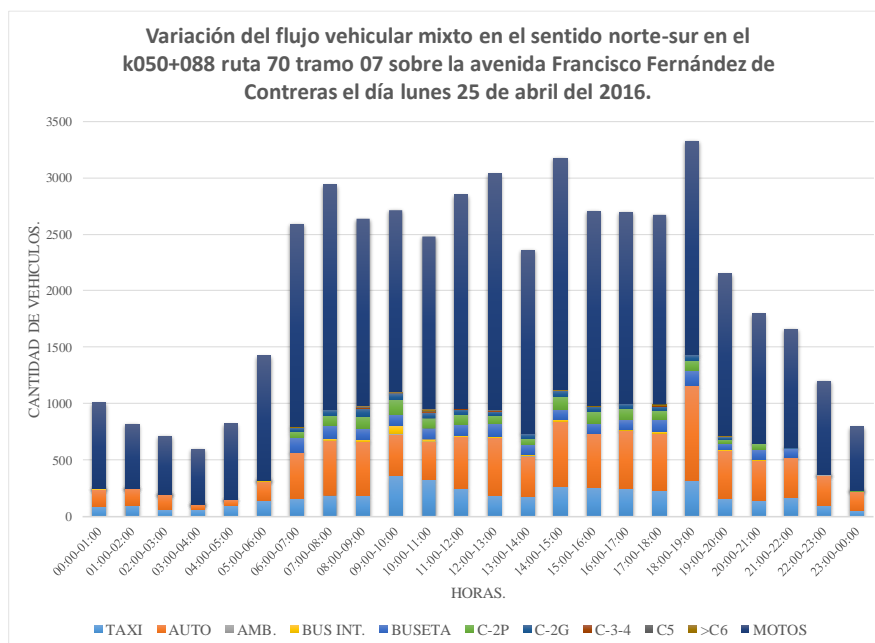


Figura 13. Variación del flujo vehicular mixto en el sentido norte-sur en el k050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras el día lunes 24 de abril del 2016.

Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.

Al observar las gráficas anteriormente mostradas, es visible que el flujo vehicular tiene una tendencia a incrementarse generalmente entre las 6:00 y 8:00 de la mañana, 12:00 y 14:00 de la tarde y de igual manera entre las 18:00 y 20:00 de la noche. Sin embargo, estas observaciones se aprecian en forma visual, lo que conlleva a una revisión más crítica que permita por medio de las estadísticas identificar el volumen horario de máxima demanda en el momento del día que está ocurriendo. Con lo anterior es preciso determinar para cada uno de los días estudiados la hora de máxima demanda y así mismo hallar el factor de la hora de máxima demanda FHMD, este último es una relación entre el volumen horario de máxima (VHMD) y el flujo máximo ( $q_{max}$ ) que se presenta durante un periodo dado dentro de dicha hora (Cal, Mayor & Cárdenas, 1994).

Matemáticamente se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(q_{max15})}$$

Dónde:

VHMD: Volumen horario de máxima demanda.

q<sub>max 15</sub>: Flujo máximo durante 15 minutos.

A continuación, se procede a determinar la hora de máxima demanda (HMD) partiendo de la información recolectada en campo mediante los aforos vehiculares y en conjunto con esta el factor de máxima demanda, arrojando los resultados que se muestran a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 14. *Hora de máxima demanda en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en las direcciones norte y sur el día 21 de abril del 2016.*

HORA DE MAXIMA DEMANDA (HMD)											11:45- 12:45	
SENTIDO	AUTO	TAXI	AMB.	BUS	BUS INT.	C2-P	C3	C4	C5	>C6	C2-G	MOTO
SUR	530	150	1	100	8	100	1	0	2	17	38	2230
NORTE	381	158	1	76	19	59	5	0	4	5	37	1648
<b>VOLUMEN HORARIO DE MAXIMA DEMANDA (VHMD)</b>											SUR	3177
											NORTE	2393
<b>FACTOR DE LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (FHMD)</b>											SUR	0,84
											NORTE	0,95

Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.

Tabla 15. Hora de máxima demanda en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en las direcciones norte y sur el día 22 de abril del 2016.

HORA DE MAXIMA DEMANDA (HMD)												11:45- 12:45	
SENTIDO	AUTO	TAXI	AMB.	BUS	BUS INT.	C2-P	C3	C4	C5	>C6	C2-G	MOTO	
SUR	551	152	0	103	4	113	0	0	2	17	38	2324	
NORTE	456	188	1	89	21	70	5	0	4	5	42	1976	
<b>VOLUMEN HORARIO DE MAXIMA DEMANDA (VHMD)</b>											SUR	3304	
											NORTE	2857	
<b>FACTOR DE LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (FHMD)</b>											SUR	0,90	
											NORTE	0,95	

Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.

Tabla 16. Hora de máxima demanda en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en las direcciones norte y sur el día 23 de abril del 2016.

HORA DE MAXIMA DEMANDA (HMD)												17:45- 18:45	
SENTIDO	AUTO	TAXI	AMB.	BUS	BUS INT.	C2-P	C3	C4	C5	>C6	C2-G	MOTO	
SUR	540	163	4	79	13	84	2	0	0	17	37	1624	
NORTE	1002	422	1	160	16	135	9	0	0	2	58	2397	
<b>VOLUMEN HORARIO DE MAXIMA DEMANDA (VHMD)</b>											SUR	2563	
											NORTE	4202	
<b>FACTOR DE LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (FHMD)</b>											SUR	0,91	
											NORTE	0,77	

Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.

Tabla 17. Hora de máxima demanda en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en las direcciones norte y sur el día 24 de abril del 2016.

HORA DE MAXIMA DEMANDA (HMD)												11:45- 12:45	
SENTIDO	AUTO	TAXI	AMB.	BUS	BUS INT.	C2-P	C3	C4	C5	>C6	C2-G	MOTO	
SUR	442	122	0	87	6	82	0	0	1	9	31	1796	
NORTE	410	169	1	81	19	63	5	0	4	5	38	1779	
VOLUMEN HORARIO DE MAXIMA DEMANDA (VHMD)											SUR	2576	
											NORTE	2574	
FACTOR DE LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (FHMD)											SUR	0,93	
											NORTE	0,95	

Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.

Tabla 18. Hora de máxima demanda en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en las direcciones norte y sur el día 25 de abril del 2016.

HORA DE MAXIMA DEMANDA (HMD)												11:45- 12:45	
SENTIDO	AUTO	TAXI	AMB.	BUS	BUS INT.	C2-P	C3	C4	C5	>C6	C2-G	MOTO	
SUR	635	176	0	118	4	124	0	0	2	19	43	2676	
NORTE	502	207	1	99	23	76	5	0	5	5	46	2174	
VOLUMEN HORARIO DE MAXIMA DEMANDA (VHMD)											SUR	3797	
											NORTE	3143	
FACTOR DE LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (FHMD)											SUR	0,87	
											NORTE	0,95	

Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.



A partir de las tablas mostradas es posible determinar por medio del factor de la hora de máxima demanda (FHMD) que el flujo vehicular no tiene una tendencia variable debido a que en la mayoría de los días estudiados dicho factor es cercano a la unidad lo que representa un flujo constante, sin embargo, se presenta la fluctuación del volumen horario de máxima demanda (VHMD) de forma evidente tanto en cada sentido de la doble calzada como en cada uno de los días estudiados. Sin embargo, se puede identificar la hora de máxima demanda de cada uno de los días mostrados en las tablas anteriores sumando el volumen horario de máxima demanda en el sentido norte y sur respectivamente, arrojando que el día en el cual transita un mayor flujo vehicular mixto es el lunes 25 de abril del 2016 con una cantidad de 6949 vehículos mixtos en su hora pico u hora de máxima demanda (HMD) como se muestra en la tabla 17. *Hora de máxima demanda en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en las direcciones norte y sur el día 25 de abril del 2016.*

Adicionalmente al aforo realizado en la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+88 ruta 70 tramo 07, fue necesario complementarlo con la realización de otro aforo vehicular en dos puntos diferentes del mismo tramo siendo uno en la entrada al hospital Emiro Quintero Cañizares; sector que se encuentra en el barrio La primavera registrando todos los vehículos que se desvían en dirección al hospital y el otro punto de aforo fue realizado a todos los vehículos que ingresan directamente a la sede del hospital. Este aforo fue realizado el día 2 de junio de 2016 en forma manual, es decir con personas en los puntos anteriormente mencionados como se muestra en la *Figura 14. Realización del aforo vehicular a los vehículos que ingresan al hospital Emiro Quintero Cañizares* y la *Figura 15. Realización del aforo vehicular a los vehículos que ingresan al hospital Emiro Quintero Cañizares.*



*Figura 14.* Realización del aforo vehicular a los vehículos que ingresan al hospital Emiro Quintero Cañizares.

*Fuente:* Autores del proyecto.



*Figura 15.* Realización del aforo vehicular a los vehículos que ingresan al hospital Emiro Quintero Cañizares.

*Fuente:* Autores del proyecto.

Es importante mencionar que todos los datos recolectados en los aforos vehiculares complementarios fueron realizados tomando como punto de partida la hora de máxima demanda (HMD) que se presentó el día lunes 25 de abril del 2016, determinada en los análisis estadísticos realizados al aforo vehicular hecho en la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+88 ruta 70 tramo 07, tomando la misma hora y el día lunes en una fecha diferente para la realización de dicho aforo, en el cual fue adoptado el mismo formato para la realización del conteo correspondiente como se muestra en el **Apéndice B**.

Este aforo complementario ayudo a tomar decisiones fundamentales para la realización de este proyecto de investigación en lo referente a las ambulancias, debido a que en el aforo realizado en la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+88 ruta 70 tramo 07 se presentó que en la hora de máxima demanda (HMD) no hubo una circulación de ambulancias en dicho intervalo de tiempo, lo cual es dato requerido fundamentalmente por el software VISSIM. Al no haber una circulación de ambulancias por el punto de estudio el porcentaje vehicular en relación a la cantidad de vehículos que circulan en la hora de máxima demanda es cero, siendo este valor interpretado por VISSIM como ausencia de ambulancias en este corredor vial. Por tal motivo el aforo realizado en el desvió que conduce al hospital Emiro Quintero Cañizares permitió conocer el número de ambulancias específicamente.

Debido a esto fue necesario determinar estadísticamente la hora de máxima demanda (HMD) de las ambulancias en cada uno de los sentidos estudiados, y de esta manera poder ingresar un valor representativo dentro de la modelación que permitan obtener parámetros precisos acerca del comportamiento de estos vehículos. El mayor número de ambulancias que registraron circulación por este corredor vial se obtuvieron el día jueves 21 de abril del 2016 de las 20:00 a las 23:00 de la noche en dirección norte-sur sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+88 ruta 70 tramo 07 con un valor de 5 ambulancias en su hora de máxima demanda y el día lunes 25 de abril del 2016 de las 8:45 a las 9:45 de la mañana en dirección sur-norte sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+88 ruta 70 tramo 07 con un valor de 5 ambulancias en su hora de máxima demanda (HMD). Sin embargo, es posible afirmar que, aunque estos valores hayan sido determinados en un aforo de 5 días de duración en cada uno

de los sentidos estudiados sean valores estables durante las horas anteriormente mencionadas; es decir que debido a que estos vehículos en la mayoría de los casos están circulando en estado de emergencia y que dicho estado está relacionado con hechos que ocurren en cualquier momento y que su repetición se puede dar en diferente hora y día, hace difícil determinar una frecuencia de circulación de este tipo de vehículos como se puede hacer comúnmente en la determinación de la hora pico de un flujo vehicular; sin embargo permiten conocer el número máximo de ambulancias que pueden transitar en cualquier hora sobre el punto de estudio.

De igual manera se debió aforar el flujo vehicular que transita sobre la vía que comunica el barrio primero mayo con la avenida Francisco Fernández de Contreras, con el fin de conocer el volumen vehicular que transita por este corredor vial enfocando esto a las colas generadas en la intersección entre estas vías; causando una congestión vehicular que afecta directamente la movilidad de las ambulancias debido a que en ese mismo punto la ambulancia que viene en sentido norte-sur de la avenida Francisco Fernández de Contreras realiza el retorno para ingresar al flujo vehicular en sentido sur-norte sobre la misma avenida causando demoras en la movilidad de dicho vehículo que podría dirigirse en cualquier momento en estado de emergencia al hospital Emiro Quintero Cañizares; por tal motivo el estudio de este flujo vehicular permitirá establecer la cantidad de vehículos que se acumularan en este sector y el tiempo que demora la ambulancia desde el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en realizar el respectivo giro y llegar a su destino, en este caso el hospital . Los aforos realizados para dicha transición se muestran en el **Apéndice C**.

El aforo vehicular en la vía que atraviesa en el barrio Primero de mayo fue realizando teniendo en cuenta el mismo parámetro que el aforo vehicular complementario realizado en el desvío hacia el hospital, es decir que se realizó tomando como punto de partida la hora de máxima demanda de los aforos principales hecho en la avenida Francisco Fernández de Contreras. Este aforo se ejecutó el día lunes 9 de junio del 2016 desde las 11:30 hasta las 13:00 hora, intervalo de tiempo que comprende 15 minutos de precarga vehicular, la hora de máxima demanda (H.M.D) del mismo día y 15 minutos de poscarga vehicular; esto como valores determinantes para incluir en la modelación en el software VISSIM 7.0.

#### 4.3 Reconocimiento y o caracterización física de la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+88 ruta 70 tramo 07, por medio de un levantamiento topográfico

Los conteos vehiculares realizados son fundamentales para el desarrollo de la investigación, sin embargo, como requisito de la misma es necesario establecer referencias en cuanto al lugar por medio de un levantamiento topográfico que describa claramente los puntos que intervienen en el tramo estudiado. Para la realización de este objetivo se contó con el acompañamiento del Topógrafo Rafael Ramiro Arévalo Pacheco, quien en compañía de los autores de esta investigación se realizó el levantamiento topográfico de los puntos de interés que más adelante sean útiles para la realización de la modelación en el software VISSIM. A continuación, se muestra en la *Figura 16*. Estación topográfica utilizada y en la *Figura 17*. Realización del levantamiento topográfico en el K050+088 ruta 70 tramo 07 de la avenida Francisco Fernández de Contreras, el equipo y la ubicación que se utilizó el 5 de junio del 2016 en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras, para la realización de dicho levantamiento topográfico, cabe resaltar que se realizó esta actividad a las 6:30 A.M de la fecha mencionada; debido a que era domingo y por esto el tránsito vehicular se reduce considerablemente permitiendo trabajar de forma rápida y precisa.



*Figura 16.* Estación topográfica utilizada.

*Fuente:* Autores del proyecto.



*Figura 17.* Realización del levantamiento topográfico en el K050+088 ruta 70 tramo 07 de la avenida Francisco Fernández de Contreras.

*Fuente:* Autores del proyecto.

Después de recolectada la información de campo correspondiente a la topografía se procedió a digitarla en una hoja de Microsoft Excel, para luego utilizar esta información importándola a el software AutoCAD, y de esta manera obtener los puntos referenciados en campo y así por medio de poli-líneas unirlos de tal manera que el lugar de estudio se pueda tener en medio digital, lo que permite disponer de esta información de una forma rápida y con la precisión real del campo estudiado.

Cabe mencionar que la información topográfica plasmada en un medio digital como lo es el software AutoCAD, es de gran importancia para la modelación que se realizara en el software VISSIM. En la *Figura 18.* Plano topográfico del punto de estudio K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras, se observa con detalle la zona estudiada

mostrando los dos carriles de la doble calzada, además de ubicar en el espacio lo que se ha venido mencionando desde el inicio de esta investigación.

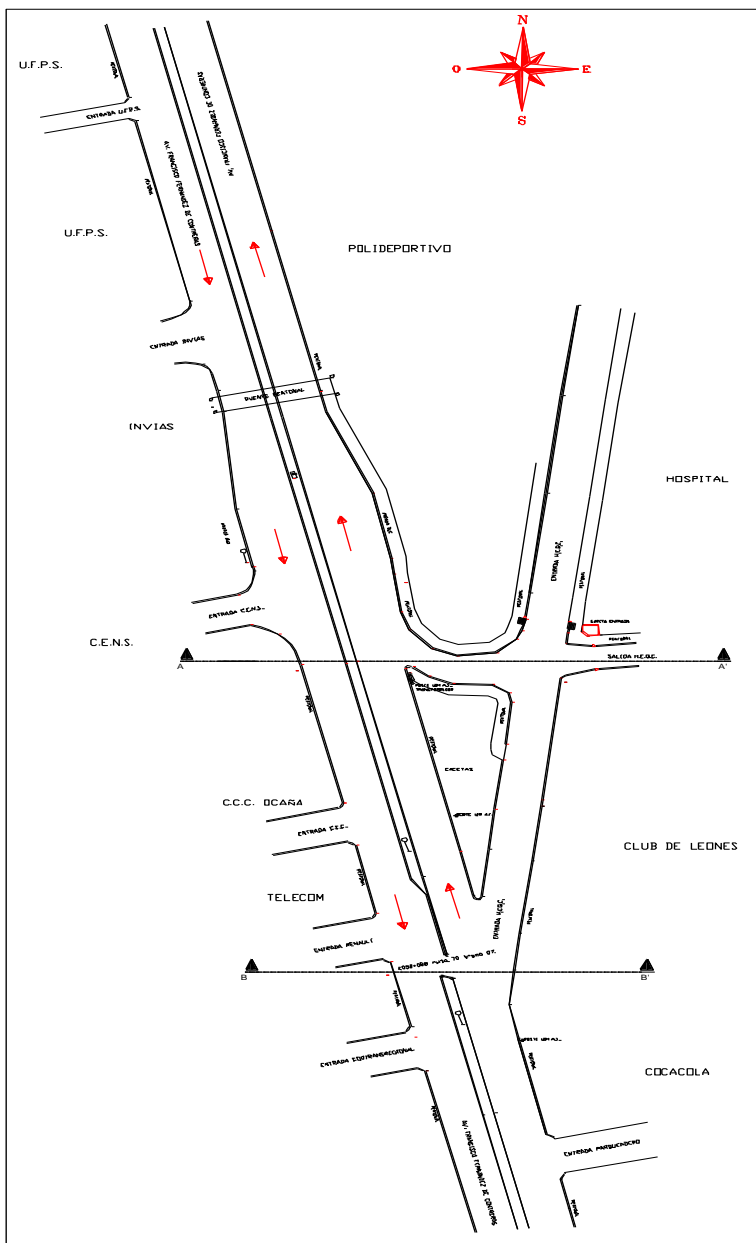


Figura 18. Plano topográfico del punto de estudio K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

Fuente: Autores del proyecto.

Además, con la realización de los planos del lugar de estudio, es posible identificar los movimientos de los vehículos que transita por este corredor vial en base a la norma alemana “RILSA- Richtlinien fuer Lichtsignalanlagen” (Directrices para señales de tráfico) refleja un conocimiento específico y detallado, que se cultiva de muchos años de investigación científica y experiencia práctica (FGSV, 1992). La norma alemana RILSA ofrece información precisa acerca del diseño, construcción y operación de las señales de tráfico, explicando los principios básicos de la señalización del tráfico incluidas los intervalos de señales y criterios para su respectivo uso (BOLTZE, 2006).

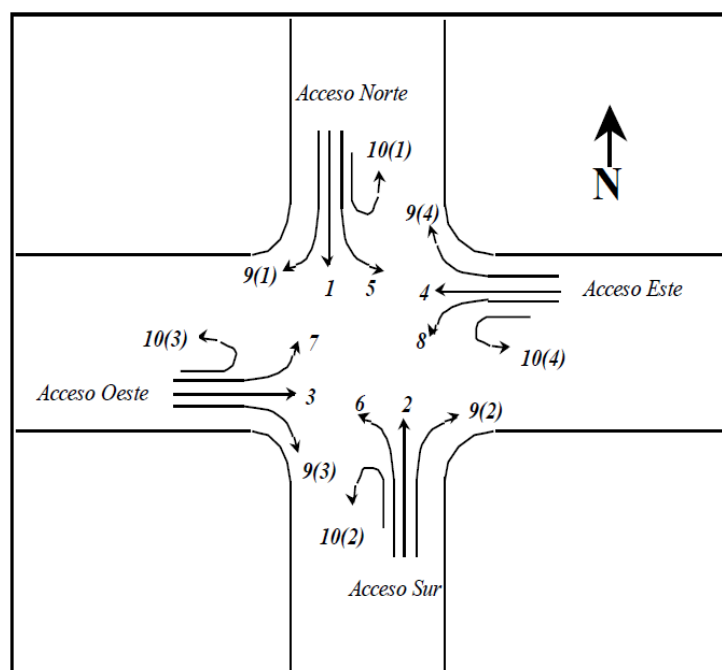


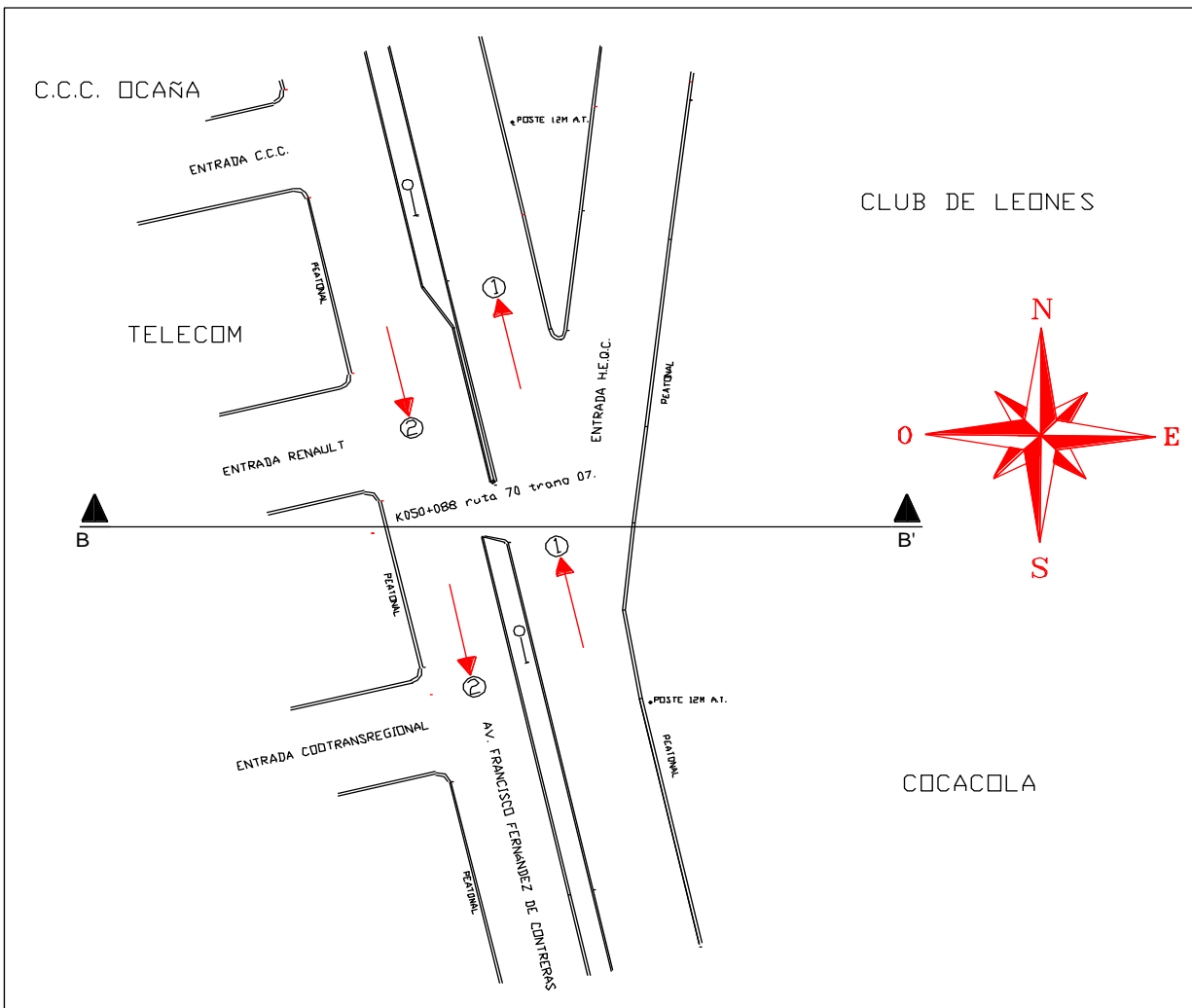
Figura 19. Codificación internacional norma RILSA de los movimientos en una intersección.

Fuente: Manual de Estudios de Tránsito STT, Bogotá, D.C.

Según la *Figura 19*. Codificación internacional norma RILSA de los movimientos en una intersección, es necesario identificar los movimientos del flujo vehicular de tal manera que tenga una relación con lo establecido internacionalmente según la norma alema RILSA como se



muestra en la *Figura 20*. Codificación del movimiento del flujo vehicular que transita sobre el punto de estudio según lo establecido en la norma RILSA.



*Figura 20.* Codificación del movimiento del flujo vehicular que transita sobre el punto de estudio según lo establecido en la norma RILSA.

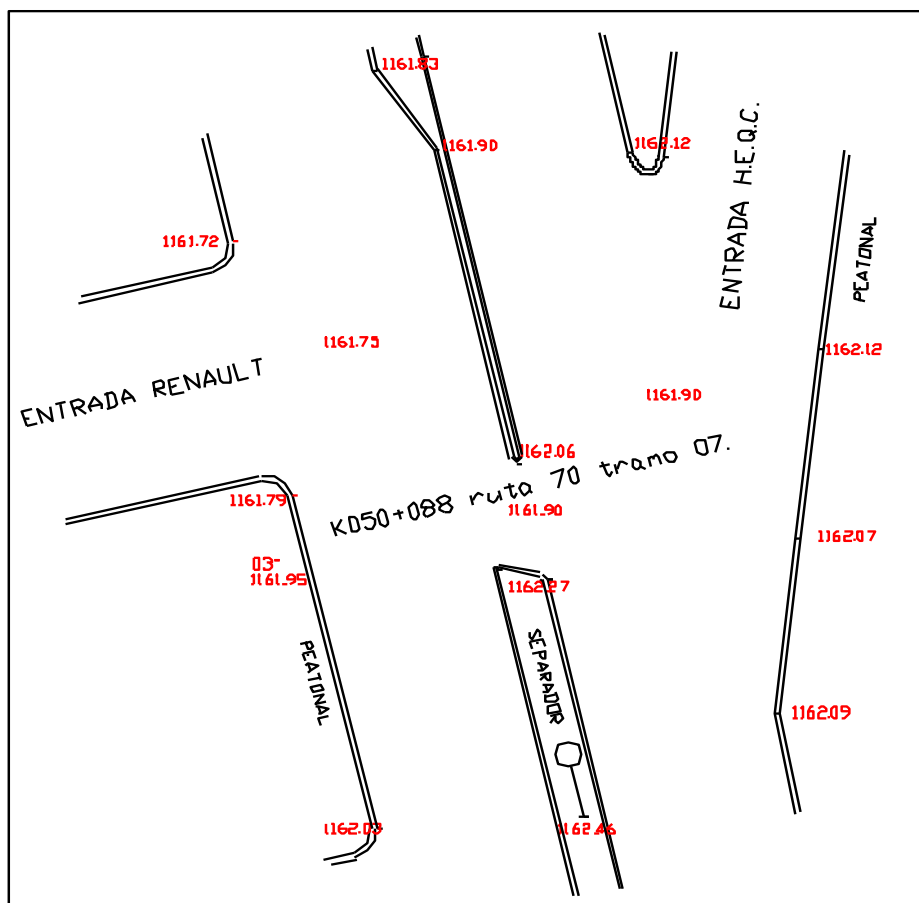
*Fuente:* Autores del proyecto.

Avanzando con el desarrollo de esta investigación también fue necesario realizar dentro lo que es el levantamiento topográfico la respectiva altimetría de cada uno de los puntos referenciados que permiten conocer los niveles reales en los que se encuentra el tramo el cual es

objeto de estudio, generando la posibilidad de unirlos y de esa manera conocer las pendientes con un grado de precisión muy amplio.

A continuación, se aprecia un fragmento del plano topográfico realizado en AutoCAD con el fin de mostrar los niveles o altimetría y el perfil encontrado en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras, como se muestra en la *Figura 21*.

Fragmento de la altimetría en el punto objeto de estudio en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras, además se muestra en la *Figura 22*. Cortes transversales del plano topográfico en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.



*Figura 21.* Fragmento de la altimetría en el punto objeto de estudio en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

*Fuente:* Autores del proyecto.

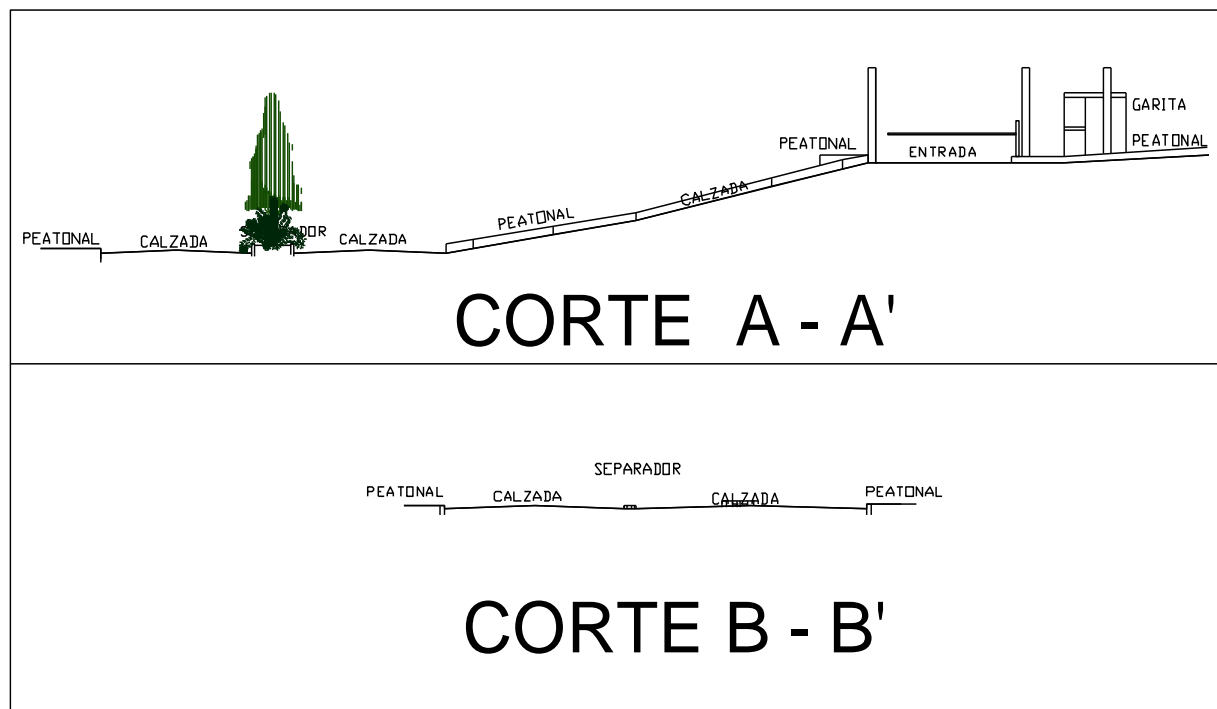


Figura 22. Cortes transversales del plano topográfico en el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

Fuente: autores del proyecto.

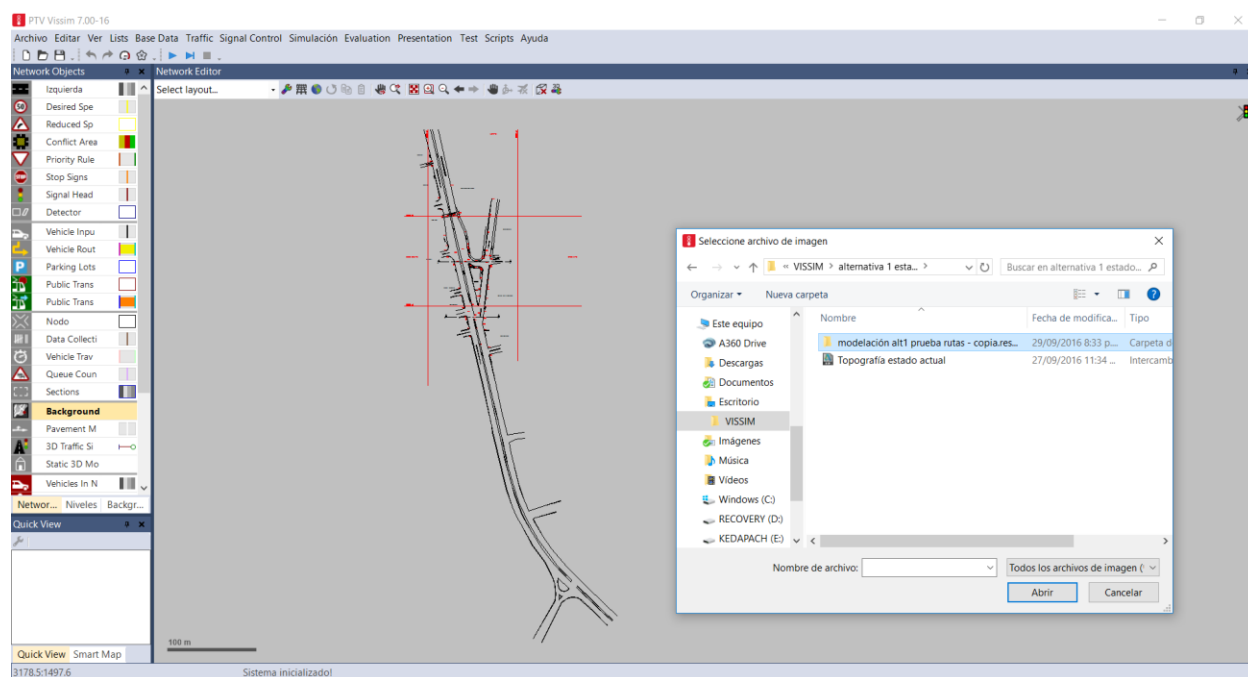
#### 4.4 Modelar el flujo vehicular estudiado y las posibles alternativas que mejoren el control de entrada y salida de vehículos de atención a emergencias en el hospital Emiro Quintero Cañizares; utilizando el software VISSIM 7.16.

##### 4.4.1 Modelación del flujo vehicular actual en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

Con el fin de obtener resultados ciertos y cercanos a la realidad del comportamiento del flujo vehicular que transita por este corredor vial, es necesario establecer un modelo de micro-simulación vehicular en el software VISSIM 7.0; en el tramo que comprenda el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras, dicho software cuenta con su respectiva licencia académica, lo que genera limitaciones como un área de simulación máxima de 1000 M<sup>2</sup> y un tiempo de simulación de 3600 Segundos.

Sin embargo, para realizar la micro-simulación anteriormente mencionada en el software VISSIM es necesario hacer uso de toda la información recolectada en los aforos vehiculares, análisis estadísticos, así como los planos topográficos levantados en esta investigación como requisitos fundamentales en la realización de la modelación que permitirá recrear virtualmente el comportamiento del flujo vehicular en el lugar de estudio.

El software VISSIM permite cargar archivos como fondo en diferentes formatos, generando la posibilidad de trabajar con dimensiones reales en dicha modelación. Por consiguiente, se carga el plano topográfico utilizando la herramienta background images como fondo para la micro-simulación como se muestra en la *figura 23*. Selección y carga del fondo para la modelación.



*Figura 23.* Selección y carga del fondo para la modelación.

*Fuente:* autores del proyecto.

De esta manera se obtiene como fondo los planos reales del lugar de estudio generando un alto grado de precisión al respecto.

Avanzando con la modelación, es posible empezar a trazar los tramos de las vías (links) utilizando el fondo establecido anteriormente permitiendo realizar este procedimiento con gran precisión; aunque es necesario utilizar otra herramienta que ofrece VISSIM en el caso de cambios de carriles para tomar rutas diferentes como lo son los conectores que nos permiten recrear esta condición, por tal motivo es importantes determinar los diferentes sentidos del corredor vial estudiado, longitudes y pendientes del mismo; además cabe mencionar que en la elaboración de cada tramo y conectores se manejan una serie de parámetros como los que se mencionan a continuación:

- Cada tramo de vía tiene asignado un número secuencial establecido por el software VISSIM, además de tener la posibilidad de asignarle un nombre a cada tramo de ser el caso.
- Para la casilla NÚMERO DE CARRILES, generalmente se eligió 2 carriles en los tramos principales y en algunos desvíos se utilizó un solo carril según los movimientos vehiculares observados en la avenida Francisco Fernández de Contreras.
- La longitud de cada tramo, al igual que el ancho del carril fueron establecidas por los planos topográficos.
- Es posible restringir el paso de algunos vehículos en cualquier tramo haciendo uso de la casilla Blocked vehicle classes, la cual fue utilizada en algunos tramos de esta modelación.
- Es posible dar uso a otras alternativas como las casillas sin cambio de carril, cambiar sentido y generar sentido contrario; y de esta manera permitir el acondicionamiento de dicho tramo a lo más cercano a la realidad posible.

Las anteriores son algunos de los parámetros principales para la realización de un tramo en el software VISSIM, aunque hay otros parámetros complementarios que se encuentran en las casillas PRESENTACIÓN, OTROS, TIPO COMPORTAMIENTO y TIPO PRESENTACIÓN como se muestra en la *Figura 24*. Creación de los tramos del lugar de estudio en la avenida Francisco Fernández de Contreras.

Tramo

No.: 1 Nom.: norte-sur

No. de carriles: 2 Tipo comport.: 1: Urbano (motorizado)

Long. tramo: 719.496 m Tipo present.: 1: Superficie de tramo gris

Nivel: 1: default

Usar como un área peatonal

Carriles Presentación Otro

Cantidad:	Índice	Ancho	BlockedVeh	NoLnChLAI	NoLnChRA	NoLnChLVé	NoLnChRVé
1	1	3,2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	2	3,2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Aceptar Cancelar

Figura 24. Creación de los tramos del lugar de estudio en la avenida Francisco Fernández de Contreras.

Fuente: autores del proyecto.

Al igual que los tramos de la vía, son de gran importancia los conectores mencionados anteriormente permitiendo conectar como su nombre lo indica los diferentes tramos que componen el corredor vial en estudio, los cuales están compuestos por los siguientes parámetros:

- Si se desea se les puede asignar un nombre que permita su identificación.
- Es posible conectar un tramo con otro teniendo en cuenta el sentido del flujo vehicular primeramente para luego elegir el carril del tramo que se quiere el desvió de dicho tráfico, y de la misma forma elegir el carril de entrada del tránsito desviado.
- Utilizando la opción de poli-línea suavizada se puede generar una superficie más uniforme del conector, teniendo en cuenta que los tramos en la mayoría de los casos tienen alturas diferentes.

Los parámetros mencionados anteriormente son los más representativos, aunque al igual que los tramos también poseen parámetros complementarios que permiten realizar ajustes en pendientes y otros aspectos en las casillas PRESENTACIÓN, ASIGNACIÓN DINAMICA y OTRO; como se muestra en la *Figura 25*. Creación de los conectores para la modelación.

Conector

No.: 10005      Nom.: norte-hospital

Tipo comport.: 1: Urbano (motorizado)

Tipo present.: 1: Superficie de tramo gris

Desde el tramo:      Al tramo:

No.: 2      No.: 5

En: 365.965 m      En: 0.506 m

Carril 1      Carril 1

Carril 2      Carril 2

Longitud: 24.830 m

Polilínea suavizada: 7

Cambio de carril    Presentación    Asignación dinámica    Otro

Cantidad: 1	Índice	BlockedVe	NoLnChLA	NoLnChRA	NoLnChLW	NoLnChRV
▶ 1	1	40,50,60,7				

Ruta

Parar emergencia: 5.0 m atrás

Cambio de carril: 200.0 m atrás     por carril

Dirección deseada

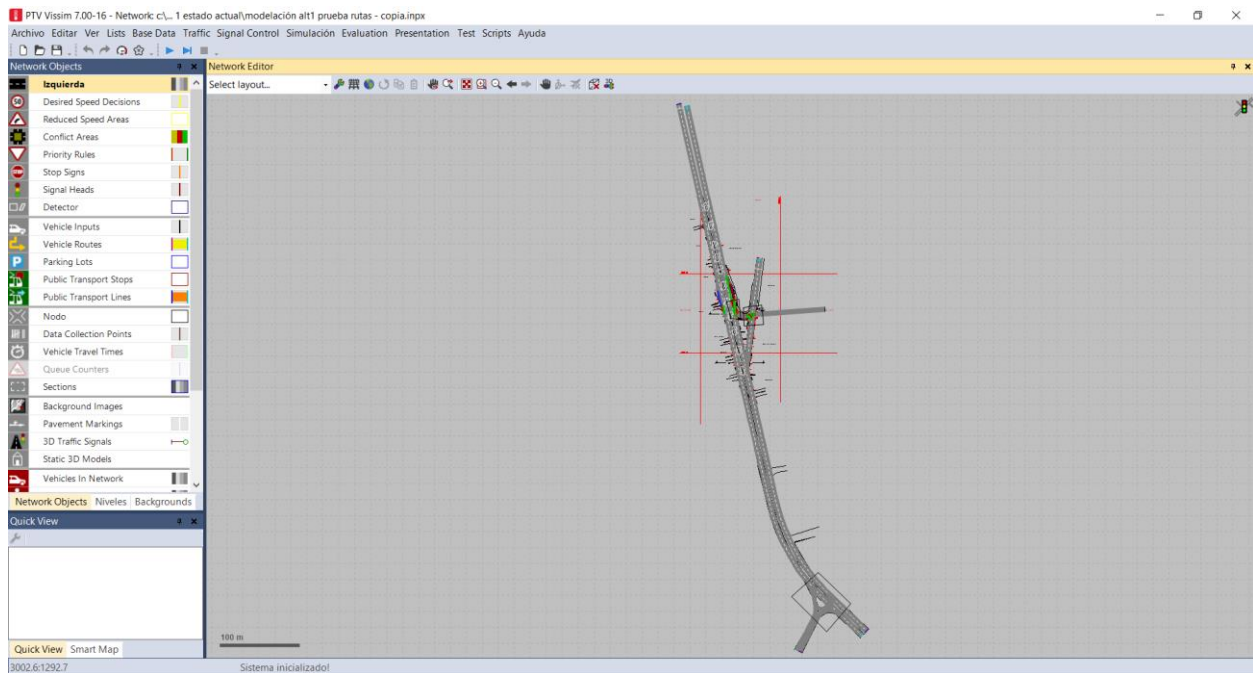
TODO     RIGHT     LEFT

Aceptar    Cancelar

*Figura 25.* Creación de los conectores para la modelación.

*Fuente:* autores del proyecto.

Todo lo anterior es necesario para generar la vía en el software VISSIM como se muestra en la *Figura 26*. Vías y conectores generados para la modelación de la avenida Francisco Fernández de Contreras, la cual servirá de base para la asignación de rutas vehiculares en el avanzar de esta investigación.



*Figura 26.* Vías y conectores generados para la modelación de la avenida Francisco Fernández de Contreras.

*Fuente:* autores del proyecto.

Con la definición detallada de los tramos y conectores necesarios para el corredor vial estudiado, es posible empezar a incluir cada uno de los vehículos observados en esta vía; los cuales se encuentra en los aforos vehiculares realizados en el punto de estudio. Es importante mencionar que la herramienta informática VISSIM cuenta con una serie de vehículos básicos de los cuales se hacen uso asumiendo como patrón las características de estos a los vehículos observados en la realidad en el corredor vial mencionado, estos tipos de vehículos son: auto, camión, bus, tranvía, peatón y bicicleta. Sin embargo, la clasificación encontrada en este estudio vehicular corresponde a las siguientes categorías: taxi, auto, ambulancia, bus intermunicipal, buseta, C-2P, C-3G, C-3-4, C5, >C6, moto; debido a las diferentes clases de vehículos encontrados es necesario como se mencionaba anteriormente asumir de forma crítica las



características de los vehículos hallados en el lugar de estudio, y de esta manera lograr que el flujo vehicular asignado a la modelación sea lo más cercano a la realidad.

El procedimiento para realizar esta actividad en VISSIM es el siguiente:

- Se deben incluir la clasificación de los vehículos que se encuentran en los formatos de aforo, utilizando la opción BASE DATA.
- De la barra utilizada en el paso anterior se seleccionó la opción VEHICLE TYPES, y se crea cada uno de los tipos de vehículos utilizados para esta investigación como se muestra en la *Figura 27*. Creación de los nuevos tipos de vehículos.
- De igual forma en la opción BASE DATA, se encuentra la barra VEHICLE CLASSES donde se creó los tipos de vehículos determinados para esta modelación como se muestra en la *Figura 28*. Creación de las nuevas clases de vehículos.
- En la misma barra de herramientas BASE DATA, de la cual se despliega una serie de opciones utilizando MODELO 2D/3D, y al igual que en los pasos anteriores se creó cada uno de los tipos de vehículos obtenidos en esta investigación como se muestra en la *Figura 29*. Creación de la nueva distribución de modelos.
- Por último, se eligen las características de los vehículos utilizados teniendo en cuenta los tipos de vehículos estudiados como se muestran algunos en la *Figura 30*. Asignación de vehículos categoría ambulancia y la *Figura 31*. Asignación de vehículos categoría >C6.

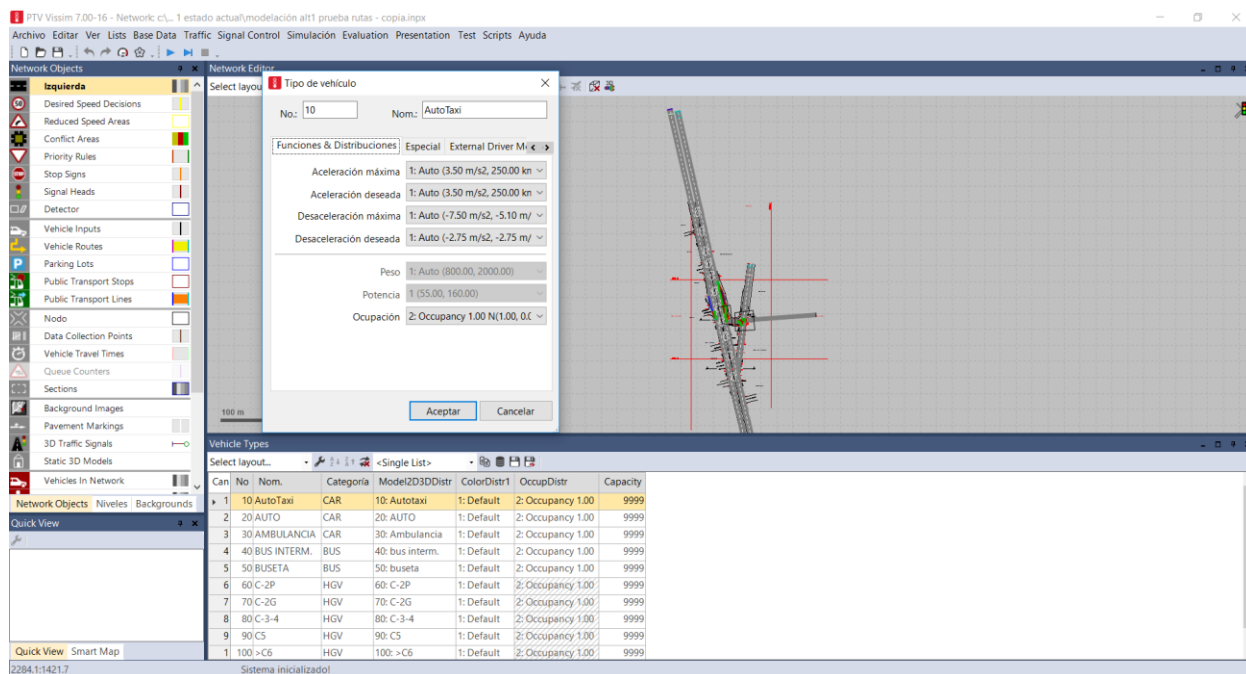


Figura 28. Creación de los nuevos tipos de vehículos.

Fuente: autores del proyecto.

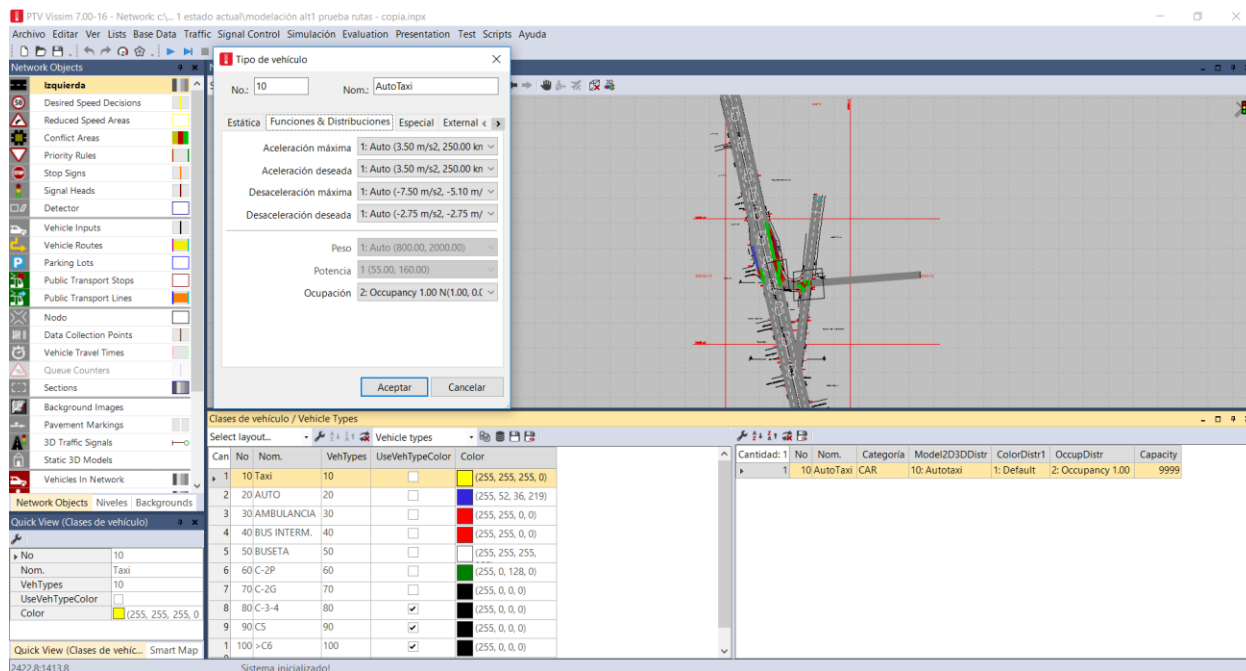


Figura 27. Creación de las nuevas clases de vehículos.

Fuente: autores del proyecto.

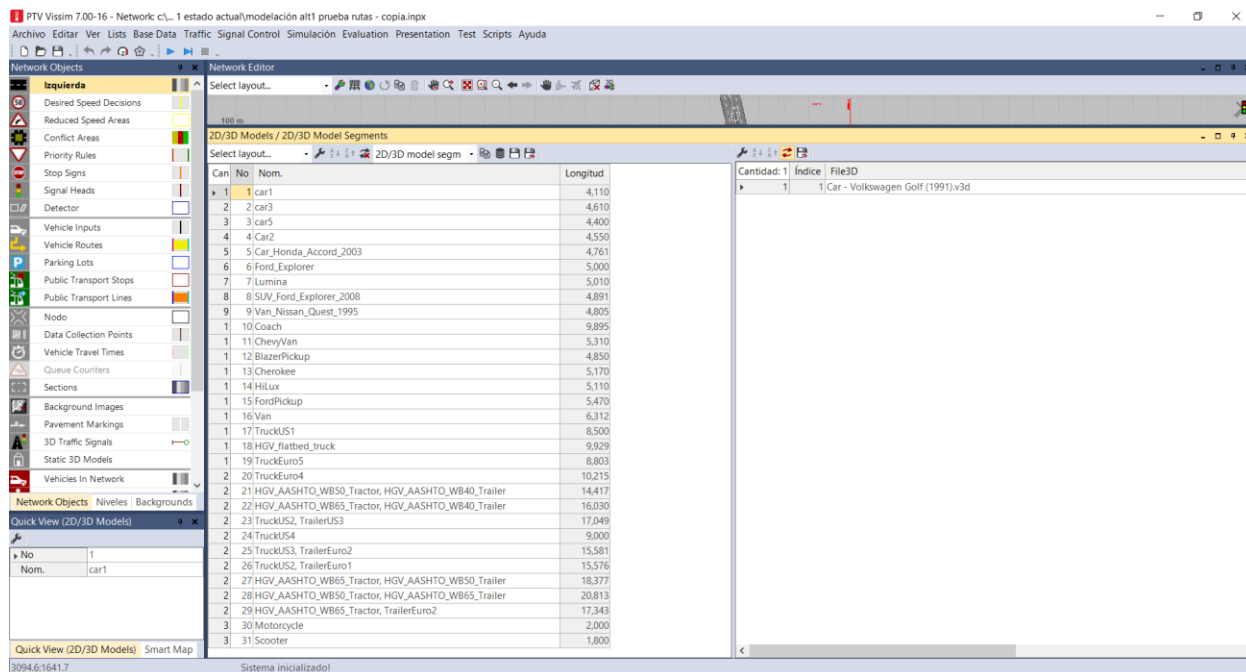


Figura 29. Creación de la nueva distribución de modelos.

Fuente: autores del proyecto.

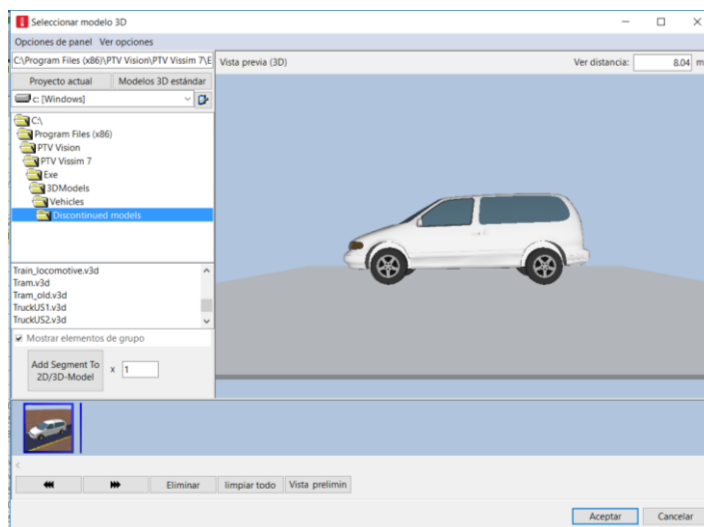


Figura 30. Asignación de vehículos categoría ambulancia.

Fuente: autores del proyecto.

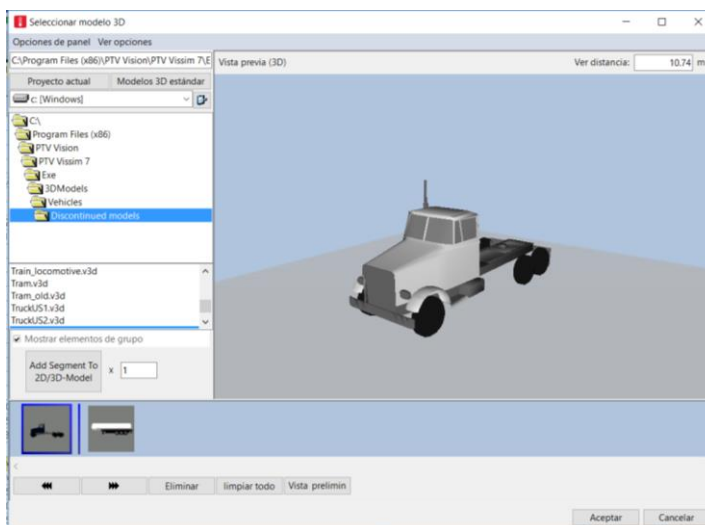


Figura 31. Asignación de vehículos categoría >C6.

Fuente: autores del proyecto.

Una vez realizado todos los parámetros mencionados anteriormente, es posible continuar con la asignación de porcentajes y así mismo de velocidades para cada uno de los vehículos tenidos en cuenta en esta modelación, cabe resaltar que los porcentajes asignados a cada uno de los vehículos de las composiciones vehiculares fueron tomados de los análisis estadísticos realizados para la determinación de la hora de máxima demanda, sin embargo las velocidades fueron tomadas de un estudio realizado en la tesis modelación del flujo vehicular sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el municipio de Ocaña Norte de Santander (López & Vergel, 2013), como se muestra en la Figura 32. Asignación de porcentaje y velocidad por tipo de vehículo.

Can	No	Nom.	Cantidad	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	1	Sur	9	Aut	40: 40 km/h	0,048
2	2	Norte	2	AUTO	50: 50 km/h	0,173
3	3	S. hospital	3	AMB	60: 60 km/h	0,001
4	4	Primeromayo	4	BUS 1	20: 20 km/h	0,001
5	5	pre-sur	5	60: C-2P	40: 40 km/h	0,034
6	6	pre-norte	6	70: C-2	40: 40 km/h	0,012
7	7	pos-sur	7	90: C5	30: 30 km/h	0,005
8	8	pos-norte	8	100: >C6	30: 30 km/h	0,005
9	9	pre-primer	9	200: MOT	50: 50 km/h	0,727
1	10	pos-primer				
1	11	pre-salidajos				
1	12	pos-salidajos				

Figura 32. Asignación de porcentaje y velocidad por tipo de vehículo.

Fuente: autores del proyecto.

Es importante mencionar que VISSIM no incorpora el transporte público (Bus urbano) dentro de una misma composición vehicular, es decir el transporte público es manejado en VISSIM como un sistema independiente por lo que se tuvo que despreciar este valor porcentual de la cantidad vehicular en la composición vehicular ingresada en los pasos anteriores como se muestra en la tabla 18. *Cantidades y porcentajes vehiculares despreciendo el servicio público en la hora de máxima demanda en dirección sur* y en la tabla 19. *Cantidades y porcentajes vehiculares despreciendo el servicio público en la hora de máxima demanda en dirección norte.*

Tabla 19. *Cantidades y porcentajes vehiculares despreciendo el servicio público en la hora de máxima demanda en dirección sur.*

<b>SUR</b>		
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANT.</b>	<b>%</b>
<b>AUTO</b>	635	17,2554
<b>TAXI</b>	176	4,7826
<b>AMB.</b>	1	0,0272
<b>BUS INT.</b>	4	0,1087
<b>C2-P</b>	124	3,3696
<b>C3</b>	0	0,0000
<b>C4</b>	0	0,0000
<b>C5</b>	2	0,0543
<b>&gt;C6</b>	19	0,5163
<b>C2-G</b>	43	1,1685
<b>MOTO</b>	2676	72,7174
<b>TOTAL</b>	3680	

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Tabla 20. *Cantidades y porcentajes vehiculares despreciando el servicio público en la hora de máxima demanda en dirección norte.*

<b>NORTE</b>		
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANT.</b>	<b>%</b>
<b>AUTO</b>	502	16,4915
<b>TAXI</b>	207	6,8003
<b>AMB.</b>	1	0,0329
<b>BUS INT.</b>	23	0,7556
<b>C2-P</b>	76	2,4967
<b>C3</b>	5	0,1643
<b>C4</b>	0	0,0000
<b>C5</b>	5	0,1643
<b>&gt;C6</b>	5	0,1643
<b>C2-G</b>	46	1,5112
<b>MOTO</b>	2174	71,4192
<b>TOTAL</b>	3044	

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Al despreciar el servicio de transporte público urbano de los porcentajes vehiculares a incluir, se hace necesario de igual manera dejar de lado este mismo en el momento de realizar las composiciones vehiculares otorgándoles un valor de cero a lo concerniente al transporte público.

Es preciso mencionar que los porcentajes vehiculares incluidos son los correspondientes a la hora de máxima demanda determinada en el análisis estadístico; con la intención de que la simulación realizada sea lo más cercano a la situación observada en la realidad es necesario realizar una precarga vehicular de 15 minutos previos a la hora pico vehicular de la hora de máxima demanda como se muestra en la Tabla 20, Tabla 21, Tabla 22 y la Tabla 23, debido a que si solo se realiza con la carga vehicular de la hora de máxima demanda en la vía se observara que no hay presencia vehicular, evento que no se presencia en la realidad de este corredor vial.

Tabla 21. *Porcentaje vehicular 15 minutos previos a la hora de máxima demanda (H.M.D.) en dirección norte.*

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANT.</b>	<b>%</b>
<b>AUTO</b>	108	18,5886
<b>TAXI</b>	47	8,0895
<b>AMB.</b>	0	0,0000
<b>BUS INT.</b>	5	0,8606
<b>C2-P</b>	35	6,0241
<b>C3</b>	0	0,0000
<b>C4</b>	0	0,0000
<b>C5</b>	0	0,0000
<b>&gt;C6</b>	2	0,3442
<b>C2-G</b>	20	3,4423
<b>MOTO</b>	364	62,6506
<b>TOTAL</b>	581	

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Tabla 22. *Porcentaje vehicular 15 minutos previos a la hora de máxima demanda (H.M.D.) en dirección sur.*

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANT.</b>	<b>%</b>
<b>AUTO</b>	105	15,8850
<b>TAXI</b>	67	10,1362
<b>AMB.</b>	0	0,0000
<b>BUS INT.</b>	1	0,1513
<b>C2-P</b>	19	2,8744
<b>C3</b>	0	0,0000
<b>C4</b>	0	0,0000
<b>C5</b>	0	0,0000
<b>&gt;C6</b>	0	0,0000
<b>C2-G</b>	7	1,0590
<b>MOTO</b>	462	69,8941
<b>TOTAL</b>	661	

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Tabla 23. *Porcentaje vehicular 15 minutos previos a la hora de máxima demanda (H.M.D.) en la vía primero de mayo.*

<b>PRIMERO DE MAYO</b>		
<b>TIPO DE VEHEICULO</b>	<b>CANT.</b>	<b>%</b>
TAXI	10	5,52
AUTO	16	8,84
AMBULANCIAS	1	0,55
BUS INTER.	1	0,55
C-2P	5	2,76
C-2G	4	2,21
C-3-4	0	0,00
C5	0	0,00
>C6	0	0,00
MOTOS	145	80,11
<b>TOTAL</b>	<b>181</b>	

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

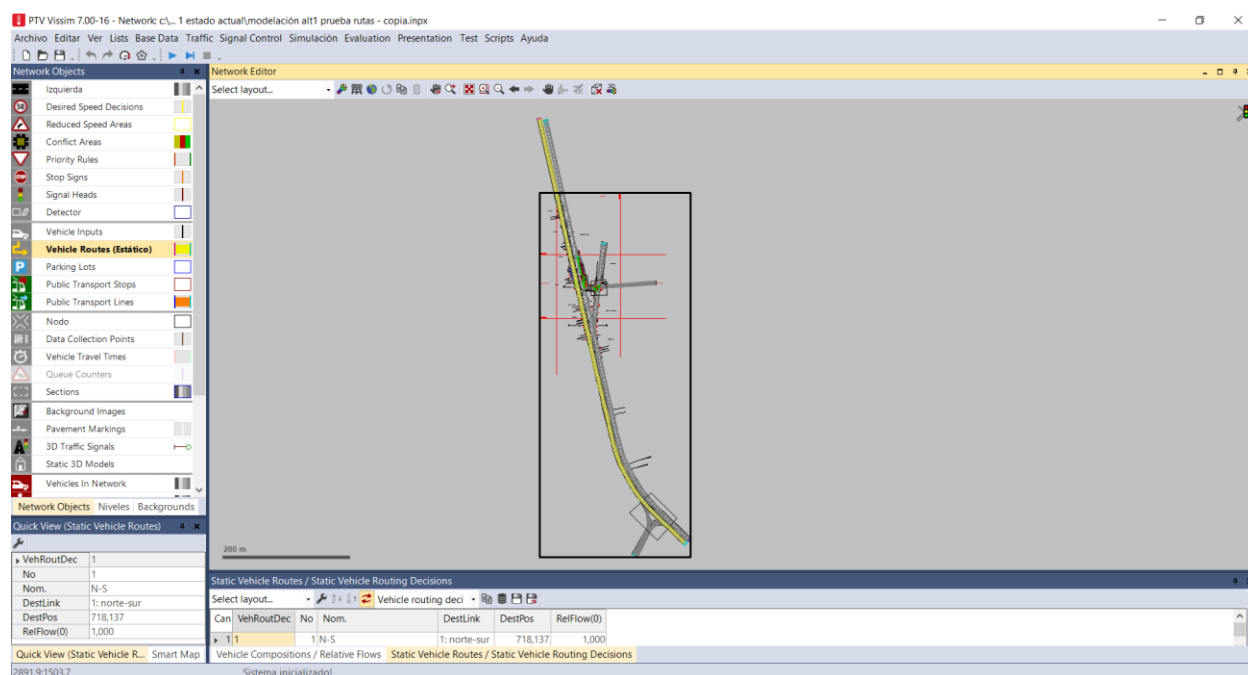
Tabla 24. *Porcentaje vehicular 15 minutos previos a la hora de máxima demanda (H.M.D.) en la vía primero de mayo.*

<b>DESVÍO HOSPITAL</b>		
<b>TIPO DE VEHEICULO</b>	<b>CANT.</b>	<b>%</b>
TAXI	10	13,33
CARRO	8	10,67
AMBULANCIAS	2	2,67
BUS INTER.	0	0,00
C-2P	1	1,33
C-2G	0	0,00
C-3-4	0	0,00
C5	0	0,00
>C6	0	0,00
MOTOS	54	72,00
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*



Con la realización de todos los procedimientos vistos anteriormente y ajustando los parámetros mostrados, es necesario establecer las rutas observadas en la avenida Francisco Fernández de Contreras; en el caso de esta investigación las rutas establecidas fueron las siguientes: ruta norte-sur, ruta sur-primero de mayo, ruta sur-primero de mayo-norte-hospital, ruta sur-retorno primero de mayo-norte, ruta sur-norte, ruta sur-retorno hospital, ruta primero de mayo-sur, ruta primero de mayo-norte, ruta primero de mayo-norte-hospital y la ruta salida hospital-norte. Estos flujos vehiculares mencionados anteriormente son los que actualmente circulan por este corredor vial los cuales se pueden observar las rutas principales en la *Figura 33*, *Figura 34*, *Figura 35* y la *Figura 36*; tomando como diferenciador una línea en color amarillo la cual en su comienzo parte de una línea transversal a esta de color rojo y al finalizar de igual forma una línea transversal en color verde.



*Figura 33.* Trazado de la ruta norte-sur sobre la Avenida Francisco Fernández de Contreras.

*Fuente:* autores del proyecto.

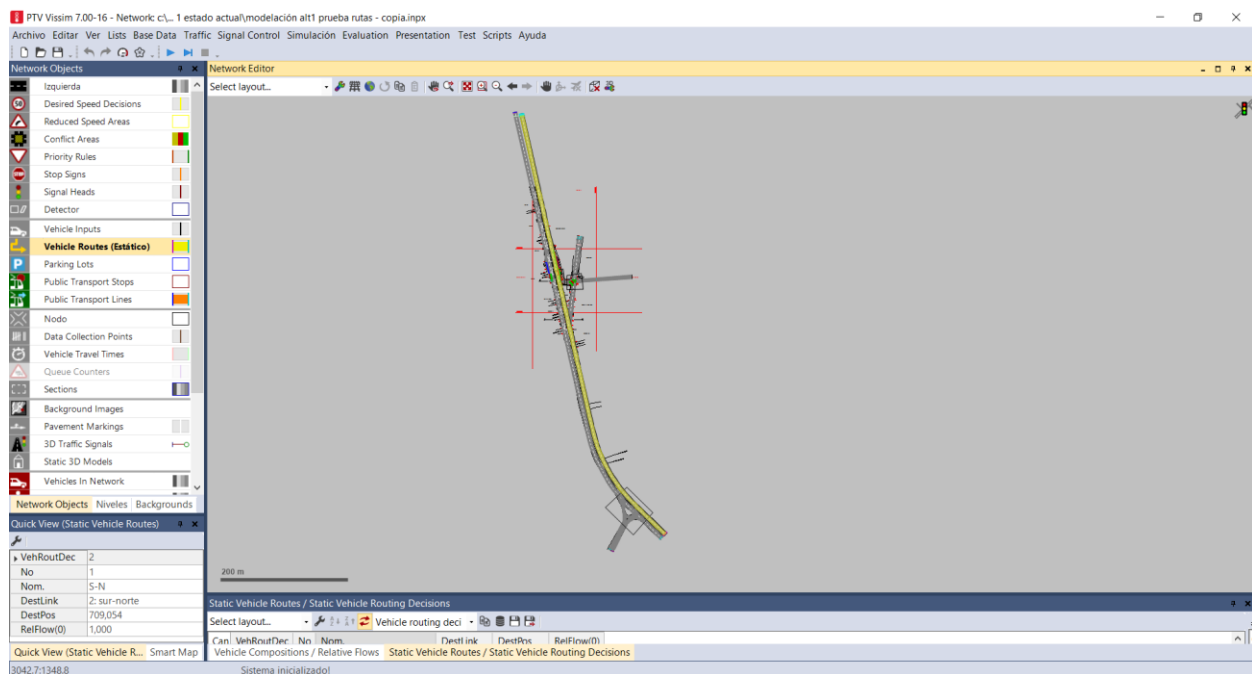


Figura 34. Trazado de la ruta sur-norte sobre la Avenida Francisco Fernández de Contreras.

Fuente: autores del proyecto.

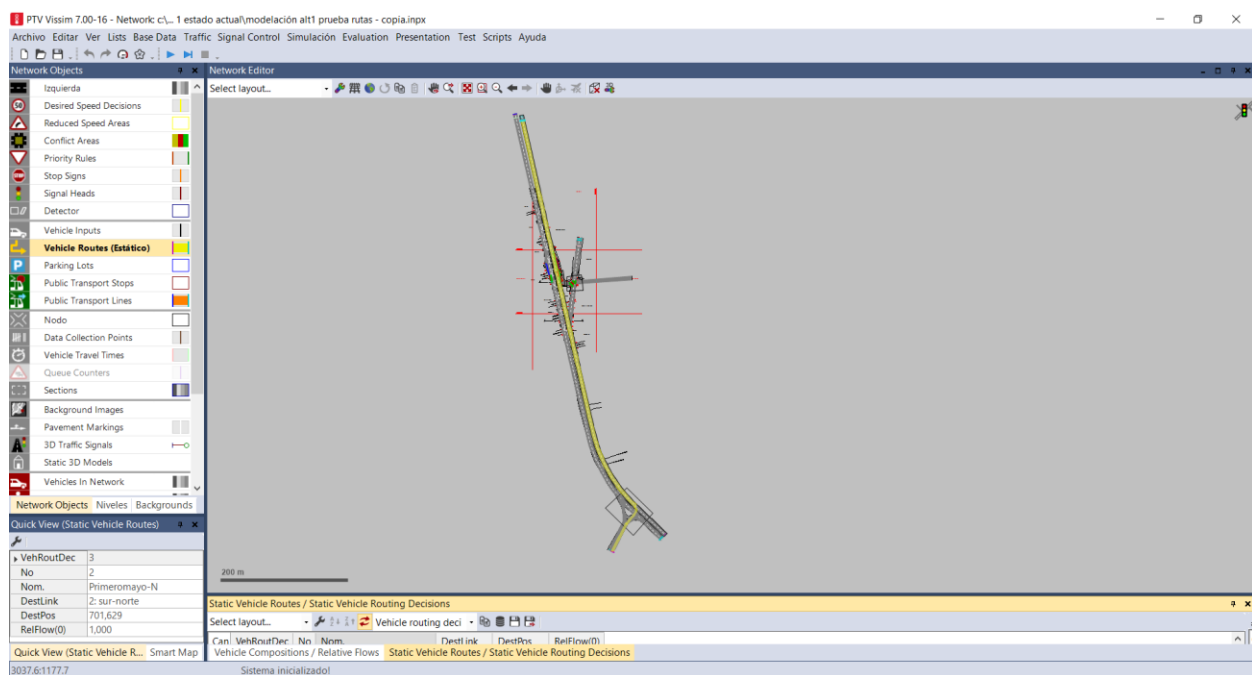


Figura 35. Trazado de la ruta primero de mayo-norte sobre la Avenida Francisco Fernández de Contreras.

Fuente: autores del proyecto.

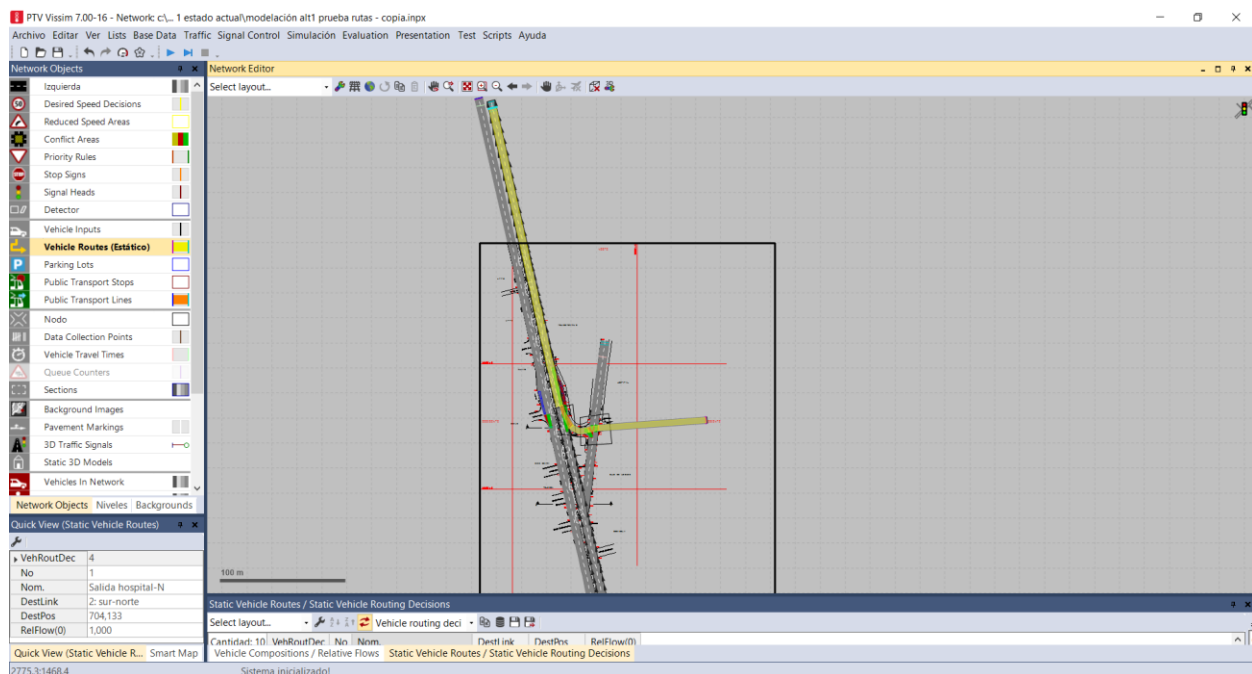


Figura 36. Trazado de la ruta salida hospital-norte sobre la Avenida Francisco Fernández de Contreras.

Fuente: autores del proyecto.

Es posible entonces con todo lo realizado hasta ahora en la modelación establecer la entrada de vehículos en los puntos principales de donde estos partirán para realizar el recorrido que normalmente se observa en la avenida Francisco Fernández de Contreras utilizando la barra de herramientas que se encuentra en el lado izquierdo de la pantalla eligiendo la opción VEHICLE INPUTS y dando clic izquierdo en el tramo deseado lo seleccionamos para luego dar clic derecho y crear la entrada de vehículos en la tabla que aparece como se muestra en la figura 37. Creación de las entradas de vehículos sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

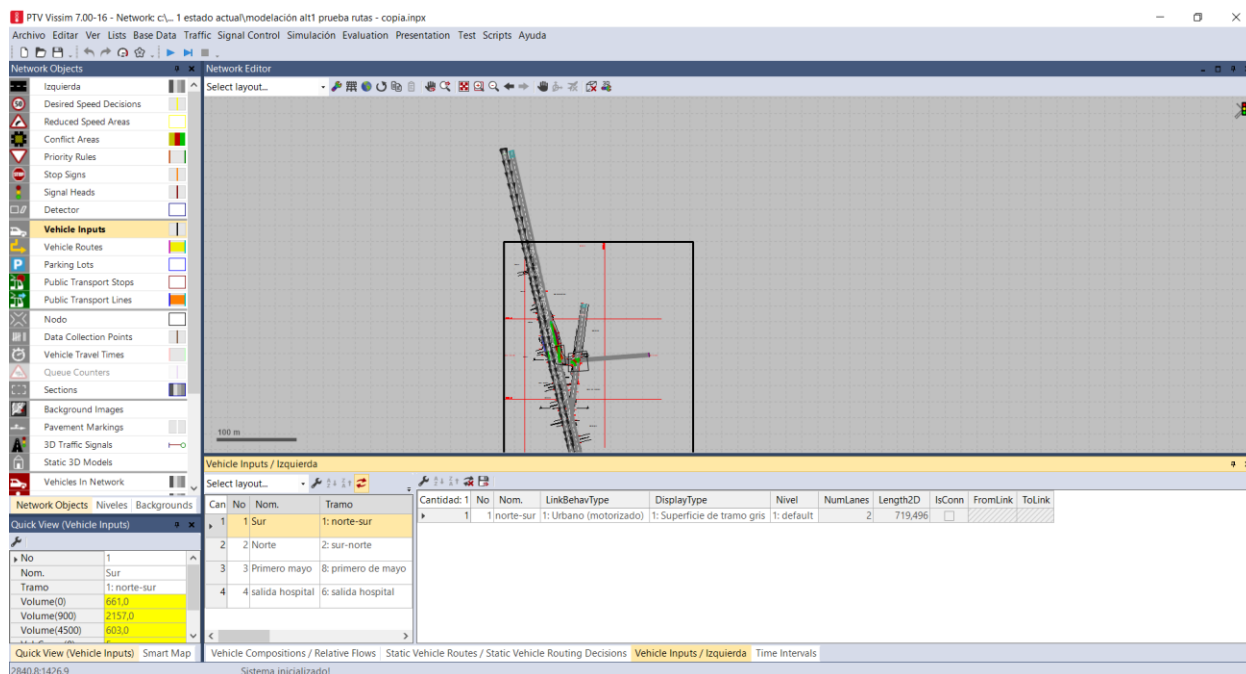


Figura 37. Creación de las entradas de vehículos sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

Fuente: autores del proyecto.

Con la definición de todos los parámetros anteriores como las vías, composiciones vehiculares, porcentajes vehiculares, asignación de rutas y entrada de vehículos; es posible continuar con la asignación de prioridades en cada uno de los conectores estipulados, lo que permite organizar el flujo vehicular de tal manera que se establece cual ruta tiene mayor prioridad con respecto a otra, es decir cual flujo vehicular mantendrá tránsito libre mientras que otra ruta que se vincula debe hacer la espera correspondiente para incorporarse a dicho flujo de vehículos generando la necesidad de establecer las áreas de conflictos que se presentan en el corredor vial de estudio como se muestra en la Figura 38. Asignación de las áreas de conflicto en corredor vial estudiado.

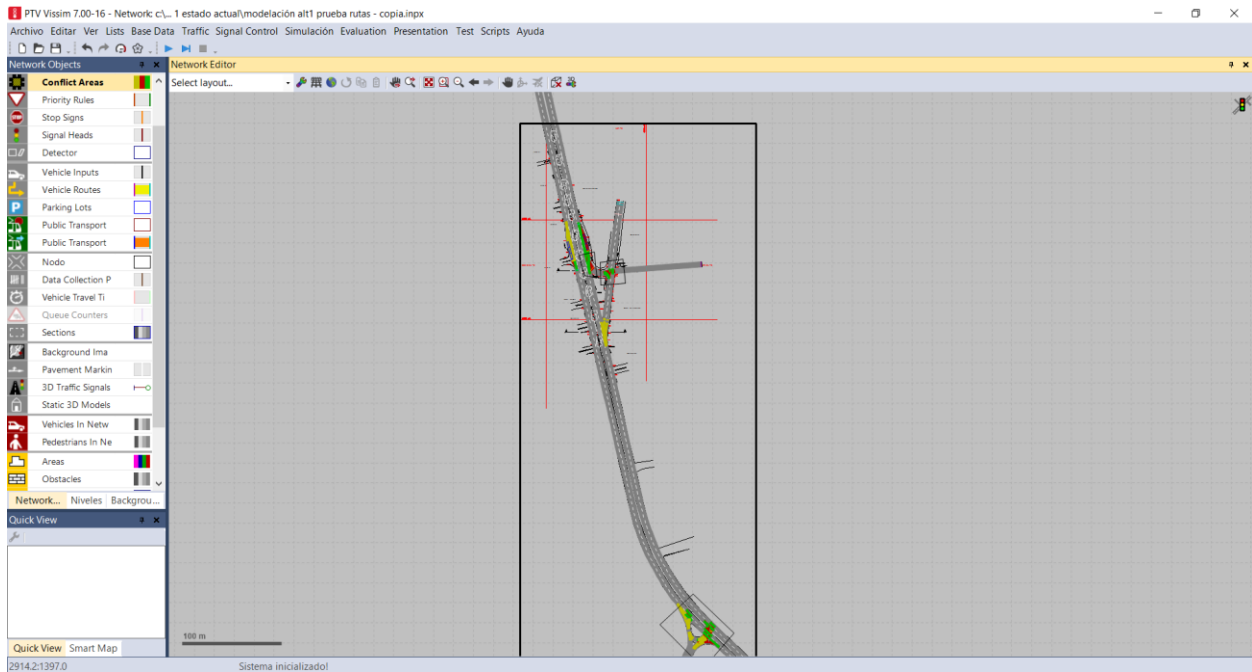


Figura 38. Asignación de las áreas de conflicto en corredor vial estudiado.

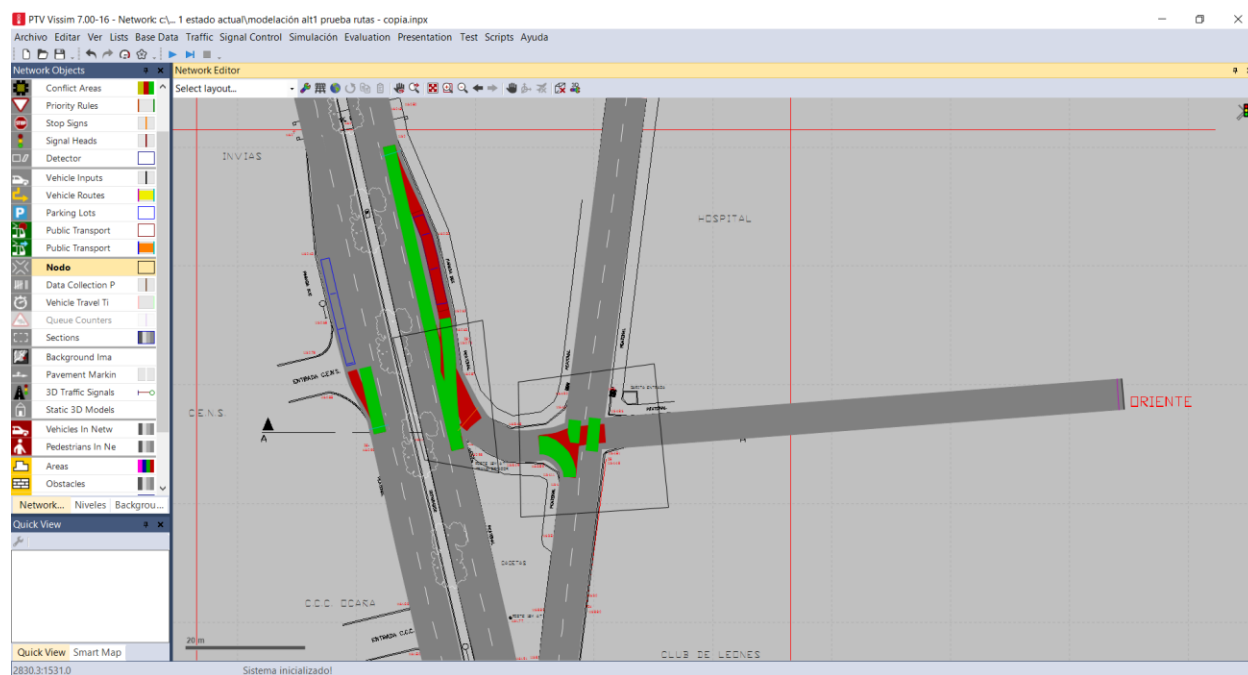
Fuente: autores del proyecto.

Can	Link1	Vicini link1	Link2	Vicini link2	Status	FrontCanDef	RearCanDef	SafeDistFactDef	ArtDistDist	ObsActInes	AntirinRout	AwsidBlink
1	norte-sur	100.0	10009	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
2	sur-norte	100.0	10008	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
3	sur-norte	100.0	10000	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
4	sur-norte	100.0	10004	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
5	sur-norte	100.0	10005-norte-hospital	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
6	sur-norte	100.0	10013	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
7	via hospital	100.0	10007	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
8	10002	100.0	10004	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
9	10004	100.0	10013	100.0	ONEVEL	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
1	10005-norte-hospital	100.0	10008	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
1	norte-sur	100.0	10004 bahiaz	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
1	norte-sur	100.0	10013	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
1	sur-norte	100.0	10007 retorno	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
1	sur-norte	100.0	10002	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
1	sur-norte	100.0	10008	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
1	3 bahiaz	100.0	10013	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
1	4 bahiaz	100.0	10003	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
1	5 via hospital	100.0	10006	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
1	7 retorno	100.0	10002	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
2	10007	100.0	10013	100.0	ONEVEL	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
2	5 via hospital	100.0	10005-norte-hospital	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
2	5 via hospital	100.0	10006	100.0	ONEVEL	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
2	10006	100.0	10007	100.0	ONEVEL	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
2	10006	100.0	10007	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
2	norte-sur	100.0	10001 primero de mayo-avenida	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
2	sur-norte	100.0	10016 PRIMEROMAYO-AVENIDA NORTE	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
3	10001 primero de mayo-avenida	100.0	10016 PRIMEROMAYO-AVENIDA NORTE	100.0	ONEVEL	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
3	10 AVENIDA SUR-PRIMEROMAYO	100.0	10011 AVENIDASUR-PRIMEROMAYO	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
3	sur-norte	100.0	10012 PRIMEROMAYO-AVENIDANORTE2	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
3	10010 PRIMEROMAYO-AVENIDA	100.0	10012 PRIMEROMAYO-AVENIDANORTE2	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
3	sur-norte	100.0	10014 RETORNA-AVENIDANORTE2	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
3	10012 PRIMEROMAYO-AVENIDA	100.0	10014 RETORNA-AVENIDANORTE2	100.0	ONEVEL	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
3	norte-sur	100.0	10015 AVENIDASUR1-RETORNO	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
3	norte-sur	100.0	10016 AVENIDANORTE2-RETORNO	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
3	10 AVENIDA SUR-PRIMEROMAYO	100.0	10016 AVENIDANORTE2-RETORNO	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
3	8 primero de mayo	100.0	10012 PRIMEROMAYO-AVENIDANORTE2	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
3	norte-sur	100.0	10012 PRIMEROMAYO-AVENIDANORTE2	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
3	10001 primero de mayo-avenida	100.0	10012 PRIMEROMAYO-AVENIDANORTE2	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
4	norte-sur	100.0	10012 PRIMEROMAYO-AVENIDANORTE	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
4	10 AVENIDA SUR-PRIMEROMAYO	100.0	10012 PRIMEROMAYO-AVENIDANORTE2	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
4	10010 PRIMEROMAYO-AVENIDA	100.0	10014 RETORNA-AVENIDANORTE2	100.0	PASSIVE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %
4	norte-sur	100.0	10014 RETORNA-AVENIDANORTE2	100.0	TWOYIE	0.5	0.5	1.5	0.0	☒	0.0 %	100.0 %

Figura 39. Asignación de las áreas de conflicto en corredor vial estudiado.

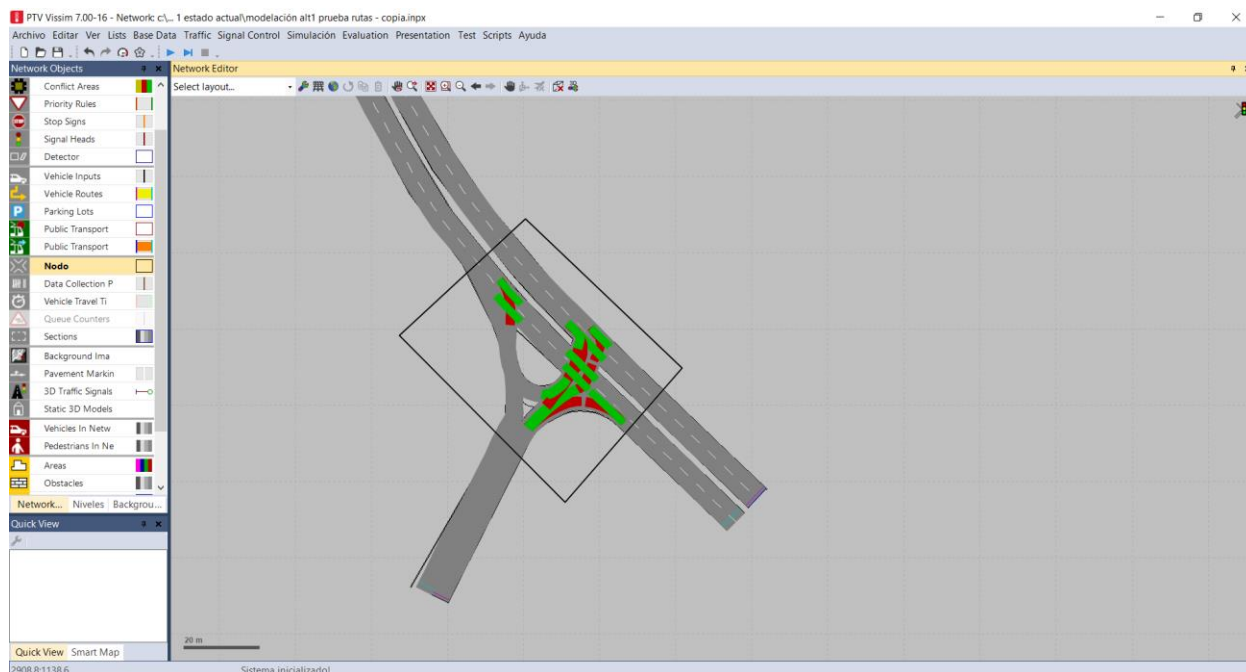
Fuente: autores del proyecto.

Cabe resaltar que en el caso de esta investigación fue necesario la asignación de nodos debido a que se presentan intersecciones de otras vías la cuales generan un pare obligatorio en dicho transito como es en el caso de la intersección que se genera en la transición de la vía primero de mayo a la avenida Francisco Fernández de Contreras en dirección norte y sur, la transición de la avenida Francisco Fernández de Contreras a la vía que comunica al hospital Emiro Quintero Cañizares y el retorno del hospital hacia la avenida Francisco Fernández de Contreras como se muestra en la *Figura 40* y en la *Figura 41*; además la aplicación de nodos permite un estudio más a profundidad sobre la zona en la que se encuentra dicha intersección permitiendo conocer parámetros que complementarían esta investigación.



*Figura 40.* Establecimiento de nodos en la transición de la avenida Francisco Fernández de Contreras en dirección norte a la vía que comunica al hospital Emiro Quintero Cañizares y el retorno del hospital hacia la avenida Francisco Fernández de Contreras en sentido norte.

*Fuente:* autores del proyecto.



*Figura 41.* Establecimiento de nodos en la transición de la vía primero de mayo a la avenida Francisco Fernández de Contreras en dirección norte y sur.

*Fuente:* autores del proyecto.

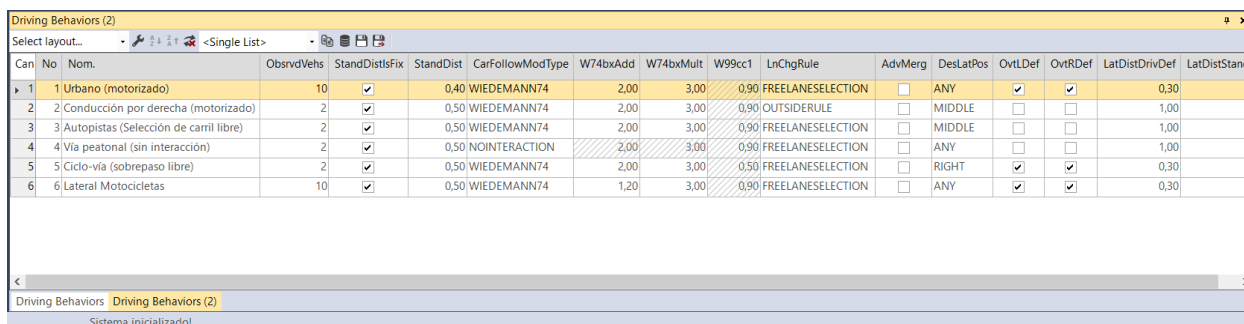
Todos estos procedimientos son necesarios para lograr que la modelación en VISSIM sea lo más cercana a la realidad en lo referente al comportamiento constante de elementos como las dimensiones de los vehículos, el acceso de los automóviles de una ruta a otra, etc. Sin embargo, todos estos parámetros están relacionados directamente con el comportamiento del conductor y por tal motivo el software VISSIM permite la calibración teniendo en cuenta lineamientos como el comportamiento del conductor cuando realiza cambio de carril, comportamiento de conducción lateral y parámetros de conducción lateral aplicado a las motocicletas.

Cabe mencionar que el software VISSIM es de origen alemán, por tal motivo su programación inicial está diseñada para simular el comportamiento de conducción europeo el cual es ampliamente diferente al comportamiento latinoamericano al momento de conducir, por esta razón es necesario determinar valores cuantitativos que permitan representar el comportamiento de los ocañeros cuando conducen cada uno de los vehículos incluidos en esta investigación.

Con el fin de representar en forma correcta el comportamiento de los conductores del municipio de Ocaña, Norte de Santander debemos remitirnos a la investigación modelación del flujo vehicular sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el municipio de Ocaña Norte de Santander (López & Vergel, 2013), ya que en esta investigación se realizó la calibración de dicho comportamiento vehicular permitiendo ingresar los valores determinados por ellos en esta investigación ya que coincide con el con el mismo lugar de estudio de esta investigación.

Los valores tenidos en cuenta de la investigación modelación del flujo vehicular sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el municipio de Ocaña Norte de Santander para esta investigación fueron parámetros como distancia visual hacia adelante, distancia visual hacia atrás, pérdida de atención temporal, modelo de seguimiento de vehículos y separación media en detención este último es un valor arrojado en un estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia en el cual se recomienda utilizar una distancia de 1.2 m.

Para ingresar estos valores en VISSIM es necesario ingresar en la herramienta BASE DATA y elegir la opción DRIVING BEHAVIORS de la cual se desprende una tabla en la que puedes agregar un comportamiento, además de permitir editarlos como se en la *Figura 42*, *Figura 43*, *Figura 44*, *Figura 45*, *Figura 46* y la *Figura 47*.



Can	No	Nom.	ObsrvdVehs	StandDistIsFix	StandDist	CarFollowModType	W74bxAdd	W74bxMult	W99cc1	LnChgRule	AdvMerg	DesLatPos	OvtLDef	OvtRDef	LatDistDrivDef	LatDistStandt
1	1	Urbano (motorizado)	10	<input checked="" type="checkbox"/>	0,40	WIEDEMANN74	2,00	3,00	0,90	FREELANESELECTION	<input type="checkbox"/>	ANY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		0,30
2	2	Conducción por derecha (motorizado)	2	<input checked="" type="checkbox"/>	0,50	WIEDEMANN74	2,00	3,00	0,90	OUTSIDERULE	<input type="checkbox"/>	MIDDLE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1,00
3	3	Autopistas (Selección de carril libre)	2	<input checked="" type="checkbox"/>	0,50	WIEDEMANN74	2,00	3,00	0,90	FREELANESELECTION	<input type="checkbox"/>	MIDDLE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1,00
4	4	Via peatonal (sin interacción)	2	<input checked="" type="checkbox"/>	0,50	NOINTERACTION	2,00	3,00	0,90	FREELANESELECTION	<input type="checkbox"/>	ANY	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1,00
5	5	Ciclo-vía (sobrepaso libre)	2	<input checked="" type="checkbox"/>	0,50	WIEDEMANN74	2,00	3,00	0,50	FREELANESELECTION	<input type="checkbox"/>	RIGHT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		0,30
6	6	Lateral Motocicletas	10	<input checked="" type="checkbox"/>	0,50	WIEDEMANN74	1,20	3,00	0,90	FREELANESELECTION	<input type="checkbox"/>	ANY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		0,30

*Figura 42.* Comportamientos de conducción establecidos por VISSIM 7.0.

*Fuente:* autores del proyecto.



Driving Behavior Parameter Set

No.: 1 Nom.: Urbano (motorizado)

Seguimiento | Cambio de carril | Lateral | Regulador semafórico

Distancia visual hacia delante  
 mín.: 20.00 m  
 máx.: 350.00 m  
 Vehículos observados

Distancia visual hacia atrás  
 mín.: 0.00 m  
 máx.: 150.00 m

Perdida de atención temporal  
 Duración: 0.00 s  
 Probabilidad: 0.00 %

Comportamiento cercano  
 Distancia de espera para obstáculos estáticos: 0.40 m

Modelo de seguimiento de vehículo  
 WIEDEMANN74

Parámetros del modelo  
 Separación media en detención: 1.20  
 Parte adic. de dist. de seguridad: 2.00  
 Parte multipl. de dist. de seguridad: 3.00

Aceptar Cancelar

Figura 43. Cambio de parámetros del comportamiento URBANO (motorizado) en la opción seguimiento.

Fuente: autores del proyecto.

Driving Behavior Parameter Set

No.: 1 Nom.: Urbano (motorizado)

Seguimiento | Cambio de carril | Lateral | Regulador semafórico

Comportamiento general: FREELANESELECTION

Cambio de carril necesario (ruta)

	Propio	Vehículo sig.
Desaceleración máxima:	-4.00 m/s <sup>2</sup>	-3.00 m/s <sup>2</sup>
- 1 m/s <sup>2</sup> por distancia:	100.00 m	100.00 m
Desaceleración aceptada:	-1.00 m/s <sup>2</sup>	-1.00 m/s <sup>2</sup>

Tiempo de espera antes de eliminación: 60.00 s  
 Intervalo mín. (delantero/trasero): 0.50 m  
 Hacia carril lento sobre el tiempo de colisión: 0.00 s  
 Factor de reducción de distancia de seguridad: 0.25  
 Desaceleración máxima al frenar por cooperación: -3.00 m/s<sup>2</sup>

Sobrepasar áreas de reducción de velocidad  
 Entrecruzamiento avanzado  
 Consider subsequent static routing decisions

Cambio de carril por cooperación  
 Diferencia máxima de velocidad: 10.80 km/h  
 Tiempo máximo de colisión: 10.00 s

Lateral correction of rear end position  
 Velocidad máxima: 3.00 km/h  
 Active during time period from 1.00 s until 10.00 s after lane change start

Aceptar Cancelar

Figura 44. Cambio de parámetros del comportamiento URBANO (motorizado) en la opción cambio de carril.

Fuente: autores del proyecto.

Driving Behavior Parameter Set

No.: 1 Nom.: Urbano (motorizado)

Seguimiento Cambio de carril **Lateral** Regulador semafórico

Posición deseada a flujo libre: ANY

Observar vehículos en carriles aledaños  
 Cola en forma de diamante  
 Considerar próxima dirección de giro

Ganancia de tiempo de colisión: 2.00 s  
Velocidad longitudinal mínima: 3.60 km/h  
Tiempo entre cambios de dirección: 0.00 s

Default behavior when overtaking vehicles on the same lane

Overtake on same lane Minimum lateral distance

On left Distance standing: 0.30 m at 0 km/h  
 On right Distance driving: 0.30 m at 50 km/h

Exceptions for overtaking vehicles of the following vehicle classes

Cantidad:	VehClass	OvtL	OvtR	LatDistStand	LatDistDriv
1	10: Taxi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,20	0,20
2	20: AUTO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,20	0,20
3	30: AMBULA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,20	0,20
4	40: BUS INTE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,20	0,20
5	50: BUSETA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,20	0,20
6	60: C-2P	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,20	0,20
7	70: C-2G	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,20	0,20
8	80: C-3-4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,20	0,20
9	90: C5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,20	0,20
10	100: >C6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,20	0,20

Figura 45. Cambio de parámetros del comportamiento URBANO (motorizado) en la opción lateral.

Fuente: autores del proyecto.

Es importante mencionar que dentro de los comportamientos preestablecidos en la configuración de VISSIM 7.0 se hizo necesario la implementación de un nuevo movimiento nombrado LATERAL MOTOCICLETAS, el cual fue creado con el fin de incorporar estos parámetros de comportamiento a las motocicletas como se muestran en la Figura 46, Figura 47 y la Figura 48. Cambio de parámetros del comportamiento LATERAL MOTOCICLETAS en la opción seguimiento.

Driving Behavior Parameter Set

No.: 6 Nom: Lateral Motocicletas

Seguimiento Cambio de carril Lateral Regulador semafórico

Distancia visual hacia delante  
 mín.: 20.00 m  
 máx.: 350.00 m  
 Vehículos observados

Distancia visual hacia atrás  
 mín.: 0.00 m  
 máx.: 150.00 m

Perdida de atención temporal  
 Duración: 0.00 s  
 Probabilidad: 0.00 %

Comportamiento cercano  
 Distancia de espera para obstáculos estáticos: 0.50 m

Modelo de seguimiento de vehículo  
 WIEDEMANN74

Parámetros del modelo  
 Separación media en detención: 1.20  
 Parte adic. de dist. de seguridad: 1.20  
 Parte multipl. de dist. de seguridad: 3.00

Aceptar Cancelar

Figura 46. Cambio de parámetros del comportamiento LATERAL MOTOCICLETAS en la opción seguimiento.

Fuente: autores del proyecto.

Driving Behavior Parameter Set

No.: 6 Nom: Lateral Motocicletas

Seguimiento Cambio de carril Lateral Regulador semafórico

Posición deseada a flujo libre: ANY

Observar vehículos en carriles aledaños  
 Cola en forma de diamante  
 Considerar próxima dirección de giro

Ganancia de tiempo de colisión: 2.00 s  
 Velocidad longitudinal mínima: 3.60 km/h  
 Tiempo entre cambios de dirección: 0.00 s

Default behavior when overtaking vehicles on the same lane

Overtake on same lane  
 On left  
 On right

Minimum lateral distance  
 Distance standing: 0.00 m at 0 km/h  
 Distance driving: 0.30 m at 50 km/h

Exceptions for overtaking vehicles of the following vehicle classes

Cantidad: 0	VehClass	OvtL	OvtR	LatDistStand	LatDistDriv

Aceptar Cancelar

Figura 47. Cambio de parámetros del comportamiento LATERAL MOTOCICLETAS en la opción lateral.

Fuente: autores del proyecto.

Driving Behavior Parameter Set

No.: 6 Nom.: Lateral Motocicletas

Seguimiento **Cambio de carril** Lateral Regulator semafórico

Comportamiento general: FREELANESELECTION

Cambio de carril necesario (ruta)	Propio	Vehículo sig.
Desaceleración máxima:	-4.00 m/s <sup>2</sup>	-3.00 m/s <sup>2</sup>
- 1 m/s <sup>2</sup> por distancia:	100.00 m	100.00 m
Desaceleración aceptada:	-1.00 m/s <sup>2</sup>	-1.00 m/s <sup>2</sup>

Tiempo de espera antes de eliminación: 60.00 s

Intervalo mín. (delantero/trasero): 0.50 m

Hacia carril lento sobre el tiempo de colisión: 0.00 s

Factor de reducción de distancia de seguridad: 0.25

Desaceleración máxima al frenar por cooperación: -3.00 m/s<sup>2</sup>

Sobrepasar áreas de reducción de velocidad

Entrecruzamiento avanzado

Consider subsequent static routing decisions

Cambio de carril por cooperación

Diferencia máxima de velocidad: 10.00 km/h

Tiempo máximo de colisión: 10.00 s

Lateral correction of rear end position

Velocidad máxima: 3.00 km/h

Active during time period from 1.00 s until 10.00 s after lane change start

Aceptar Cancelar

Figura 48. Cambio de parámetros del comportamiento LATERAL MOTOCICLETAS en la opción cambio de carril.

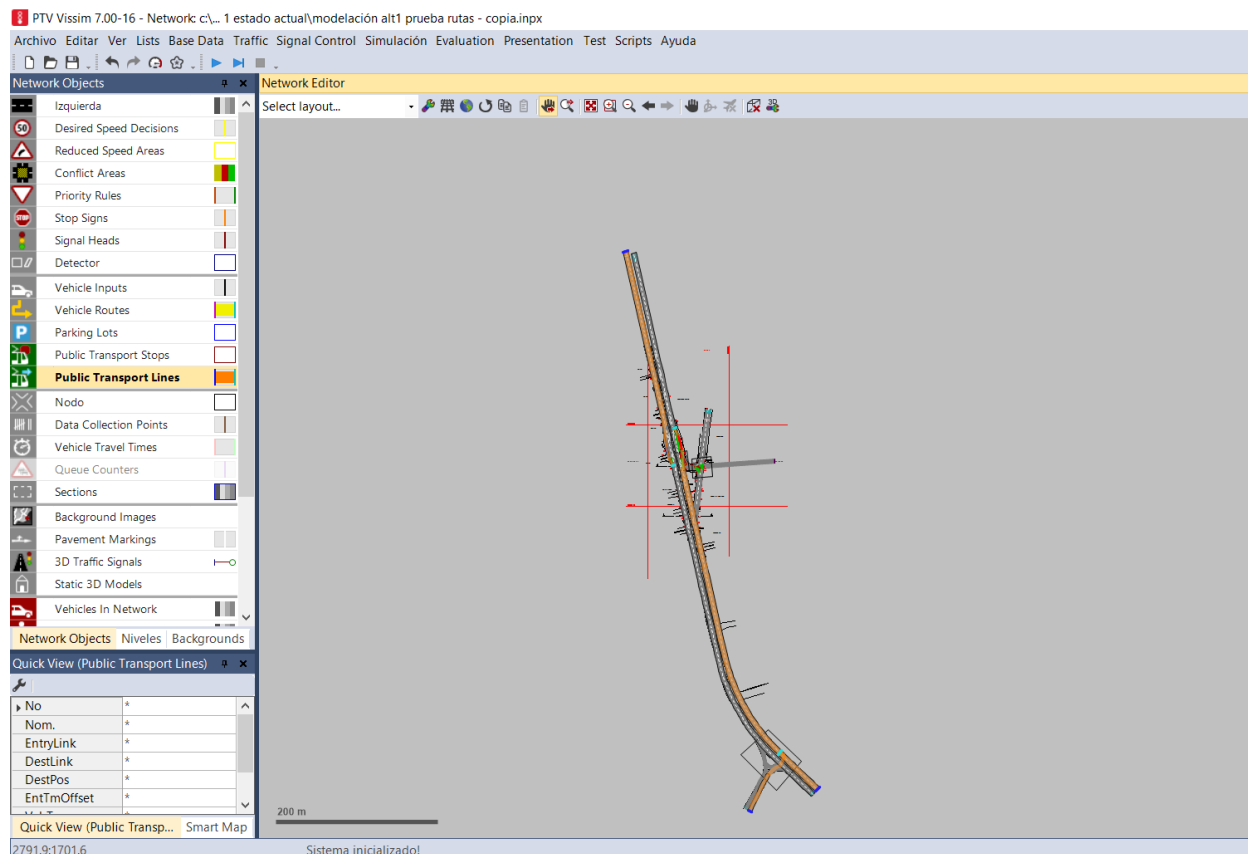
Fuente: autores del proyecto.

Todos los parámetros relacionados con los movimientos URBANO (motorizado) y LATERAL MOTOCICLETAS fueron diligenciados gracias a la investigación realizada por las personas EIDER LOPEZ y ANDREA LORENA VERGEL; permitiendo establecer un comportamiento vehicular muy parecido al visto en la actualidad en la avenida Francisco Fernández de Contreras.

Avanzando con la investigación se hace necesario hacer un énfasis en el transporte público y la manera en cómo se debe manejar este sistema en VISSIM 7.0, debido a que se deben establecer una serie de parámetros que permitan el funcionamiento de este medio de transporte. Al igual que para los demás vehículos incluidos en esta investigación se hace necesario determinar las rutas por las cuales estos circulan, además de los puntos constantes donde estos realizan sus respectivas paradas. Las rutas incluidas en la modelación son avenida (dirección sur)-primero de mayo con una frecuencia de 120 seg, avenida (dirección sur)-llanadas con una

frecuencia de 120 seg y la ruta llanadas más circunvalar- avenida (dirección norte) con una frecuencia de 240 seg.

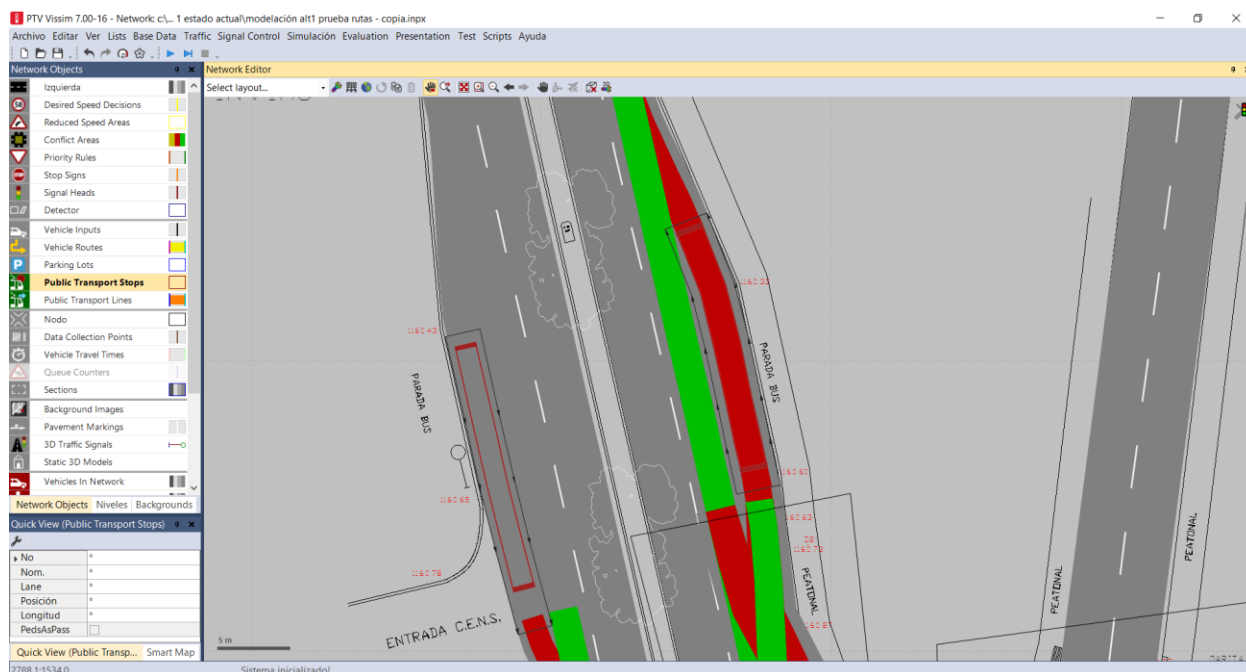
Para la creación de las rutas de transporte público en VISSIM 7.0 se hace uso de la barra de herramientas que se encuentra en el lado izquierdo de la pantalla seleccionando la opción PUBLIC TRANSPORT LINES para luego seleccionar el tramo donde se requiere inserta dicha ruta por medio de clic izquierdo y luego clic derecho para crear la ruta de transporte público en el lugar que se encuentra presente como se muestra en la *Figura 49*. Rutas de transporte público presentes sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras, donde se muestran en color marrón las diferentes rutas encontradas en el estudio del flujo vehicular que transita por este corredor vial.



*Figura 49.* Rutas de transporte público presentes sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

*Fuente:* autores del proyecto.

Consecutivamente a la realización de las rutas de transporte público se establecieron dos puntos constantes como se muestra en la *Figura 50*. Asignación de paradas del servicio de transporte público en la avenida Francisco Fernández de Contreras, donde con mayor frecuencia realizan paradas los buses para recibir y descargar pasajeros ya que estos generalmente no tienen paradas contantes definidas debido a que no hay una organización al respecto a este tema por parte de las empresas de transporte público que prestan este servicio en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.



*Figura 50.* Asignación de paradas del servicio de transporte público en la avenida Francisco Fernández de Contreras.

*Fuente:* autores del proyecto.

#### **4.4.2 Planteamiento de alternativa 1. Modificación del interceptor ubicado en el K050+088 ruta 70 tramo 7 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras, del municipio de Ocaña Norte de Santander.**

Conociendo el estado actual de la vía y su comportamiento, esta alternativa propone rehabilitar el interceptor ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras de tal forma que sea seguro, rápido y controlado, para ello se hace una micro simulación en el software VISSIM 7.0; asignándole características a cada vehículo tales como velocidad, color distintivo, ruta, tipo de vehículo, calibración del comportamiento vehicular entre otros y de esta manera se implementan una serie de elementos adicionales hipotéticos, como la semaforización del flujo en el sentido Sur-Norte implementando adicionalmente a esta la señalización vial necesaria para luego evaluar qué efectos causa esta alternativa con respecto al comportamiento vehicular que arrojará dicha modelación.

Teniendo en cuenta la seguridad como principal punto de partida para la realización de esta alternativa, fue necesario implementar una serie de modificaciones que permitan rehabilitar dicho interceptor en lo relacionado con el diseño geométrico de carreteras establecido por el INVIAS y de esta manera realizar los cambios requeridos que permitan generar la topografía que es indispensable para la modelación en VISSIM, estas reformas consistieron en la ampliación longitudinal de la bahía que permitirá una capacidad de maniobra mayor a la ambulancia ya que el carril por sus dimensiones ajustadas a una vía de primer orden con paso urbano según lo establecido por el INVIAS y debido a la dificultad para ampliar la calzada de tal forma que permita la inclusión de un nuevo carril por la presencia de viviendas aledañas a dicho corredor vial, se optó por la implementación de dicha reforma a la bahía existente en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras de tal forma que funcione como elemento de transición preparando al vehículo de emergencia para posteriormente hacer el giro a la izquierda, haciendo cumplimiento de lo planteado en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVIAS, 2008) como se muestra en la *Figura 51*. Longitud mínima de un carril de desaceleración en cual estipula parámetros que van en función de la velocidad.

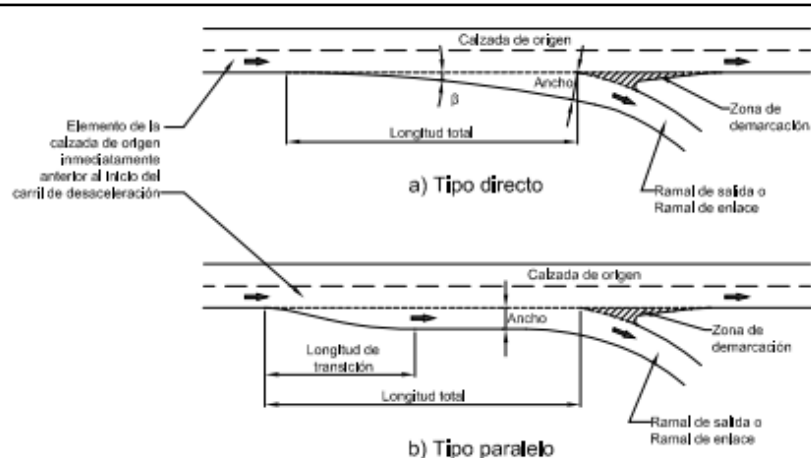


Figura 6.8. – Esquemas de carriles de desaceleración

Tabla 6.2.  
Longitud mínima de un carril de desaceleración

Velocidad específica del ramal de salida <sup>(1)</sup> o de enlace <sup>(2)</sup> (km/h)		PARE	25	30	40	50	60	80
Velocidad Específica del elemento de la calzada de origen inmediatamente anterior al inicio del carril de desaceleración (km/h)	Longitud de la transición (m)	Longitud total del carril de desaceleración, incluyendo la transición (m)						
50	45	70	50	45	45	-	-	-
60	55	90	70	70	55	55	-	-
70	60	105	90	90	75	60	60	-
80	65	120	105	105	90	75	65	-
100	75	140	125	125	110	95	80	75
120	90	160	145	145	130	130	110	90

<sup>(1)</sup> Ramal de salida en el caso de intersecciones canalizadas a nivel.

<sup>(2)</sup> Ramal de enlace en el caso de intersecciones a desnivel ( $V_{RE}$ )

Figura 51. Longitud mínima de un carril de desaceleración.

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras (INVIAS, 2008).

Otro aspecto geométrico a considerar y que se incluyó en la modelación, es el radio de giro teniendo en cuenta lo establecido por el manual de diseño geométrico de carreteras (INVIAS, 2008) como se muestra en la Figura 52. Dimensiones y trayectorias de giro para Vehículo liviano, permitiendo realizar el giro a la izquierda de forma confiable luego de dejar el elemento transicional anterior (Bahía), de tal manera que al hacer esta maniobra no sea tan



abrupta de acuerdo a las condiciones de velocidad a la que se desplaza el vehículo autorizado para realizar dicho giro en este caso las ambulancias, por otra parte, se condiciona la señalización horizontal como vertical siendo estas, señales de advertencia preparando a los usuarios de un evento en el que se prioriza la movilidad del vehículo de emergencia.

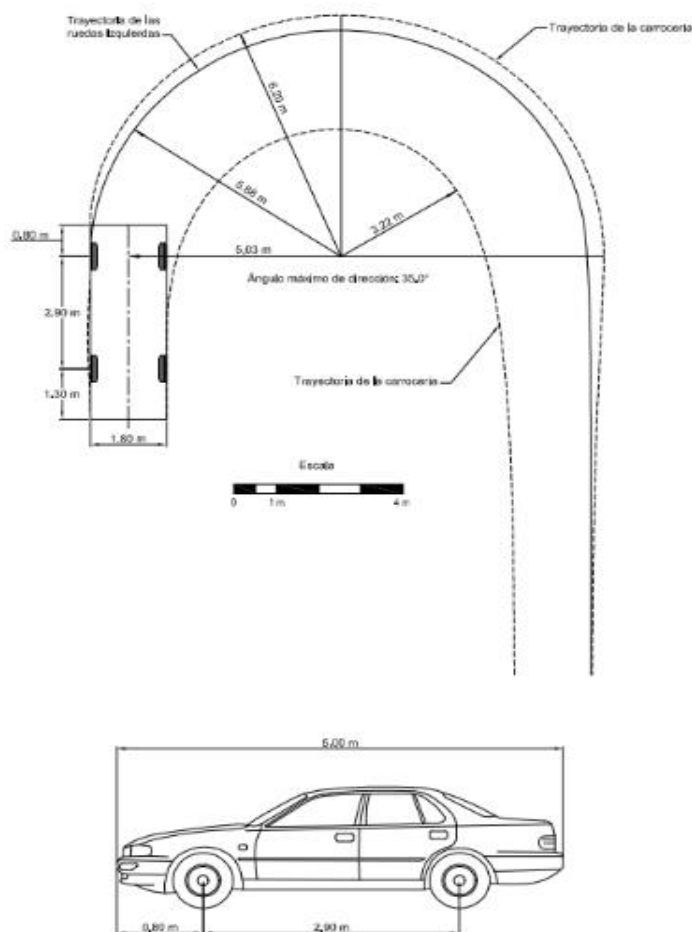
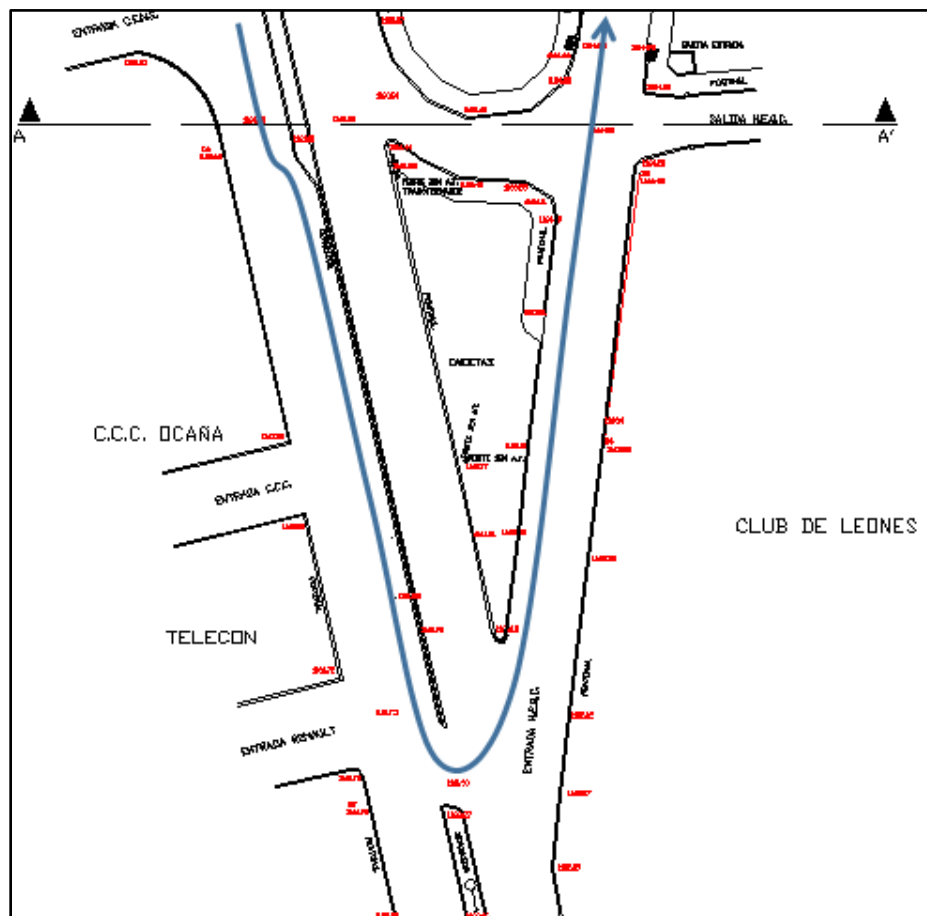


Figura 2.2. – Dimensiones y trayectorias de giro para Vehículo liviano.

Figura 52. Dimensiones y trayectorias de giro para Vehículo liviano.

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras (INVIAS, 2008).

Todas estas características fueron implementadas y reflejadas en una alternativa para una posible solución a la problemática dada, partiendo de la recolección de información, micro simulación a través de una modelación virtual y el análisis de todas las posibles variables, todo ello con el fin de conocer los datos arrojados por la micro simulación y así la viabilidad de esta alternativa; como también que la misma aminore el impacto en el comportamiento vehicular actual y eliminar el foco de accidentalidad. Partiendo de todas las premisas mencionada anteriormente fue posible realizar las modificaciones necesarias para el funcionamiento de la alternativa en el lugar de estudio K05+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras como se muestra en la *Figura 53*. Modificaciones realizadas para la rehabilitación del interceptor ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.



*Figura 53.* Modificaciones realizadas para la rehabilitación del interceptor ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

*Fuente:* autores del proyecto.

Habiendo realizado todas las modificaciones mostradas anteriormente es posible implementar los dispositivos de control vehicular necesarios para poder modelar esta alternativa en VISSIM 7; cabe mencionar que esta micro-simulación se realiza incluyendo los parámetros mostrados en la situación actual del K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras de igual manera para esta alternativa la cual se enfoca en recuperar el interceptor en el punto de estudio nombrado.

Los dispositivos de control vehicular para este caso semáforos, se deberá realizar los cálculos que permitan establecer los ciclos de fases que den garantía de seguridad en la movilidad de dicho corredor vial. Los cálculos para la implementación de estos semáforos de tiempo fijo se realizarán siguiendo los procedimientos establecidos en el libro de INGENIERÍA DE TRANSITO FUNDAMENTOS Y APLICACIONES de Rafael Cal, Mayor Reyes Espíndola y James Cárdenas Grisales como se muestran a continuación.

Este procedimiento teórico comenzara por determinar la longitud o duración del ciclo óptimo, según F.V. Webster está longitud de ciclo permite medir la demora mínima de todos los vehículos en una intersección con semáforo la cual esta expresada por la siguiente ecuación.

$$C_o = \frac{1.5 L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\beta} Y_i}$$

Para la solución de la ecuación anterior es necesario establecer las fases  $Y_i$  como se muestra en la *Figura 54*. Identificación de las fases en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

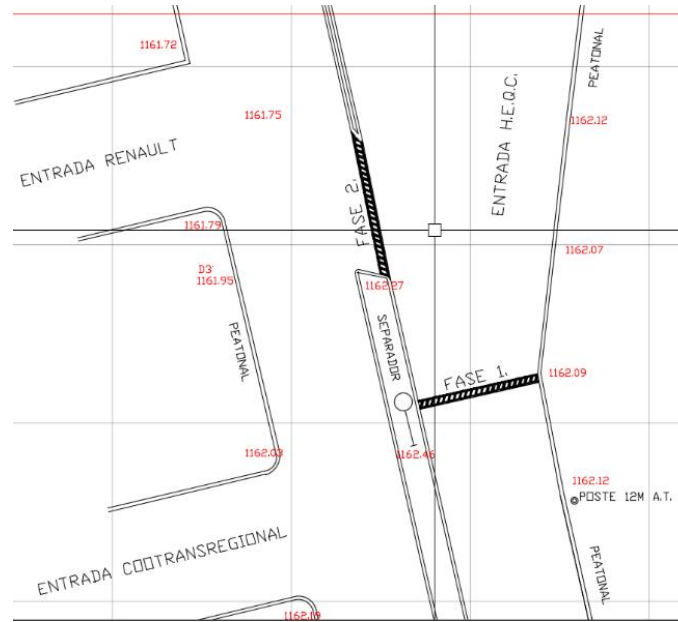


Figura 54. Identificación de las fases en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

Fuente: autores del proyecto.

Para el cálculo de las fases establecidas se realizará mediante el uso de la siguiente expresión matemática:

$$Y_i = \left( t + \frac{v}{2 \cdot a} \right) + \left( \frac{W + L}{v} \right)$$

De donde,

$Y_i$  = intervalo de cambio de fase, ámbar mas todo rojo (sg).

$t$  = intervalo de cambio de fase, ámbar mas todo rojo (sg) (usualmente 1.00 sg).

$v$  = velocidad de aproximación de los vehículos.

$a$  = tasa de desaceleración (valor usual  $3.05 \text{ m/s}^2$ ).

$w$  = ancho de la intersección (m).

$l$  = longitud del vehículo (valor sugerido 6.10 m).

Entonces para la *Fase 1* se tiene una velocidad de 60 Km/h que debe ser convertida a m/s arrojando un valor de 16.6 m/s y para la *Fase 2* se tiene una velocidad de 60 Km/h dando el mismo valor que la *Fase 1*; habiendo tenido todos los valores necesarios para determinar las fases se procede a realizar el cálculo.

Para la *Fase 1* y *Fase 2* tenemos,

$$Y1 = Y2 = \left(1 + \frac{16.6}{2 * 3.05}\right) + \left(\frac{7 + 6.10}{16.6}\right)$$

$$Y1 = Y2 = 3.72 + 0.78$$

Redondeando a entero:

$$Y1 = Y2 = 4 + 1$$

$$Y1 = Y2 = rT + \text{ámbar}$$

$$Y1 = Y2 = 5 \text{ Sg}$$

Adicionalmente a los valores calculados, también se debe determinar la cantidad de vehículos equivalentes, valor que debe ser incluido en la fórmula que calcula la longitud de ciclo; sin embargo, es importante mencionar que para hallar los valores de la Tabla 24. *Vehículos equivalentes según estudio de tránsito en la ciudad de México*, se tuvo en cuenta los resultados obtenidos de un estudio de tránsito para la ciudad de México llamada los semáforos y el control dinámico del tránsito Adalpe et al. (1976).

Avanzando con la investigación es posible determinar entonces los vehículos equivalentes de los aforos realizados, obteniendo los valores que se muestran en la Tabla 25. *Vehículos equivalentes de la avenida Francisco Fernández de Contreras en dirección sur-norte.*

Tabla 25. Vehículos equivalentes según estudio de tránsito en la ciudad de México.

TIPO DE VEHICULOS.	RELACIÓN EN VEHICULOS
Taxi	1
AUTO	1
AMBULANCIA	1
BUS INTERM.	2
BUSETA	1
C-2P	1
C-2G	2
C-3-4	3,5
C5	3,5
>C6	3,5
MOTO	0,33

Fuente: Adalpe et al. (1976)

Tabla 26. Vehículos equivalentes de la avenida Francisco Fernández de Contreras en dirección sur-norte.

TIPO DE VEHICULO	RELACIÓN EN VEHICULOS	CANT. DE VEHICULOS (AFORO)	VEHICULO EQUIVALENTE.
AUTO	1	425	425
TAXI	1	207	207
AMB.	1	1	1
BUS	1	99	99
BUS INT.	2	23	46
C2-P	1	76	76
C3	3,5	5	18
C4	3,5	0	0
C5	3,5	5	5
>C6	3,5	5	18
C2-G	2	46	92
MOTO	0,33	2174	717
<b>TOTAL</b>			<b>1703</b>

Fuente: Autores del proyecto.

Es importante mencionar que esta investigación es un caso especial debido a que se pretende dar paso exclusivo a las ambulancias por un interceptor ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07, cuyo volumen vehicular es de 5 ambulancias según la hora de máxima demanda de las ambulancias encontrada en el aforo vehicular realizado frente al flujo vehicular presente en la avenida Francisco Fernández de Contreras en dirección sur-norte es muy pequeño lo que podría dar resultados diferentes a lo habitual en la determinación de estos valores; por tal motivo el número de vehículos equivalentes serán 5 ya que las ambulancias tienen una relación vehicular 1 a 1 según lo visto en el estudio de tránsito para la ciudad de México.

Ahora es posible determinar el parámetro  $\beta_i$ , el cual es la relación entre el flujo actual de vehículos equivalentes y la saturación ( $s$ ) crítica de vehículos en color verde la cual está establecida como 1800 vphpv (vehículos por hora por verde); este parámetro debe ser calculado para cada una de las fases de estudio.

$$\beta_i = \frac{\text{flujo actual (veh. equivalentes)}}{s}$$

Entonces para la *Fase 1* tenemos,

$$\beta_1 = \frac{1703}{1800}$$

$$\beta_1 = 0.946$$

Luego para la *Fase 2* sería,

$$\beta_2 = \frac{5}{1800}$$

$$\beta_2 = 0.003$$

Ahora es posible determinar la duración o longitud de ciclo reemplazando los valores obtenidos anteriormente por medio de la ecuación de Webster como se muestra a continuación:

$$C_o = \frac{1.5 L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\beta} Y_i}$$

De donde,

$C_o$  = Tiempo óptimo de ciclo (s).

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

$\beta_i$  = Máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase  $i$ .

$i$  = Número de fases del semáforo.

$$C_o = \frac{(1.5 * (5)) + 5}{1 - 0.946 - 0.003}$$

$$C_o = 245 Sg$$

Del valor obtenido es posible tomar entre el 75% y el 150% del ciclo óptimo hallado, en este caso se tomará el 75% del ciclo óptimo arrojando un valor de  $(245 Sg * 0.75) = 184 Sg$ , valor que sobrepasa el límite fijado acerca de la psicología del conductor establecida entre 35 Sg y 120 Sg; sin embargo, se procederá con el cálculo de los tiempos en verde con la siguiente expresión.

$$gT = C_o - LgT$$

$$gT = 184 Sg - 5Sg$$

$$gT = 179Sg$$

Se procede entonces al cálculo de las *Fases* para el color verde con la siguiente expresión:

$$g_i = \frac{\beta_i}{\beta_1 + \beta_2} * gT$$



Luego para la *Fase 1* tenemos,

$$g1 = \frac{0.946}{0.949} * 179 \text{ Sg}$$

$$g1 = 0.997 * 179 \text{ Sg}$$

$$g1 = 178 \text{ Sg}$$

Para la *Fase 2* tenemos,

$$g2 = \frac{0.003}{0.949} * 179 \text{ Sg}$$

$$g2 = 0.0032 * 179 \text{ Sg}$$

$$g2 = 1 \text{ Sg}$$

Habiendo realizado todos los cálculos mostrados anteriormente es posible determinar los tiempos para cada una de las fases establecidas como se muestra en la Tabla 26. *Tiempos de las fases asignadas en el K050+88 ruta 70 tramo 07 en la avenida Francisco Fernández de Contreras*, para su futura modelación en VISSIM 7.16.

Tabla 27. *Tiempos de las fases asignadas en el K050+88 ruta 70 tramo 07 en la avenida Francisco Fernández de Contreras.*

FASE	TIEMPO EN VERDE (Sg)	TIEMPO EN AMARILLO (Sg)	TIEMPO EN ROJO (Sg)
<i>Fase 1: Avenida Francisco Fernández de Contreras (sur-norte).</i>	178	1	4
<i>Fase 2: Interceptor entrada de ambulancias.</i>	1	1	4

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Aunque la longitud de ciclo ( $C_o$ ) no estuviera dentro de los márgenes establecidos como se hizo mención en párrafos anteriores, los resultados son los esperados debido a lo especial del caso que se está investigando; porque al observar los tiempos de la fase 1 con respecto a la fase 2 en donde el tiempo del color verde en el semáforo tienen una diferencia muy grande y esto se debe a las dimensiones de los flujos vehiculares, indicando entonces que el flujo vehicular de la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido sur-norte debe permanecer la mayor parte del tiempo en color verde hasta que una ambulancia necesite realizar la maniobra que permita cruzar dicha avenida para llegar a su lugar de destino en este caso el hospital Emiro Quintero Cañizares.

Es importante mencionar que este tipo de eventos como el que se está estudiando tiene una forma diferente para ser analizado utilizando VISSIM 7.16 pero empleando una herramienta de este llamada lenguaje VAP (Vehicle actuated programming), cuya traducción es programación accionada por vehículo; dicha herramienta permite por medio de programación en lenguaje VAP dar las características al flujo vehicular que se quiere simular permitiendo adicionalmente accionar dispositivos de control vehicular (semáforos) en el momento que lo requiera dicha simulación, sin embargo no fue posible realizar este procedimiento por desconocimiento en el tema de programación en lenguaje VAP y aunque hay manuales respecto a esta información no fue posible programar el caso, debido a la complejidad en el manejo que requiere esta herramienta que sin duda alguna puede brindar un mejor análisis a problemas como el estudiado.

Se decidió entonces avanzar haciendo uso de la información que se tiene, pero aplicando criterios que permitan que la simulación a realizar arroje resultados que establezcan una posible rehabilitación del interceptor estudiado. Primeramente, se realizará una modelación en VISSIM 7 que permita medir el tiempo de viaje de las ambulancias desde el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras haciendo el recorrido por el interceptor en el

mismo punto habilitado hasta llegar al hospital Emiro Quintero Cañizares y de esta manera compararlo con el resultado de la modelación de la situación actual.

Adicionalmente se realizará otra modelación implementando un dispositivo de control vehicular (semáforo) de tiempo fijo, es decir que tenga un ciclo como el que fue calculado en procedimientos anteriores para dicha simulación; el cual permitirá detener el flujo vehicular de la avenida Francisco Fernández de Contreras en dirección sur-norte para que las ambulancias hagan la respectiva maniobra y hagan su paso haciendo uso del interceptor estudiado. Cabe resaltar que los tiempos de las fases calculados en los procesos anteriores no van a ser incluidos en la modelación debido a que estos valores permitieron describir el comportamiento de los dispositivos de control vial en la realidad, si se implementara esta señalización teniendo en cuenta los valores arrojados no aportaría ningún beneficio para la habilitación de dicho interceptor; por tal motivo solo se tendrá en cuenta la longitud de ciclo ( $C_o$ ) calculada anteriormente.

Debido a lo complejo que es recrear una situación como la presentada en esta investigación, ya que este paso solo se habilitara para los vehículos de emergencia (ambulancias), los cuales son una pequeña fracción del flujo presente en la avenida Francisco Fernández de Contreras con un numero de 5 ambulancias por hora, siendo esta la hora de máxima demanda (HMD) determinada en los aforos vehiculares para las ambulancias. Adicionalmente cabe agregar que el paso de estos vehículos no tiene un ciclo definido, por lo que estos harán uso del interceptor en el momento que se encuentren en estado de emergencia y se dirijan al hospital cuando transiten por dicha avenida en el sentido norte-sur.

Teniendo en cuenta la descripción anterior se tomará como punto de partida la longitud de la bahía anterior al interceptor la cual sirve como carril de desaceleración con 200 metros de longitud por donde transitará al inicio la ambulancia con una velocidad de 50 Km/h, con lo que podremos determinar el tiempo que demora la ambulancia en recorrer dicha bahía, el cual nos permitirá accionar por medio manual un mecanismo que haga la transición del semáforo de verde a amarillo y por ultimo a rojo en la fase 1 de forma segura para que el semáforo asignado en la

fase 2 este en verde y permita que la ambulancia haga su respectiva maniobra como se mostró en la *Figura 53*. Modificaciones realizadas para la rehabilitación del interceptor ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

Para el cálculo de este tiempo asumimos que la velocidad de la ambulancia es constante en el recorrido de los 200 metros de la bahía y utilizando la fórmula de velocidad media tenemos:

$$v = \frac{d}{t}$$

De donde:

$v$ : velocidad.

$d$ : desplazamiento.

$t$ : tiempo.

Despejando  $t$  tenemos:

$$t = \frac{d}{v}$$

$$t = \frac{0.200 \text{ Km}}{50 \text{ Km/h}}$$

$$t = 0.004 \text{ horas}$$

$$t = 0.004 \text{ horas} * \frac{3600 \text{ Sg}}{1 \text{ hora}}$$

$$t = 14.4 \text{ Sg}$$

Del tiempo encontrado será entonces asignado 15 segundos para que el conductor de la ambulancia de aviso a la persona encargada de accionar el mecanismo y al mismo tiempo 15 Sg

al color amarillo o ámbar, lo que permitirá dar la transición para que el semáforo ubicado en la avenida Francisco Fernández de Contreras sentido sur-norte en el punto de estudio K050+88 ruta 70 tramo 07 pase a rojo el cual tendrá una duración de 12 segundos para que la ambulancia realice la maniobra en este punto y retome el rumbo al hospital. Sin embargo, para determinar el tiempo del semáforo en verde se asumirá la longitud de ciclo ( $C_o$ )=245 Sg, al cual le restamos el tiempo de aviso del conductor de la ambulancia y el tiempo del semáforo en amarillo los cuales dan una suma de 15 segundos; mas el tiempo del semáforo en color rojo 12 segundos dando como resultado un tiempo de 218 Sg en color verde. De esta manera las nuevas fases de tiempos serán conformadas como se muestra en la Tabla 27.

Tabla 28. *Tiempos implementados para las fases de la alternativa 1: rehabilitación del interceptor ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.*

FASE	TIEMPO EN VERDE (Sg)	TIEMPO EN AMARILLO (Sg)	TIEMPO EN ROJO (Sg)
<i>Fase 1: Avenida Francisco Fernández de Contreras (sur-norte).</i>	218	15	12
<i>Fase 2: Interceptor entrada de ambulancias.</i>	8	3	234

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Habiendo establecido los criterios de tiempos para cada una de las fases presentes en el lugar de estudio se procede a incluir dichos valores en VISSIM 7.16 para la creación de los semáforos que actuaran mediante el accionar manual que fue mencionado en párrafos anteriores, como se muestra en la *Figura 55*. Inclusión de los tiempos de fases para el dispositivo de control vehicular (semáforo) en el K050+88 ruta 70 tramo 07 y la *Figura 56*.

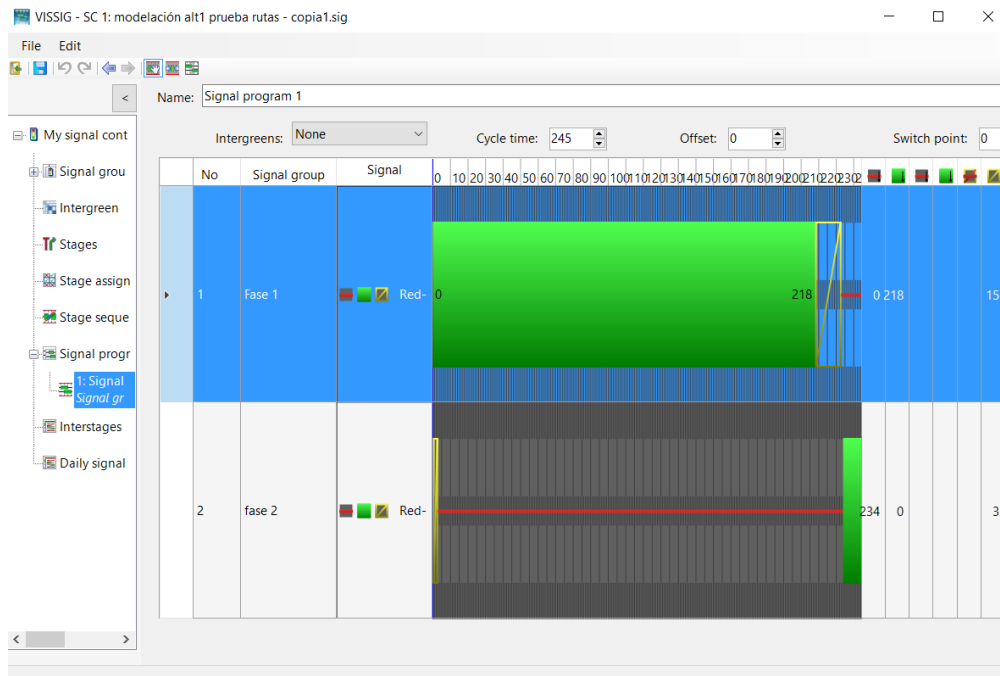


Figura 55. Inclusión de los tiempos de fases para el dispositivo de control vehicular (semáforo) en el K050+88 ruta 70 tramo 07.

Fuente: Autores del proyecto.

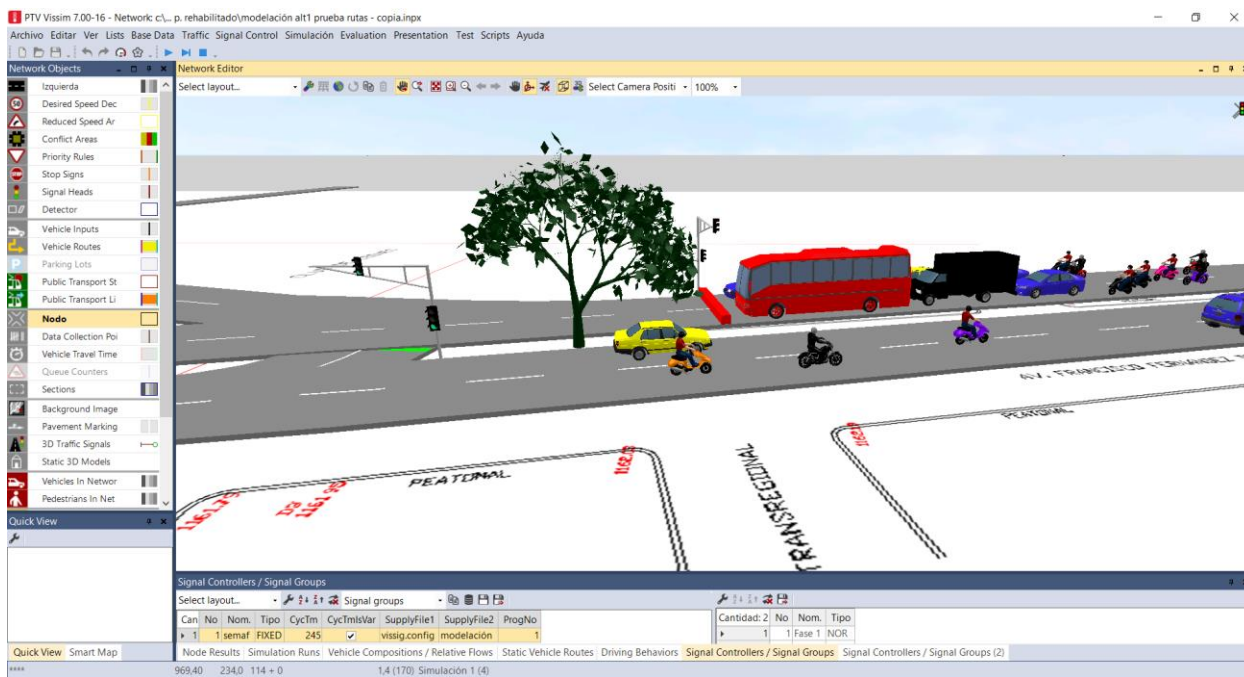


Figura 56. Vista de los semáforos implementados en VISSIM 7 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

Fuente: Autores del proyecto.

Es importante mencionar que el semáforo mostrado es la principal novedad en esta modelación por lo que los procedimientos realizados en modelación de la situación actual en VISSIM 7 son en general muy similares y por tal motivo no se mostraron en la realización de esta alternativa.

#### **4.4.3 Planteamiento de alternativa 2. Implementación de un paso elevado en el interceptor ubicado en el K050+088 ruta 70 tramo 7 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras, del municipio de Ocaña Norte de Santander.**

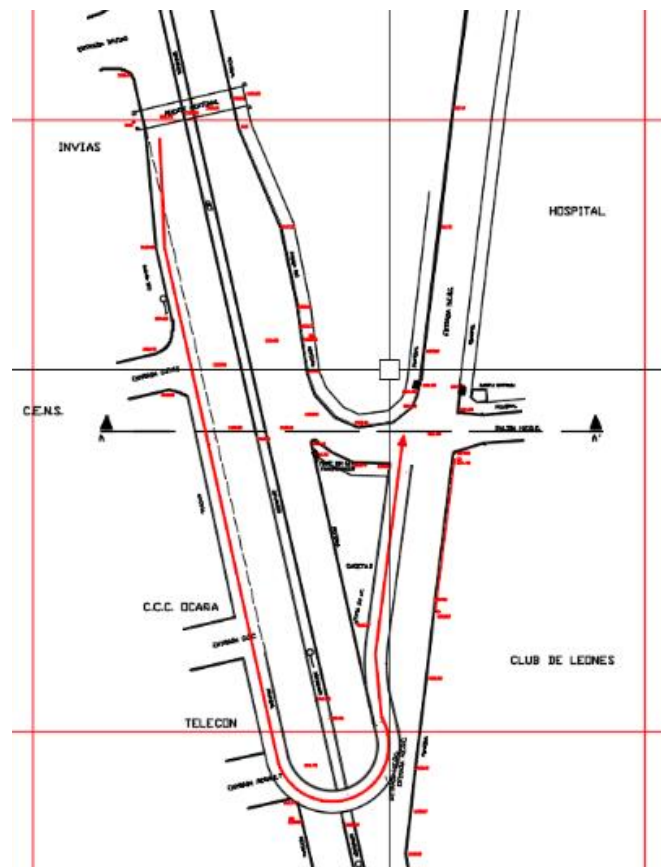
En esta alternativa se plantea la implementación de un paso elevado, como es de conocimiento en los estudios previos el comportamiento vehicular actual no genera garantías de movilidad que proporcione la rápida atención del paciente que es transportado en un vehículo de emergencias, por ello se hace una micro simulación donde se recrea virtualmente las condiciones para las cuales se cree que sea una solución a la problemática dada.

La composición de esta alternativa consiste en la incorporación de un carril de desaceleración por la acera derecha en el sentido Norte-Sur en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras, de manera que el vehículo de emergencia lo tome como elemento de transición y pueda encarrilarse hacia el paso elevado y haga el giro a la izquierda dirigiéndose hacia el hospital Emiro Quintero Cañizares, sin afectar el flujo vehicular actual siguiendo su curso normal de forma rápida y segura.

Por otro lado, es importante mencionar la importancia de intervenir el costado derecho de la avenida Francisco Fernández de Contreras en el lugar de estudio debido a la necesidad de habilitar un carril que permita hacer la transición de desaceleración hacia el paso elevado como se mencionó anteriormente; para dicho carril de desaceleración se adoptó un ancho de carril de 3,50 m y una longitud de desaceleración de 65 m por el cual se desviara la ambulancia a una velocidad de 80 km/h para lograr desacelerar de forma segura y así ingresar al paso elevado el cual tiene una pendiente del 25% en una longitud de 20 m, y por último realizar el giro hacia la

izquierda por la curva elevada a una altura de 5m sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras; la cual tiene un radio de curvatura de 7.38 m y el mismo ancho del carril de desaceleración, cumpliendo con lo observado en la *Figura 51*. Longitud mínima de un carril de desaceleración y la *Figura 52*. Dimensiones y trayectorias de giro para Vehículo liviano; según lo establecido en el Manual de diseño geométrico de carreteras (INVIAS, 2008).

Con la definición de todos los parámetros anteriores es posible determinar con exactitud las dimensiones plasmándolas en un plano como el que se muestra en la *Figura 57*. Creación del carril de desaceleración y paso elevado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras; la cual nos permite crear en VISSIM los tramos necesarios para modelación de dicha alternativa vehicular.



*Figura 57.* Creación del carril de desaceleración y paso elevado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

*Fuente:* autores del proyecto.



#### 4.5 Analizar los resultados obtenidos de la modelación realizada en el software que permita establecer con seguridad la alternativa a aplicar en el lugar objeto de estudio.

##### 4.5.1 Análisis de resultados de la modelación en VISSIM 7 de la situación actual del flujo vehicular presente en la avenida Francisco Fernández de Contreras.

Con la inclusión de todos los parámetros mencionados en el transcurso de la investigación es posible realizar la simulación de la situación actual de la avenida Francisco Fernández de Contreras en el cual se incluye el punto principal de estudio el cual es el K050+088 ruta 70 tramo 07 sobre la misma avenida como se muestra en la *Figura 58*. Simulación de la situación actual de la avenida Francisco Fernández de Contreras.



*Figura 58.* Simulación de la situación actual de la avenida Francisco Fernández de Contreras.

*Fuente:* autores del proyecto.

Esta simulación se realiza con el objetivo de conocer el comportamiento de este corredor vial y de esta manera realizar un comparativo con lo observado en la realidad en lo concerniente al flujo vehicular que transita sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.

VISSIM permite correr el modelo realizado dando la posibilidad de hacerlo las veces que sean necesarias y de esta manera generar valores de mayor exactitud por medio de los promedios calculados por dicho software, en el caso de esta investigación se corrió simultáneamente 4 para obtener los valores promedio mencionados; permitiendo que la micro-simulación realizada genere tablas en donde se especificará el comportamiento de los nodos o intersecciones presentes en la vía, es decir se conocerá la longitud de colas que se generan en estos puntos, tiempos de retardo de los vehículos, cantidad de vehículos, etc.

Es importante mencionar que para la obtención de estos datos VISSIM 7 analiza cada intersección por cada nodo asignado, por tal motivo los resultados que este arroja son tomados como referencia a la vía que presenta la mayor acumulación de vehículos es decir la longitud de cola con respecto a los conectores aledaños a esta; adicionalmente a esto realiza un promedio en base a lo mencionado y halla un promedio total con respecto al nodo que está analizando como se muestra en la *Figura 59*. Resultados de los nodos en la modelación de la avenida Francisco Fernández de Contreras en VISSIM 7.

Para empezar a conocer los resultados de la modelación de la situación actual se partirá de la Tabla 28. *Comportamiento del flujo vehicular en los desvíos o conectores de salida o entrada de vehículos en la avenida Francisco Fernández de Contreras*, donde se observa el comportamiento del flujo vehicular en los desvíos o conectores que salen o ingresan a la avenida Francisco Fernández de Contreras; este comportamiento es de gran importancia conocerlo porque da a conocer las velocidades promedio en dichos sectores y los volúmenes promedio que transitan por los mismos.

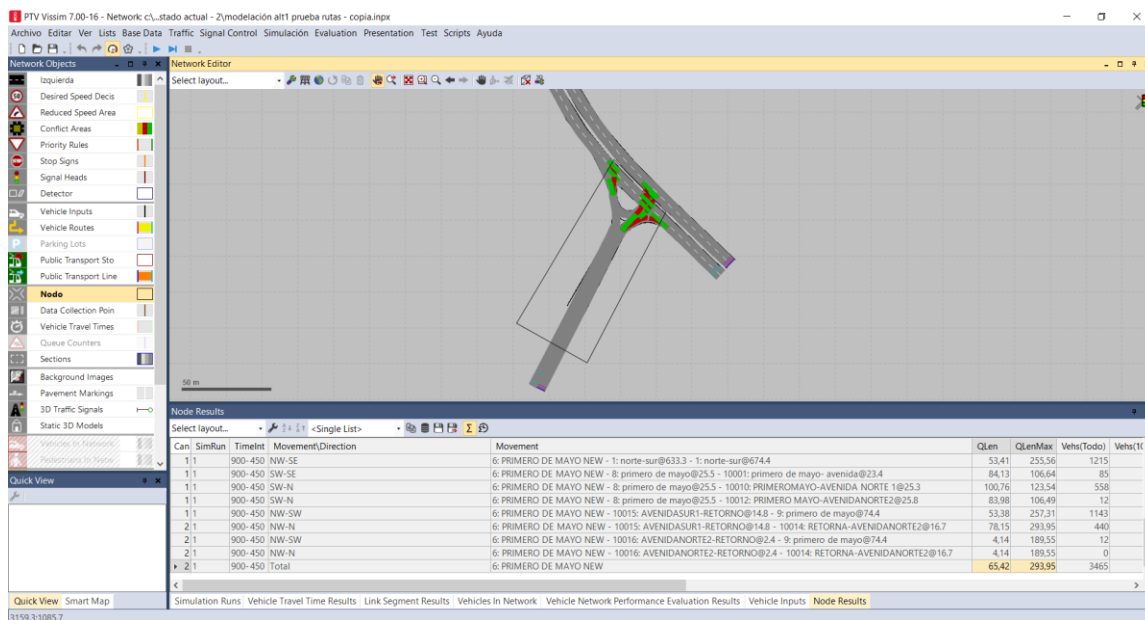


Figura 59. Resultados de los nodos en la modelación de la avenida Francisco Fernández de Contreras en VISSIM 7.

Fuente: autores del proyecto.

Además de esto VISSIM 7 nombra cada una de las rutas involucradas como se observa en la Figura 60. Rutas analizadas en el nodo Primero de mayo, con el fin de mostrar el análisis detallado del comportamiento vehicular que se registra en este punto. Cabe resaltar la importancia de la evaluación de nodo asignado en el Primero de mayo ya que este es el punto más crítico en el cual se genera el mayor retardo vehicular de las ambulancias cuando deben transitar en estado de emergencia por dicho sector para realizar el retorno que les permita llegar al hospital Emiro Quintero Cañizares.

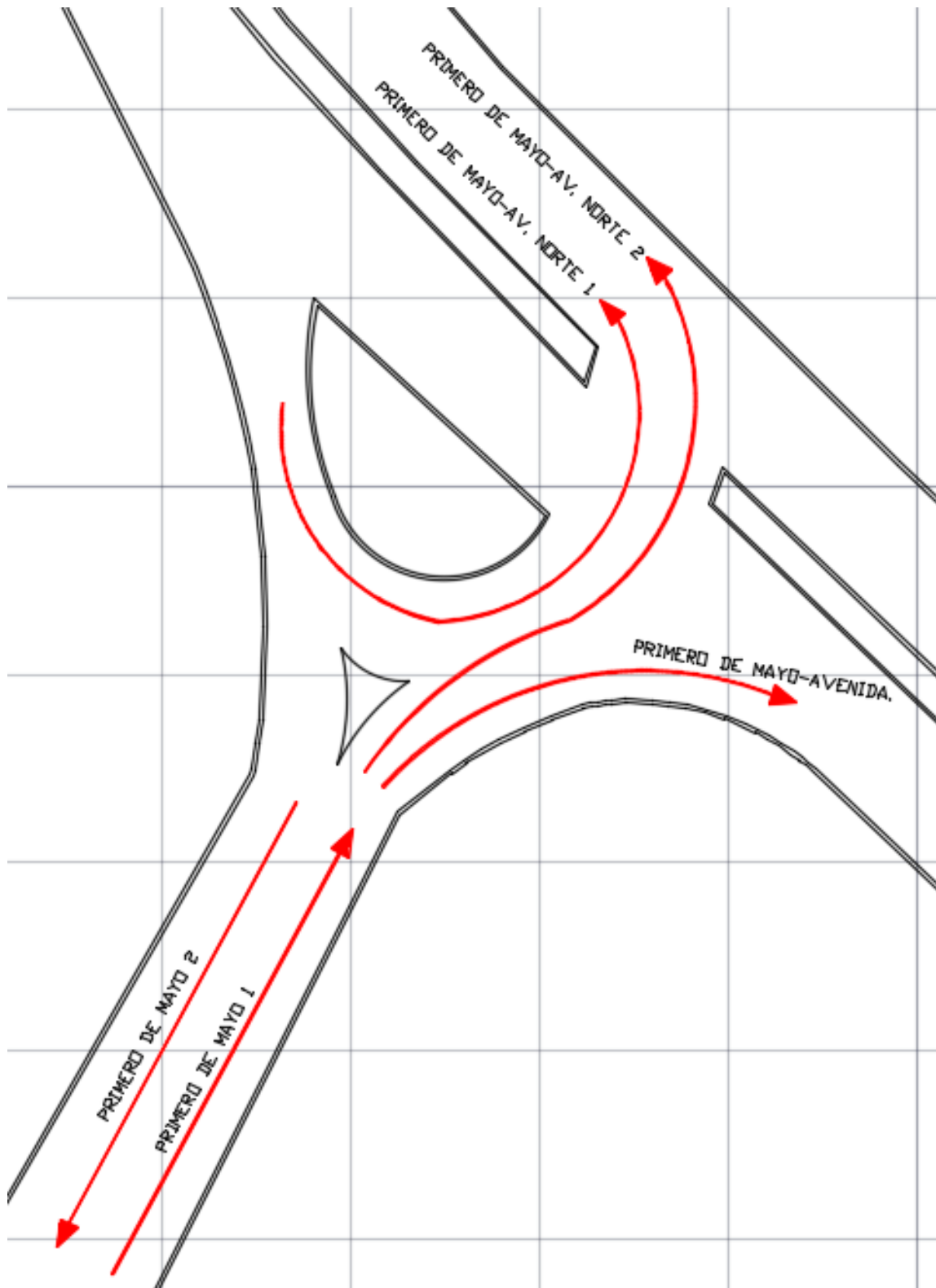


Figura 60. Rutas analizadas en el nodo Primero de mayo.

Fuente: autores del proyecto.

Tabla 29. *Comportamiento del flujo vehicular en los desvíos o conectores de salida o entrada de vehículos en la avenida Francisco Fernández de Contreras.*

ORIGEN	MOVIMIENTO CONECTOR.	VELOCIDAD (Km/h)	VOLUMEN PROMEDIO (UND)
PRIMERO DE MAYO	Primero de mayo 1.	3,62	940,39
	Primero de mayo 2.	51,33	1058
	Primero de mayo-Avenida.	29,05	116
	Primero de mayo-Avenida norte 1.	21,91	814
	Primero de mayo-Avenida norte 2	16,92	12
AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS (Norte-Sur)	Avenida sur-Primero de mayo.	6,7	389,6
	Avenida sur-Primero de mayo 1.	43,64	1062
	Avenida sur 1-retorno primero de mayo.	18,52	8
AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS (Sur-Norte)	Norte-Hospital.	41,23	236,16
	Vía hospital.	33	236,16
	Retorno.	8,25	47

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Adicionalmente la micro-simulación permite conocer la cantidad de vehículos por tipo que transitaron en la simulación, en este caso por la doble calzada es decir la avenida Francisco Fernández de Contreras en ambos sentidos, primero de mayo y la vía al hospital; además también determina el promedio de los retardos en segundos que se presentan en la vía y las demoras en segundo de las paradas que se presentan en dichos corredores viales como se muestra Tabla 29. *Cantidad de vehículos, retardos vehiculares promedios y paradas promedio determinados en VISSIM 7.*

Tabla 30. *Determinación del porcentaje de error entre el volumen real y el volumen teórico hallado.*

TRAMO	TIPOS DE VEHICULOS.	DIRECCIÓN	VOLUMEN VEHICULAR PROM. (Teórico)	VOLUMEN VEHICULAR (Real)	% ERROR
AVENIDA NORTE-SUR	TODOS	N-S	2859	3047	6,17
AVENIDA SUR-NORTE	TODOS	S-N	3571	3683	3,04
PRIMERO DE MAYO.	TODOS	NW-SE	1215	1047	13,83
VÍA HOSPITAL	TODOS	E-W	236	237	0,42
<b>TOTAL</b>			<b>7881</b>	<b>8014</b>	<b>1,66</b>

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Con los datos calculados es posible realizar una comparación con los aforos vehiculares realizados en la realidad, ya que VISSIM 7 permite un porcentaje de error en la simulación entre el 15% y 20% la cual debe ser calibrada haciendo la comparación mencionada anteriormente como se muestra en la Tabla 30. *Determinación del porcentaje de error entre el volumen real y el volumen teórico hallado.*

Aunque se encuentra un porcentaje de error entre los volúmenes vehiculares de la modelación en VISSIM y los datos obtenidos en los aforos vehiculares principales, se puede decir que la modelación se ajusta a los porcentajes de error admitidos por el software VISSIM 7 y por tal motivo esta se encuentra calibrada con respecto a los resultados que esta micro-simulación arroje.

Tabla 31. Cantidad de vehículos, retardos vehiculares promedio y paradas promedio determinados en VISSIM 7.

TRAMO	TIPOS DE VEHICULOS.	DIRECCIÓN	CANTIDAD DE VEHICULOS	RETARDO DE VEH. PROM. (Sg)	PARADAS PROM (Sg)
AVENIDA NORTE-SUR	TAXI	N-S	114	22,853245	0,84267
	AUTO	N-S	475		
	AMBULANCIA	N-S	7		
	BUS INTERM.	N-S	0		
	BUSETA	N-S	29		
	C-2P	N-S	107		
	C-2G	N-S	26		
	C-3-4	N-S	0		
	C5	N-S	10		
	>C6	N-S	15		
	MOTO	N-S	2076		
TODOS	N-S	2859			
AVENIDA SUR-NORTE	TAXI	S-N	198	2,998234	0,000245
	AUTO	S-N	552		
	AMBULANCIA	S-N	9		
	BUS INTERM.	S-N	26		
	BUSETA	S-N	33		
	C-2P	S-N	90		
	C-2G	S-N	44		
	C-3-4	S-N	3		
	C5	S-N	7		
	>C6	S-N	5		
	MOTOS	S-N	2604		
TODOS	S-N	3571			
PRIMERO DE MAYO.	TAXI	NW-SE	45	11,772404	1,528848
	AUTO	NW-SE	193		
	C-2P	NW-SE	54		
	C-2G	NW-SE	8		
	C5	NW-SE	10		
	>C6	NW-SE	15		
	MOTOS	NW-SE	890		
	TODOS	NW-SE	1215		
VÍA HOSPITAL	TAXI	E-W	50	7,651956	3,385255
	AUTO	E-W	37		
	AMBULANCIA	E-W	1		
	MOTOS	E-W	148		
	TODOS	E-W	236		

Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.

Debido a la dirección que lleva esta investigación con el fin de buscar una alternativa que mejore la movilidad de las ambulancias en procura de reducir el tiempo de traslado de los pacientes hacia el principal centro hospitalario de la región, es necesario analizar el comportamiento de este tipo de vehículos cuando se encuentran en la isla ubicada en el barrio primero de mayo, la cual les permite hacer el retorno en la avenida Francisco Fernández de Contreras en la dirección sur-norte. Por tal motivo en la Tabla 31. *Longitudes de colas promedios y máximas promedios presentes en la intersección Primero de mayo- Avenida Francisco Fernández de Contreras*, se obtendrán los valores en metros de la acumulación de vehículos que se genera en la hora de máxima demanda de dichas vías.

Tabla 32. *Longitudes de colas promedios y máximas promedios presentes en la intersección Primero de mayo- Avenida Francisco Fernández de Contreras.*

<b>INTERSECCIÓN</b>	<b>MOVIMIENTO CONECTOR</b>	<b>LONG. DE COLA PROM. (m)</b>	<b>LONG. DE COLA MAX. PROM. (m)</b>
PRIMERO DE MAYO	Primero de mayo-Primero de mayo avenida	84,125	106,635
	Primero de mayo-Primero de mayo avenida norte 1	100,757	123,541
	Primero de mayo-Primero de mayo avenida norte 2	83,983	106,492
	Avenida sur2-retorno-norte	4,145	189,548
	Avenida sur1-retorno-norte	78,151	293,954
	<b>PRIMERO MAYO-TOTAL</b>		<b>65,423</b>

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Visto que el nodo anteriormente analizado tiene gran incidencia en la movilidad de los vehículos de emergencia en este caso las ambulancias, debido a que su recorrido está condicionado a transitar por la intersección ubicada en el Primero de mayo; se determinó el tiempo de viaje de las ambulancias a partir de K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en dirección norte-sur pasando por el interceptor o isla llamado Primero de mayo en el cual hace el retorno a la avenida anteriormente nombrada pero en la dirección sur-norte tomando la vía al hospital hasta llegar a este, obteniendo los tiempos de



viaje mostrados en la Tabla 32. Determinación de los tiempos de viaje de las ambulancias en el recorrido Avenida (Norte-sur)- Retorno Primero de mayo- Avenida (Sur-norte)- Hospital.

De la misma manera se determinó el error entre los tiempos obtenidos por medio de las mediciones hechas en el lugar de estudio K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras y los tiempos hallados en la modelación de la misma avenida en VISSIM 7; verificando que dicho error se encuentre entre el rango permitido por el software el cual está entre el 15% y 20%.

Tabla 33. *Determinación de los tiempos de viaje de las ambulancias en el recorrido Avenida (Norte-sur)- Retorno Primero de mayo- Avenida (Sur-norte)- Hospital.*

RECORRIDO	OBTENCIÓN DE DATOS	TIEMPOS DE VIAJE (Sg) AMBULANCIAS	TIEMPO DE VIAJE AMB. PROM. (Sg)	% ERROR
Avenida (Norte-sur)- Retorno Primero de mayo- Avenida (Sur-norte)-Hospital.	Corrida 1	115,47	154,82	11,665
	Corrida 2	172		
	Corrida 3	152		
	Corrida 4	179,8		
Avenida (Norte-sur)- Retorno Primero de mayo- Avenida (Sur-norte)-Hospital.	Tiempo real 1	160	136,76	
	Tiempo real 2	120,03		
	Tiempo real 3	116		
	Tiempo real 4	151		

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Es importante mencionar que estos tiempos fueron determinados con respecto a la hora de máxima demanda hallada en los análisis estadísticos de esta investigación; sin embargo, se consultó la opinión de las personas que se encuentran encargadas de realizar dicho transporte de pacientes en ambulancias y que tienen años de experiencia en sus respectivas instituciones como son los bomberos voluntarios, Asismedic, Defensa civil quienes hacen el recorrido mencionado con anterioridad; respondiendo la encuesta cuyo formato se encuentra en el **Apéndice D**, la cual realiza las siguientes preguntas:

- Cuánto tiempo en minutos, estima usted como conductor de vehículo de ambulancia para movilizarse en estado de emergencia por el sector de la avenida Francisco Fernández de Contreras pasando por el retorno del Primero de mayo, teniendo como destino el hospital E.Q.C?
- narre o exprese con sus palabras la situación más crítica que ha tenido que enfrentar como conductor de ambulancia, al movilizarse por el sector de la avenida Francisco Fernández de Contreras pasando por el retorno del Primero de mayo, teniendo como destino el hospital E.Q.C.

A lo que los conductores respondieron con sus palabras lo siguiente para cada pregunta respectivamente:

**BOMBERO 1:**

Pregunta 1:

“4 minutos.”

Pregunta 2:

“A veces los carros de transporte de carga se parquean a descargar en los negocios de la avenida y dificultan el paso, y en hora pico la entrada a primero de mayo es muy congestionada por falta de semaforización y se forman muchos trancones y en ocasiones la gente de los demás vehículos no toma conciencia y no dan paso y eso dificulta la llegada al hospital y más duro cuando se lleva a alguien muy grave”

ASISMEDIC:

Pregunta 1:

“4 minutos”

Pregunta 2:

“En el trayecto se encuentran vehículos estacionados de cargue y descargue, vehículos particulares, conductores con falta de cultura ciudadana.”

BOMBERO 2:

Pregunta 1:

“3 minutos”

Pregunta 2:

“En horas pico trancones por el semáforo, trancones por encontrarse un accidente en el camino, vehículos que se varan en la vía, a veces vehículos que se estacionan a un lado de la avenida impidiendo que otros vehículos se orillen para dar el paso a la ambulancia y más cuando van tracto camiones adelante.”

Teniendo en cuenta el aporte de los conductores de ambulancia y validando su opinión con los años de experiencia realizando esta labor asumimos que el tiempo de traslado de pacientes en estado de emergencia realizando el recorrido Avenida (Norte-sur)- Retorno Primero de mayo- Avenida (Sur-norte)- Hospital, es de 4 minutos; tiempo que es superior al encontrado en las mediciones reales y en la modelación de la situación actual.

#### **4.5.2 Modelo de micro-simulación alternativa 1: Rehabilitación del interceptor ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.**

Esta alternativa es tenida en consideración por que brinda la posibilidad de solucionar una problemática que viene afectando al transporte de pacientes en ambulancias, ya que consiste en rehabilitar un interceptor que en tiempos atrás era utilizado para el tránsito de ambulancias que

disminuía el recorrido de las mismas para llegar al hospital Emiro Quintero Cañizares. La aplicabilidad de esta alternativa es muy factible debido a que no es necesario realizar modificaciones de gran magnitud a la estructura existente, ya que la funcionalidad de dicha rehabilitación dependerá principalmente de los dispositivos de control vehicular que se implementaran con el objetivo de brindar seguridad y movilidad.

Con el fin de mostrar la importancia de la recuperación del interceptor ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras se realizó una modelación en primer lugar que permite una comparación entre los tiempos de recorrido obtenidos en la modelación de la situación actual, tiempos reales y los resultados de la rehabilitación del interceptor en estudio como se mencionó en el objetivo anterior de esta investigación y que se muestra en la Tabla 33. *Comparación de tiempos entre la modelación de la situación actual, tiempos reales y la micro-simulación de la rehabilitación del interceptor estudiado.*

Tabla 34. *Comparación de tiempos entre la modelación de la situación actual, tiempos reales y la micro-simulación de la rehabilitación del interceptor estudiado.*

<b>RECORRIDO</b>	<b>OBTENCIÓN DE DATOS</b>	<b>TIEMPOS DE VIAJE (Sg) AMBULANCIAS</b>	<b>TIEMPO DE VIAJE AMB. PROM. (Sg)</b>	<b>DIFERENCIA DE TIEMPOS ENTRE LA S. ACTUAL VS INT. HABILITADO (Sg)</b>
Avenida (Norte-sur)- Retorno Primero de mayo- Avenida (Sur- norte)-Hospital.	Corrida 1	115,47	154,82	144,57
	Corrida 2	172		
	Corrida 3	152		
	Corrida 4	179,8		
Avenida (Norte-sur)- Retorno Primero de mayo- Avenida (Sur- norte)-Hospital.	Tiempo real 1	160	136,76	144,57
	Tiempo real 2	120,03		
	Tiempo real 3	116		
	Tiempo real 4	151		
Avenida (Norte-sur)- Interceptor habilitado- Hospital.	Corrida 1	9,9	10,3	
	Corrida 2	9,8		
	Corrida 3	11,5		
	Corrida 4	9,8		

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Se observa entonces que los resultados obtenidos con respecto a los tiempos son muy positivos para la modelación del interceptor habilitado, ya que hay una reducción de tiempos en comparación con la modelación de la situación actual de 144.57 segundos, lo que equivale en minutos a 2 minutos con 24.57 segundos; amplia diferencia que da gran mejoría al traslado de pacientes en vehículos de emergencia y lo más importante permite dar una atención médica más rápida, la cual será clave para salvar la vida de cualquier persona que sea trasladada en un estado grave de salud.

Sin embargo, como se mencionó en párrafos anteriores donde se explicaba el proceso para la realización de la modelación, fue necesario realizar una modelación a la cual se le incluyeron valores que fueron asumidos con criterio con el fin de generar resultados que nos permitan conocer el comportamiento del flujo vehicular cuando estos se detengan, conociendo la cantidad de vehículos que se detienen, la longitud de cola mínima y máxima y lo más importante la funcionalidad de esta alternativa. En la Tabla 34. *Longitudes de colas mínimas y máximas generadas por el semáforo en el K050+88 tramo 07 ruta 70 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras*, se muestra el análisis realizado mediante un nodo asignado en el punto de estudio arrojando los siguientes resultados.

Tabla 35. *Longitudes de colas mínimas y máximas generadas por el semáforo en el K050+88 tramo 07 ruta 70 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.*

<b>INTERSECCIÓN</b>	<b>MOVIMIENTO CONECTOR</b>	<b>LONG. DE COLA MIN. PROM. (m)</b>	<b>LONG. DE COLA MAX. PROM. (m)</b>
<b>INTERCEPTOR K05+88 TRAMO 07 RUTA 70 SOBRE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS</b>	avenida Francisco Fernández de Contreras (sur-norte).	8,07	52,78
	avenida Francisco Fernández de Contreras (sur-norte).	8,07	45,37
	avenida Francisco Fernández de Contreras (sur-norte).	12,11	45,37
	avenida Francisco Fernández de Contreras (sur-norte).	19,53	45,37
	<b>Avenida Francisco Fernández de Contreras PROMEDIO TOTAL (sur-norte).</b>	<b>11,945</b>	<b>47,223</b>

Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.

Como se observó anteriormente, se obtuvieron las longitudes de colas generadas por la asignación de un dispositivo de control vehicular (semáforo); el cual no es de tiempo fijo si no un tipo de semáforo para facilitar el flujo de los vehículos de emergencia según lo establecido en el manual de señalización vial del ministerio de transporte colombiano.

Cabe resaltar que estas longitudes de colas mostradas solo estarán presentes cuando las ambulancias necesiten hacer uso del interceptor estudiado, de no ser así el flujo vehicular tendrá su tránsito normal como se aprecia en la realidad.

#### **4.5.3 Modelo de micro-simulación alternativa 2: Creación de un paso elevado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.**

Esta alternativa nace con la necesidad de brindar una posibilidad adicional a la rehabilitación del paso de ambulancias por el interceptor K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras como se argumentó en el cumplimiento del objetivo anterior de esta investigación; por tal motivo se optó por la implementación de un paso elevado como se muestra en la *Figura xxx*. Simulación del paso elevado ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras, el cual fue realizado cumpliendo con las especificaciones requeridas por el INVIAS para este tipo de estructuras complementarias, la cual fue modelada en VISSIM 7 para conocer el comportamiento del flujo vehicular con respecto este paso para ambulancias.

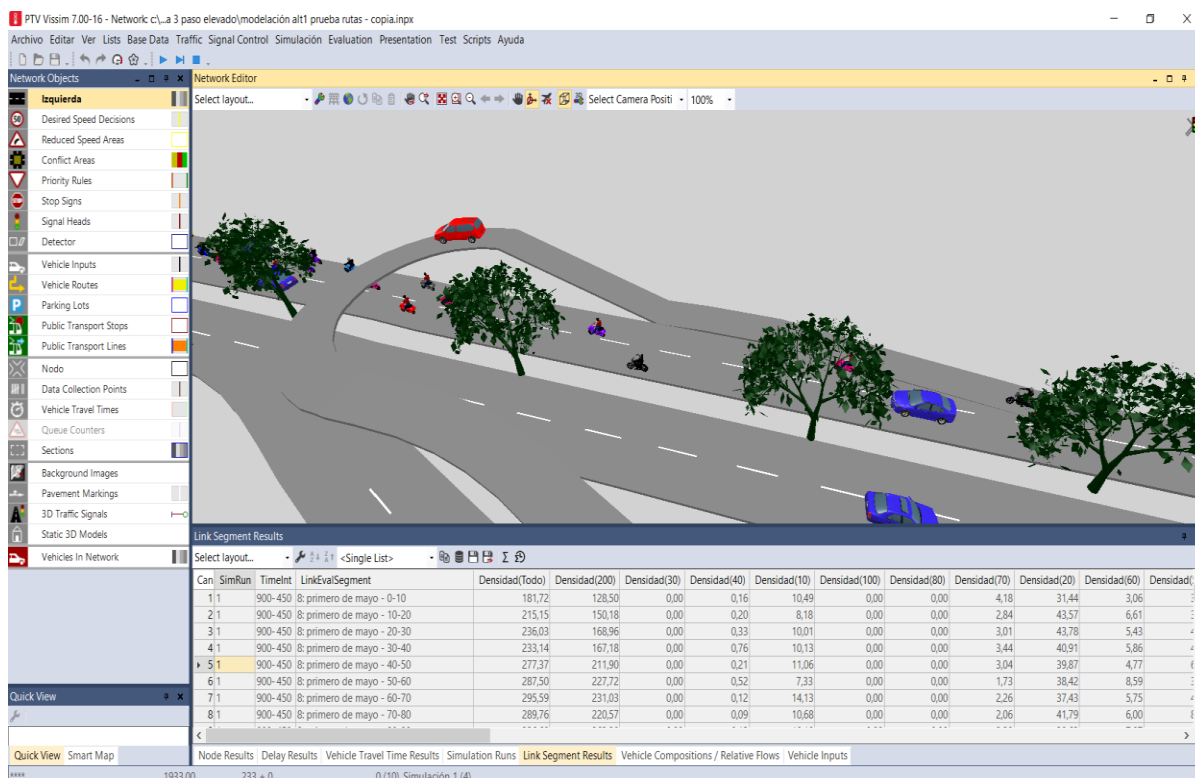


Figura 61. Simulación del paso elevado ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras

Se evaluaron aspectos con respecto a los retardos y paradas que se causan mediante la apertura de dicho paso elevado mediante la asignación de un nodo que nos permite conocer parámetros que muestran los efectos que genera dicha alternativa. Sin embargo, la Tabla 35. *Medición de los retardos vehiculares y paradas generada por el paso elevado ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras*, muestra numéricamente los resultados obtenidos en la modelación.

Tabla 36. *Medición de los retardos vehiculares y paradas generada por el paso elevado ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.*

RECORRIDO	OBTENCIÓN DE DATOS	CANTIDAD DE VEHICULOS	RETARDO DE VEHICULOS (Sg)	PARADAS DE VEHICULOS (Sg)	LONG. DE COLA (m)
Avenida (Norte-sur)	Corrida 1	2964	0,36	0,270	7,48
	Corrida 2	2831	0,68	0,406	5,32
	Corrida 3	2890	0,29	0,332	6,5
	Corrida 4	2864	0,39	0,347	4,14
	PROMEDIO	2887	0,43	0,34	5,86
	AFORO REAL	3047			
	% ERROR	5,251			

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

Se observa entonces que los tiempos en segundos hallados en la modelación con respecto a los posibles retardos vehiculares, paradas de vehículos y a las longitudes de colas no son representativos para este punto de estudio debido a que estos no se detienen en ningún momento por el cambio de carril de las ambulancias hacia este paso elevado.

Adicionalmente a esto es posible determinar los tiempos de viaje de las ambulancias desde el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras transitando por el paso elevado hasta llegar al hospital Emiro Quintero Cañizares y hacer una comparación con respecto a los tiempos de viaje de la situación actual es decir el recorrido Avenida (Norte-sur)- Retorno Primero de mayo- Avenida (Sur-norte)- Hospital como se muestra en la Tabla 36. *Tiempos de viaje de la alternativa 2 (paso elevado) comparados con los tiempos de viaje de la modelación de la situación actual sobre la avenida de estudio.*



Tabla 37. *Tiempos de viaje de la alternativa 2 (paso elevado) comparados con los tiempos de viaje de la modelación de la situación actual sobre la avenida de estudio.*

RECORRIDO	OBTENCIÓN DE DATOS	TIEMPO DE VIAJE (SITUACIÓN ACTUAL TEÓRICO)	TIEMPO DE VIAJE (SITUACIÓN ACTUAL REAL)	TIEMPO DE VIAJE Sg (PASO ELEVADO)	DIFERENCIA DE TIEMPOS (ACTUAL VS PASO ELEVADO)
Avenida (Norte-sur)	Corrida 1	115,47	160	12,837	102,63
	Corrida 2	172	120,03	12,865	159,13
	Corrida 3	152	116	14,229	137,77
	Corrida 4	179,8	151	12,580	167,22
	PROMEDIO	154,82	136,76	13,13	141,69

*Fuente: Datos alcanzados en el proyecto.*

En vista a lo anterior es posible notar la gran reducción de tiempos de viaje que se genera con la implementación de dicho paso elevado sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras con una diferencia promedio de 141,69 segundos, lo cual equivale 2 minutos con 21,69 segundos tiempo suficiente que permite brindar una atención hospitalaria mucho más rápida a un paciente que se encuentra en un grave estado de salud.

#### **4.6 Diseñar la señalización tanto vertical como horizontal, para la implementación de dichas alternativas.**

El Ministerio de Transporte, cuya función como autoridad suprema de tránsito es definir, orientar, vigilar e inspeccionar la ejecución de la política nacional en materia de tránsito. Bajo estos principios, se ha venido reglamentando la señalización vial en el país, adaptándola continuamente a las condiciones de los distintos factores que intervienen en el tránsito. Entendiendo las políticas dadas en el territorio nacional, todo diseño elaborado; ya sea con fines

de mejoramiento, rehabilitación o construcción de tramos nuevos deben ser revisados y correlacionados con las normas establecidas, inherente a la clasificación de la misma vía.

En el estudio de señalización, se evaluaron las condiciones físicas actuales y sus posibles soluciones en la modelación de alternativas para la recuperación del paso exclusivo para vehículos de emergencia, en la avenida Francisco Fernández de Contreras tramo de vía, ubicado en el K050+088 ruta 70 tramo 07, para los cuales se tomaron como referencia el manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008 y Manual de Señalización vial 2015, con fines de revisar las siguientes alternativas.

Como se mencionó en el párrafo anterior, se realizará la señalización de las dos alternativas planteadas en esta investigación; con el fin de garantizar la movilidad y seguridad de forma funcional para todos los vehículos que transitan sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el punto de estudio K050+88 ruta 70 tramo 07. Teniendo en cuenta la implementación de señales preventivas, informativas que son reglamentadas en el manual de señalización vial.

Para avanzar en la investigación, se mencionará la manera como fue planteada cada una de las alternativas por separado y la normativa tenidas en cuenta para la realización de la señalización vial.

#### **4.6.1 Alternativa 1: Rehabilitación del interceptor ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.**

En esta alternativa se planteó recuperar el interceptor ubicado en el punto de estudio, haciendo uso de señales de tránsito que generen seguridad y funcionalidad para el bienestar de todos los usuarios de este corredor vial. Además, se adaptarán mecanismos que permitirán evitar el uso indebido de la rehabilitación de dicho interceptor por parte de la comunidad como se

presenció en años atrás por medio de la implantación de una barrera móvil de la cual se hablara más adelante.

Adicionalmente en esta alternativa de solución, se tomaron todas las medidas pertinentes y criterios dados por la normatividad vigente, haciendo valer las condiciones actuales del tramo de vía, clasificando las señales en: Señales reglamentarias, Señales Preventivas, Señales Informativas y Transitorias, las cuales denotan los lineamientos establecidos en el manual de señalización vial 2015, teniendo como prioridad la seguridad en las vías en cualquier parte del territorio nacional.

Cabe resaltar, que en esta alternativa se hará uso de un dispositivo de control vehicular (semáforo), cuyo uso es establecido por el ministerio de transporte en su manual como semáforos para facilitar el flujo de vehículos de emergencia; los cuales son una adaptación especial para dar prioridad de paso a los vehículos de emergencia. Estos dispositivos de control tienen la ventaja de poder modificar el tiempo , secuencia o indicaciones para conceder prioridad a vehículos de emergencia; en el caso de esta investigación fue necesario establecer un ciclo que permite dar paso inmediato a los vehículos de emergencia.

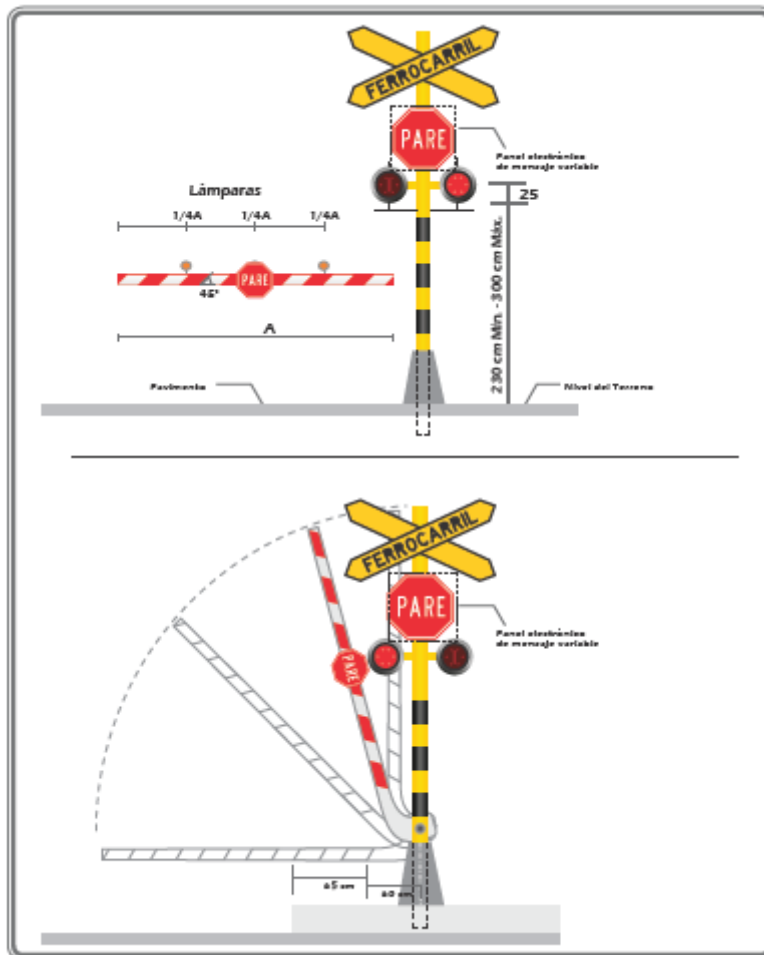
La activación de los semáforos debe ser a través de un dispositivo especial instalado en la unidad de control que a su vez será accionado por medio de un detector especial, el cual podrá ser acústico o ultrasónico y obedecerá únicamente a la señal emitida por un control remoto instalado en el vehículo de emergencia. Los semáforos que operan de acuerdo con lo indicado anteriormente, deberán hacerlo de tal manera que permitan al flujo del tránsito seguir circulando. Deberán evitarse secuencias prolongadas de intermitencia o de luz roja en todos los accesos.

Adicionalmente el manual de señalización vial reglamenta que cuando se instalan semáforos especiales para dar acceso a vehículos de emergencia será necesario ubicar por lo menos una cara para el movimiento vehicular de cada sentido de circulación. Para la salida de los

vehículos de emergencia solo se requerirá una cara. Deberán ser operados manualmente desde el punto de control ubicado dentro del edificio o desde el vehículo de emergencia en movimiento, a través de un control remoto.

Otros de los puntos implementados en esta alternativa es la instalación de una barrera cuya función es habilitar el paso solo para los vehículos de emergencia, esta instalación no tiene una referencia explícita en el manual, pero si podemos hacer una adaptación de un sistema que ayuda a indicar la aproximación de trenes a través de barras. El dispositivo que se menciona es para cruces ferroviarios de calles y carreteras, Las barreras para cruces a nivel de ferrocarril serán un tablero trapezoidal que desciende hasta la posición horizontal y que se extiende sobre la carretera o la calle en los dos sentidos, hasta una distancia suficiente que abarque la totalidad de los carriles de tránsito en el acceso al cruce, para impedir la circulación de vehículos, cuando se aproxima y pasa un tren. Debe complementarse con una señal reglamentaria SR-01 PARE, en la parte central de la barrera, con señales de mensaje visible sobre el poste como se muestra en la *Figura 61*. Descripción de barreras para indicar la aproximación de trenes.

Los semáforos y las barreras deben instalarse en un cruce a nivel de ferrocarril con una calle o carretera cuando un estudio de ingeniería de tránsito indique la necesidad de controlar el cruce.



*Figura 62.* Descripción de barreras para indicar la aproximación de trenes.

*Fuente:* Manual de señalización vial 2015.

Lo anteriormente mencionado se ha hecho con la mayor brevedad posible, tratando de resaltar las señales de tránsito más importantes implementadas en esta alternativa, ya que adicionalmente a esta explicación se anexará al trabajo un plano de dicha alternativa, el cual muestra la señalización implementada.

#### **4.6.2 Alternativa 2: Creación de un paso elevado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras.**

En esta alternativa de solución, y como se evaluó en la alternativa 1, entendiéndose que muchas de señales son ubicadas en función de la velocidad para fácil percepción del conductor por ello las dos alternativas pueden tener algunas coincidencias en la ubicación de las mismas en cuanto a sus distancias, por otra parte se tomaron todas medidas pertinentes y criterios dados por la normatividad vigente, haciendo valer las condiciones actuales del tramo de vía, clasificando las señales en: Señales reglamentarias, Señales Preventivas, Señales Informativas y Transitorias como se mencionaron en la anterior alternativa.

Cabe mencionar que en esta alternativa también se implementara la barra móvil que se usó en la primera alternativa, pero esta se implementara al inicio del paso elevado, evitando que vehículos particulares hagan uso de dicho paso elevado garantizando el lugar despejado para la circulación de las ambulancias.

Al igual que en la primera alternativa se hizo una breve explicación de los lineamientos utilizados para el diseño de la señalización vial de esta alternativa, la cual se encuentre mejor explicada y detallada en los planos que se anexan a dicha paso elevado en la avenida Francisco Fernández de Contreras en el K050+88 ruta 70 tramo 07.

## 5. Conclusiones

La micro-simulación de eventos como el de un flujo vehicular presente en un corredor vial por medio de VISSIM 7.16 permite conocer el comportamiento del flujo vehicular a escala de forma eficiente, generando la posibilidad de implementar medidas que sean garantía de seguridad y funcionalidad de la movilidad de determinado corredor vial siendo esta una gran ventaja en el estudio de sistemas vehiculares ya que estos son muy complejos para ser estudiados por los medios tradicionales.

En el caso de esta investigación se implementó la modelación de la situación actual del flujo vehicular presente en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras como punto principal de estudio teniendo en cuenta esta avenida hasta el retorno ubicado en el primero de mayo, incluyendo en dicha modelación toda la información de campo recolectada en el software VISSIM 7.16 y enfocando principalmente la atención en las ambulancias; obteniendo como resultado para todos los vehículos parámetros como velocidad, cantidad de vehículos, longitud de colas, retardos por vehículos, paradas entre otros y para las ambulancias se tuvieron en cuenta la velocidad y el tiempo de viaje al momento de realizar el recorrido Avenida (Norte-sur)- Retorno Primero de mayo- Avenida (Sur-norte)- Hospital.

Este último, el tiempo de viaje es el resultado de mayor importancia en lo que concierne a la modelación de la situación actual; debido a que es el valor que permitirá comparar los resultados de la modelación (1) en cuanto a la rehabilitación del interceptor ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras y la modelación (2) de la implementación del paso elevado en la misma ubicación. El valor promedio encontrado del tiempo de viaje de las ambulancias en VISSIM 7.16 fue de 154.82 sg en la hora de máxima demanda (HMD) que comparados con las mediciones realizadas en campo con respecto al tiempo de viaje de las ambulancias que fue de 136.76 sg, siendo estos muy semejantes garantizando el grado confianza de la modelación.

Siguiendo lo planteado al inicio de esta investigación se realizó la modelación (1) en VISSIM 7.16 para permitir la rehabilitación o recuperación del interceptor ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07, obteniendo como resultado que es posible realizar lo propuesto mediante la implementación de dispositivos de control vehicular y señalización vial; además de una mecanismo manual que permita el perfecto funcionamiento de dicho interceptor ya que brinda una reducción de tiempos en el traslado de pacientes en estado de emergencia de una forma rápida y práctica, siendo dicha reducción de 144.57 segundos en comparación con los tiempos obtenidos en campo y en la modelación de la situación actual. Tiempo suficiente para salvarle la vida a una persona que llegue al centro asistencial en un grave estado de salud.

Adicionalmente se realizó la modelación (2) en VISSIM 7.16, la cual se refiere a implementación de un paso elevado como una alternativa de solución la cual permitió analizar parámetros muy semejantes a los evaluados en la modelación de la situación actual, dándole la prioridad al tiempo de viaje de las ambulancias; arrojando un tiempo promedio de viaje de 13.13 sg el cual comparado con el tiempo de la simulación actual arroja una diferencia promedio de 141.69 sg y con el tiempo consultado a los conductores el cual fue de 240 sg genera una diferencia de 226.87 sg; tiempos que sin duda alguna podrían ser un factor determinante al momento de salvar la vida de un paciente en grave estado de salud.

Para finalizar es posible afirmar que la implementación de cualquiera de las alternativas mencionadas son una recomendación segura y urgente para beneficio de la comunidad ocañera, teniendo simplemente diferencias en cuanto a lo económico ya que a simple vista la implementación del paso elevado genera mayores gastos en comparación con la rehabilitación del interceptor ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras. Es importante mencionar que un minuto de tiempo es suficiente para realizar acciones que permita mejorar la condición de salud de una persona que es trasladada en estado crítico y en este caso se están reduciendo aproximadamente 3 minutos siendo una gran solución para salvar vidas en nuestra región,



## 6. Recomendaciones

Teniendo en los resultados encontrados en esta investigación, se hace las siguientes recomendaciones que permitan fortalecer futuras investigaciones relacionadas con este tema.

Los parámetros incluidos en VSSIM 7.16 en lo que respecta al comportamiento de los conductores fueron basados en comportamientos observados en Europa, cultura que es muy diferente en cuanto este aspecto a la cultura latina, por tal motivo este aspecto es un tema que debe ser estudiado para que los resultados que generados por micro-simulaciones sean mucho más cercanos a los observados en las carreteras de nuestro continente.

Se sugiere que en el caso de la modelación (1) la cual consistió en la rehabilitación del interceptor ubicado en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras sea modelado mediante la utilización de lenguaje VAP, el cual permite obtener resultados con un grado más alto de veracidad para casos especiales como el que se presenta en esta modelación.

## 7. Referencias bibliográficas

Acebrón, F. (2010, 1 de diciembre). *Movilidad sostenible y automóvil*. Revista virtual ambienta. Recuperado de [http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/Busca\\_Articulos.do?temas=Desarrollo+sostenible&mes=&anio=&autor=&pc1=movilidad+sostenible&buscar=Buscar](http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/Busca_Articulos.do?temas=Desarrollo+sostenible&mes=&anio=&autor=&pc1=movilidad+sostenible&buscar=Buscar)

Adalpe, R., Jalle, J., Garcia, J., Domínguez, L., Martínez, A., Ramírez, J. *Los semáforos y el control dinámico del tránsito*. 1<sup>ra</sup>. Edición. Representaciones y servicios de ingeniería. Mexico. 1976. Página 86

Agudelo, C., Sierra M, Orjuela, G., Gonzales, I, & Bermúdez, M. (2013). *Características del manejo inicial y traslado primario en 30 pacientes que son llevados al servicio de urgencias del hospital san José por el personal pre hospitalario en 2013* (Tesis de grado). Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud (CES), Bogotá, Colombia.

Boltze, M. (2006). *Recent developments in germany related to highway capacity and quality of service*. Recuperado de [http://www.verkehr.tu-darmstadt.de/media/verkehr/fgvv/prof\\_boltze/Boveroeff85\\_Country\\_Report\\_Germany\\_Boltze\\_corrected.pdf](http://www.verkehr.tu-darmstadt.de/media/verkehr/fgvv/prof_boltze/Boveroeff85_Country_Report_Germany_Boltze_corrected.pdf)

CAL, Rafael. REYES Spíndola, Mayor. CÁRDENAS Grisales, James. *Ingeniería de transito: fundamentos y aplicaciones*. 7<sup>a</sup>. Edición. Alfa omega. México. D.F. 1994. Página 331

Cruz, E., Borja, T. & Arzola, A. (2006, julio-septiembre). *La historia de la ambulancia*. Revista de la asociación mexicana de medicina crítica y terapia intensiva. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2006/ti063a.pdf>

DEFINICION DE AMBULANCIA. [En línea]. [Citado el 28 de septiembre de 2015]. En internet: < <http://dle.rae.es/?w=ambulancia&m=form&o=h>>

DEFINICION DE MOVILIDAD. [En línea]. [Citado el 30 de septiembre de 2015]. En internet: < <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?id=8kLvYLvwzDXX2a2S74cr>>

DEFINICION DE RIESGO. [En línea]. [Citado el 30 de septiembre de 2015]. En internet: < <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=riesgo>>

DEFINICIÓN DE SIMULADOR. [En línea]. [Citado el 30 de septiembre de 2015]. En internet: < <http://es.wikipedia.org/wiki/Simulador>>

DEFINICION DE TRANSPORTE. [En línea]. [Citado el 28 de septiembre de 2015]. En internet: < <http://www.wordreference.com/definicion/transporte>>

Estrada, J. A. & Saucedo, M. (2012). *Simulador de tráfico vehicular “MOTOR DE FLUJO”* (Monografía). Universidad San Buenaventura, Santiago de Cali, Colombia.

FGSV – Forschungsgesellschaft fuer Strassen- und Verkehrswesen (1992). *Richtlinien fuer Lichtsignalanlagen (Guidelines for Traffic Signals)*. FGSV 321, FGSV-Verlag, Cologne.

Henderson, S. G. & Mason, A. J. (2004). *Ambulance Service Planning: Simulation and Data Visualization*. En F. Sainfort, M. L. Brandeau & W. P. Pierskalla (Ed.), *International series in Operations Research and Management Science. Handbook of Operations Research and Health Care Methods and Applications* (pp. 77-102). New York, New Zealand: Springer

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2007). *Tipología vehicular: Ambulancias de transporte terrestre* (No 4). En internet:< <http://idsn.gov.co/site/images/emergencias/ntc37294revision.pdf>>

Instituto Nacional de Vías. (2008). *Manual de diseño geométrico de carreteras*. En internet:< <http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf>>

Instituto Nacional de Vías. (2008). *Manual de diseño geométrico de carreteras*. En internet:< <http://www.invias.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/glosario/130-glosario-manual-diseno-geometrico-carreteras>>

Monsalve, C. A. (2012). *Movilidad Y Espacio Público Una Forma De Apropiación Del Centro De Pereira* (Informe de práctica académica). Universidad Católica De Pereira, Pereira, Colombia.

Organización Mundial de la Salud. (2014). *Las 10 causas principales de defunción en el mundo* (No 310). Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/es/>

Quintana, M. (2009). *Tarifificación vial por congestión mediante licencia por área* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

REGLAMENTO GENERAL DE CIRCULACION. [En línea]. [Citado el 2 de noviembre de 2015]. En internet: < [http://noticias.juridicas.com/base\\_datos/Derogadas/r1-rd13-1992.t2.html](http://noticias.juridicas.com/base_datos/Derogadas/r1-rd13-1992.t2.html)>

Rey, C. (2005). *Aportes conceptuales para abordar un estudio de movilidad relacionado con el tránsito urbano* (Resumen). Universidad Nacional del Nordeste, Chaco, Argentina.

Romero, W., Hernández, J., Ibarra, J. & Ordóñez, S., (2009, 18 de junio). *Plataforma de simulación y visualización para el apoyo al análisis y toma de decisiones en proyectos de movilidad urbana*. Revista de ingeniería. Recuperado de <<http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n29/n29a7.pdf>>




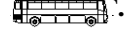
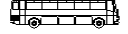






Santiago, S. (2014). *Identificación de lugares propensos a accidentes en Ocaña (Norte de Santander) utilizando regresión cuantil* (Tesis de grado). Universidad Francisco de Pula Santander Ocaña, Ocaña, Colombia.

Universidad Mayor de San Simón. (2004). *Texto guía de Ingeniería de Transito*. En internet: <[https://www.academia.edu/8211318/UNIVERSIDAD\\_MAYOR\\_DE\\_SAN\\_SIM%C3%93N](https://www.academia.edu/8211318/UNIVERSIDAD_MAYOR_DE_SAN_SIM%C3%93N)>



Vergel, L. & López, E. (2013) *Modelación del flujo vehicular sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el municipio de Ocaña Norte de Santander* (Tesis de grado). Universidad Francisco de Pula Santander Ocaña, Ocaña, Colombia.

## **Apéndices**

**Apéndice A.** Recolección de datos de campo en los sentidos sur-norte y norte sur respectivamente en el formato de aforo vehicular en el K050+88 ruta 70 tramo 07 sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en Ocaña, Norte de Santander.



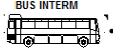


<b>JUEVES</b>		<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE AFORO.</b>										
		<b>Aforador:</b>	<b>KEBIN DANILO PACHECO CHINCHILLA</b>					<b>Sentido:</b>	<b>SUR-NORTE</b>			
		<b>Lugar:</b>	<b>E.D.S. SERVICENTRO AVENIDA.</b>					<b>Fecha:</b>	<b>21 DE ABRIL DE 2016</b>			
<b>HORA</b>	<b>TAXI</b> 	<b>AUTOS</b> 	<b>AMBULANCIAS</b> 	<b>BUS INTERM</b> 	<b>BUSETA</b> 	<b>C-2P</b> 	<b>C-2G</b> 	<b>C-3-4</b> 	<b>C5</b> 	<b>≥C6</b> 	<b>Moto</b> 	
00:00-01:00	25	17	1	0	3	3	4	1	0	4	15	
01:00-02:00	15	10	1	1	2	1	4	0	0	2	16	
02:00-03:00	22	12	0	1	4	2	3	0	1	1	11	
03:00-04:00	16	12	0	1	1	6	6	0	0	1	21	
04:00-05:00	24	17	0	1	6	5	9	3	0	7	70	
05:00-06:00	38	68	0	2	55	32	16	1	1	4	396	
06:00-07:00	119	307	1	2	111	61	25	0	0	5	1773	
07:00-08:00	156	289	1	1	81	77	27	2	0	15	1536	
08:00-09:00	192	282	2	5	74	95	30	0	0	12	1404	
09:00-10:00	209	286	3	10	71	68	60	2	9	22	1342	
10:00-11:00	222	307	2	8	74	104	40	3	10	23	1358	
11:00-12:00	185	380	1	12	89	96	44	1	4	10	1366	
12:00-13:00	136	529	2	10	103	91	33	1	1	18	2215	
13:00-14:00	136	300	1	12	66	61	25	2	2	12	1331	
14:00-15:00	163	362	4	7	67	105	44	1	2	9	1658	
15:00-16:00	181	303	4	13	73	69	21	1	0	14	1409	
16:00-17:00	173	361	4	7	73	75	43	2	0	13	1356	
17:00-18:00	178	529	3	12	83	78	38	2	1	21	1516	
18:00-19:00	153	501	2	14	78	82	33	1	3	14	1646	
19:00-20:00	122	472	3	13	44	52	26	1	1	21	1291	
20:00-21:00	87	389	5	8	36	37	9	0	0	10	991	
21:00-22:00	66	296	1	2	26	22	6	2	0	10	638	
22:00-23:00	58	152	0	4	14	15	3	3	0	14	362	
23:00-00:00	30	52	0	2	0	6	9	2	0	6	92	





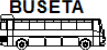






VIERNES		FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE AFORO.										
		Aforador:	KEBIN DANILO PACHECO CHINCHILLA					Sentido:	Sur-Norte			
		Lugar:	Avenida Francisco Fernández de Contreras					Fecha:	22/04/2016			
HORA	TAXI 	AUTOS 	AMBULANCIAS 	BUS INTERM 	BUSETA 	C-2P 	C-2G 	C-3-4 	C5 	≥C6 	Moto 	
00:00-01:00	24	33	0	1	0	1	5	4	0	3	33	
01:00-02:00	22	19	2	1	0	3	3	0	0	3	25	
02:00-03:00	13	11	1	2	0	2	3	0	0	4	21	
03:00-04:00	18	14	0	6	0	5	6	0	0	2	25	
04:00-05:00	12	37	1	4	2	12	22	2	0	0	91	
05:00-06:00	46	71	0	6	56	17	26	1	0	5	455	
06:00-07:00	125	352	0	4	114	51	20	4	0	9	1751	
07:00-08:00	126	266	2	12	72	70	28	0	0	16	1401	
08:00-09:00	160	259	1	5	69	96	28	4	1	17	1421	
09:00-10:00	202	292	2	8	68	70	59	0	8	21	1407	
10:00-11:00	222	331	0	6	75	105	36	2	8	23	1414	
11:00-12:00	178	393	0	10	96	100	49	0	2	8	1409	
12:00-13:00	139	528	2	6	101	98	31	0	0	17	2396	
13:00-14:00	139	344	0	10	65	67	25	0	2	10	1305	
14:00-15:00	158	380	0	4	62	103	44	0	2	8	1904	
15:00-16:00	179	294	0	10	78	76	18	0	0	12	1554	
16:00-17:00	189	353	2	6	78	73	46	0	0	10	1408	
17:00-18:00	185	513	2	10	90	79	38	2	0	18	1741	
18:00-19:00	148	542	2	12	81	83	34	0	2	12	1710	
19:00-20:00	126	437	2	12	45	52	25	0	0	18	1407	
20:00-21:00	94	427	4	8	39	40	6	0	0	8	1075	
21:00-22:00	66	306	0	0	22	21	4	0	0	8	672	
22:00-23:00	52	152	0	4	15	15	2	2	0	10	334	
23:00-00:00	27	51	0	0	0	4	6	2	0	4	98	

SÁBADO		FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE AFORO.										
		Aforador:	KEBIN DANILO PACHECO CHINCHILLA					Sentido:	Sur-Norte			
		Lugar:	Avenida Francisco Fernández de Contreras					Fecha:	23/04/2016			
HORA	TAXI 	AUTOS 	AMBULANCIAS 	BUS INTERM 	BUSETA 	C-2P 	C-2G 	C-3-4 	C5 	≥C6 	Moto 	
00:00-01:00	24	24	0	0	1	1	3	2	0	3	23	
01:00-02:00	18	13	0	0	0	0	3	0	0	2	19	
02:00-03:00	16	11	0	1	2	0	2	0	0	1	16	
03:00-04:00	16	12	0	3	0	4	5	0	0	1	22	
04:00-05:00	16	26	0	2	3	7	14	1	0	2	80	
05:00-06:00	41	69	0	3	55	24	20	0	0	3	424	
06:00-07:00	165	287	3	11	63	73	41	0	0	6	1337	
07:00-08:00	184	317	4	7	76	90	41	0	0	15	1315	
08:00-09:00	148	364	3	9	110	74	32	6	0	14	1453	
09:00-10:00	115	355	0	6	105	58	17	2	0	15	1730	
10:00-11:00	140	246	1	11	68	65	27	0	0	16	1419	
11:00-12:00	150	535	2	18	99	88	32	2	1	8	2052	
12:00-13:00	128	334	0	13	75	70	36	0	0	4	1337	
13:00-14:00	151	389	2	11	71	91	38	0	0	6	1542	
14:00-15:00	177	327	3	15	74	98	38	0	0	11	1460	
15:00-16:00	186	357	2	8	95	92	39	0	0	9	1437	
16:00-17:00	157	428	4	8	82	91	37	1	1	14	1605	
17:00-18:00	169	547	3	12	81	76	39	2	0	24	1565	
18:00-19:00	149	521	2	12	78	82	32	0	2	12	1677	
19:00-20:00	123	453	2	12	43	51	24	0	0	18	1347	
20:00-21:00	90	407	4	8	37	37	6	0	0	8	1032	
21:00-22:00	66	300	0	0	22	20	4	0	0	8	655	
22:00-23:00	54	150	0	4	14	14	2	2	0	10	347	
23:00-00:00	28	51	0	0	0	4	6	2	0	4	94	



DOMINGO		FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE AFORO.										
		Aforador:	KEBIN DANILO PACHECO CHINCHILLA					Sentido:	Sur-Norte			
		Lugar:	Avenida Francisco Fernández de Contreras					Fecha:	24/04/2016			
HORA	TAXI 	AUTOS 	AMBULANCIAS 	BUS INTERM 	BUSETA 	C-2P 	C-2G 	C-3-4 	C5 	≥C6 	Moto 	
00:00-01:00	20	20	0	0	0	0	2	1	0	1	19	
01:00-02:00	14	10	0	0	0	0	2	0	0	1	15	
02:00-03:00	14	7	0	0	0	0	2	0	0	1	12	
03:00-04:00	12	8	0	1	0	3	3	0	0	0	18	
04:00-05:00	14	21	0	0	2	5	11	1	0	1	68	
05:00-06:00	34	59	0	1	47	20	16	0	0	2	373	
06:00-07:00	118	276	0	2	83	53	24	1	0	3	1428	
07:00-08:00	135	255	1	4	66	68	26	0	0	12	1250	
08:00-09:00	145	265	0	4	73	76	25	1	0	10	1256	
09:00-10:00	152	273	1	5	70	56	39	0	4	14	1316	
10:00-11:00	171	259	0	5	62	79	28	1	4	15	1230	
11:00-12:00	150	384	0	10	82	81	35	0	1	7	1417	
12:00-13:00	116	406	1	5	81	74	28	0	0	9	1747	
13:00-14:00	124	303	0	8	57	62	23	0	1	6	1227	
14:00-15:00	146	313	0	6	57	89	35	0	1	6	1475	
15:00-16:00	158	279	0	7	71	68	21	0	0	9	1292	
16:00-17:00	150	334	2	5	68	70	35	0	0	8	1284	
17:00-18:00	155	465	1	8	73	67	32	1	0	16	1418	
18:00-19:00	130	457	1	9	67	71	27	0	1	9	1478	
19:00-20:00	107	398	1	8	38	44	20	0	0	14	1188	
20:00-21:00	77	358	2	6	32	32	5	0	0	6	909	
21:00-22:00	57	263	0	0	19	16	3	0	0	5	576	
22:00-23:00	46	131	0	2	11	11	1	1	0	9	304	
23:00-00:00	23	44	0	0	0	2	5	1	0	4	81	

LUNES		FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE AFORO.										
		Aforador:	KEBIN DANILO PACHECO CHINCHILLA					Sentido:	Sur-Norte			
		Lugar:	Avenida Francisco Fernández de Contreras					Fecha:	25/04/2016			
HORA	TAXI 	AUTOS 	AMBULANCIAS 	BUS INTERM. 	BUSETA 	C-2P 	C-2G 	C-3-4 	C5 	≥C6 	Moto 	
00:00-01:00	28	27	0	0	1	1	3	2	0	3	27	
01:00-02:00	20	15	0	0	0	0	3	0	0	2	22	
02:00-03:00	18	12	0	1	2	0	2	0	0	1	17	
03:00-04:00	18	14	0	3	0	4	5	0	0	1	25	
04:00-05:00	18	30	0	2	4	8	16	1	0	2	93	
05:00-06:00	47	80	0	3	63	27	23	0	0	3	498	
06:00-07:00	142	386	0	2	131	64	24	2	0	6	2070	
07:00-08:00	164	324	1	5	88	85	30	1	0	17	1726	
08:00-09:00	205	317	0	3	83	110	32	0	0	14	1660	
09:00-10:00	240	338	2	9	79	79	69	0	8	24	1615	
10:00-11:00	260	373	0	6	86	122	43	2	8	26	1630	
11:00-12:00	211	453	0	11	107	113	54	0	2	9	1631	
12:00-13:00	160	621	2	7	118	110	35	0	0	19	2709	
13:00-14:00	160	376	0	11	75	73	28	0	2	11	1549	
14:00-15:00	187	434	0	4	74	121	50	0	2	8	2094	
15:00-16:00	209	349	0	11	87	84	21	0	0	13	1741	
16:00-17:00	211	418	2	6	87	85	51	0	0	11	1624	
17:00-18:00	212	612	2	11	100	91	43	0	0	21	1915	
18:00-19:00	175	612	2	14	92	96	38	0	2	14	1972	
19:00-20:00	144	533	2	13	51	61	29	0	0	21	1585	
20:00-21:00	105	478	4	9	44	44	6	0	0	8	1212	
21:00-22:00	76	353	0	0	26	24	4	0	0	9	768	
22:00-23:00	63	177	0	4	16	16	2	2	0	11	408	
23:00-00:00	31	60	0	0	0	4	6	2	0	4	110	

JUEVES		FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE AFORO.										
		Aforador:	KEBIN DANILO PACHECO CHINCHILLA					Sentido:	SUR-NORTE			
		Lugar:	E.D.S. SERVICENTRO AVENIDA.					Fecha:	21 DE ABRIL DE 2016			
HORA	TAXI 	AUTOS 	AMBULANCIAS 	BUS INTERM 	BUSETA 	C-2P 	C-2G 	C-3-4 	C5 	≥C6 	Moto 	
00:00-01:00	69	117	0	1	0	0	0	0	0	0	581	
01:00-02:00	77	113	1	1	0	0	0	0	0	0	431	
02:00-03:00	48	105	0	0	0	0	0	0	0	0	388	
03:00-04:00	48	37	0	0	0	0	0	0	0	0	369	
04:00-05:00	73	40	1	0	0	0	2	0	0	1	511	
05:00-06:00	107	134	1	1	0	0	0	2	0	1	837	
06:00-07:00	122	310	0	3	100	40	28	2	0	9	1360	
07:00-08:00	139	372	3	12	92	68	37	3	2	6	1506	
08:00-09:00	146	358	3	17	72	85	54	7	3	8	1260	
09:00-10:00	273	279	4	61	75	102	42	2	2	6	1225	
10:00-11:00	252	251	3	16	78	68	37	9	6	14	1161	
11:00-12:00	191	346	0	13	71	71	38	2	0	2	1433	
12:00-13:00	138	390	1	16	82	58	30	5	4	5	1584	
13:00-14:00	133	274	2	15	65	43	32	1	0	3	1228	
14:00-15:00	204	435	4	15	69	85	44	1	2	1	1559	
15:00-16:00	196	361	0	6	70	80	38	1	1	6	1304	
16:00-17:00	192	389	1	6	68	75	33	2	0	2	1282	
17:00-18:00	179	383	0	13	85	57	34	9	0	2	1276	
18:00-19:00	246	634	1	7	100	69	36	3	1	3	1430	
19:00-20:00	122	322	0	13	41	28	15	2	1	13	1086	
20:00-21:00	109	269	1	6	69	37	10	0	1	1	867	
21:00-22:00	132	267	3	3	58	0	2	0	0	1	799	
22:00-23:00	77	200	2	0	0	3	0	1	2	2	625	
23:00-00:00	42	131	0	3	0	1	0	0	1	0	431	

VIERNES		FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE AFORO.										
		Aforador:	KEBIN DANILO PACHECO CHINCHILLA					Sentido:	SUR-NORTE			
		Lugar:	E.D.S. SERVICENTRO AVENIDA.					Fecha:	22 DE ABRIL DE 2016			
HORA	TAXI 	AUTOS 	AMBULANCIAS 	BUS INTERM 	BUSETA 	C-2P 	C-2G 	C-3-4 	C5 	≥C6 	Moto 	
00:00-01:00	82	138	0	1	0	0	0	0	0	0	695	
01:00-02:00	90	133	1	1	0	0	0	0	0	0	516	
02:00-03:00	57	124	0	0	0	0	0	0	0	0	464	
03:00-04:00	56	43	0	0	0	0	0	0	0	0	441	
04:00-05:00	86	46	1	0	0	0	2	0	0	1	611	
05:00-06:00	126	158	1	1	0	0	0	2	0	1	1002	
06:00-07:00	145	370	0	3	119	46	32	2	0	9	1630	
07:00-08:00	165	445	3	12	110	80	43	3	2	6	1807	
08:00-09:00	173	428	3	18	84	100	64	7	3	8	1511	
09:00-10:00	326	333	4	72	89	121	48	2	2	6	1468	
10:00-11:00	300	300	3	18	92	80	43	9	6	16	1392	
11:00-12:00	227	414	0	14	84	84	44	2	0	2	1718	
12:00-13:00	164	466	1	17	97	68	34	5	4	5	1900	
13:00-14:00	158	327	2	16	76	50	38	1	0	3	1472	
14:00-15:00	243	520	4	17	82	100	51	1	2	1	1869	
15:00-16:00	233	431	0	6	82	94	44	1	1	6	1563	
16:00-17:00	230	466	1	6	80	88	38	2	0	2	1537	
17:00-18:00	213	457	0	14	101	68	39	9	0	2	1529	
18:00-19:00	293	760	1	7	118	81	42	3	1	3	1714	
19:00-20:00	145	384	0	14	48	32	17	2	1	14	1302	
20:00-21:00	129	321	1	6	81	43	11	0	1	1	1038	
21:00-22:00	157	319	3	3	68	0	2	0	0	1	957	
22:00-23:00	91	239	2	0	0	3	0	1	2	2	748	
23:00-00:00	49	155	0	3	0	1	0	0	1	0	516	

SÁBADO		FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE AFORO.										
		Aforador:	KEBIN DANILO PACHECO CHINCHILLA					Sentido:	SUR-NORTE			
		Lugar:	E.D.S. SERVICENTRO AVENIDA.					Fecha:	23 DE ABRIL DE 2016			
HORA	TAXI 	AUTOS 	AMBULANCIAS 	BUS INTERM 	BUSETA 	C-2P 	C-2G 	C-3-4 	C5 	≥C6 	Moto 	
00:00-01:00	110	186	0	1	0	0	0	0	0	0	950	
01:00-02:00	122	180	1	1	0	0	0	0	0	0	704	
02:00-03:00	76	168	0	0	0	0	0	0	0	0	633	
03:00-04:00	75	56	0	0	0	0	0	0	0	0	602	
04:00-05:00	117	62	1	0	0	0	2	0	0	1	835	
05:00-06:00	171	215	1	1	0	0	0	2	0	1	1371	
06:00-07:00	197	505	0	4	161	60	41	2	0	11	2231	
07:00-08:00	224	607	3	15	149	108	56	4	2	7	2473	
08:00-09:00	234	584	3	22	113	135	86	8	3	9	2068	
09:00-10:00	444	455	4	96	120	164	63	2	2	6	2009	
10:00-11:00	408	409	3	23	123	108	57	11	6	21	1905	
11:00-12:00	309	565	0	17	114	112	57	2	0	2	2351	
12:00-13:00	223	637	1	22	132	91	44	6	5	5	2601	
13:00-14:00	214	445	2	20	103	67	50	1	0	3	2015	
14:00-15:00	330	711	4	21	110	134	68	1	2	1	2558	
15:00-16:00	318	588	0	7	110	126	57	1	1	7	2139	
16:00-17:00	313	636	1	6	107	119	49	2	0	2	2103	
17:00-18:00	291	625	0	17	137	91	52	11	0	2	2093	
18:00-19:00	399	1038	1	8	160	108	55	4	1	3	2346	
19:00-20:00	196	524	0	17	63	41	22	2	1	17	1781	
20:00-21:00	175	438	1	6	109	56	14	0	1	1	1420	
21:00-22:00	213	435	3	3	91	0	2	0	0	1	1308	
22:00-23:00	123	325	2	0	0	3	0	1	2	2	1022	
23:00-00:00	65	210	0	3	0	1	0	0	1	0	704	




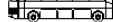
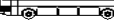






DOMINGO		FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE AFORO.										
		Aforador:	KEBIN DANILO PACHECO CHINCHILLA						Sentido:	SUR-NORTE		
		Lugar:	E.D.S. SERVICENTRO AVENIDA.						Fecha:	24 DE ABRIL DE 2016		
HORA	TAXI 	AUTOS 	AMBULANCIAS 	BUS INTERM 	BUSETA 	C-2P 	C-2G 	C-3-4 	C5 	≥C6 	Moto 	
00:00-01:00	72	124	0	1	0	0	0	0	0	0	626	
01:00-02:00	81	119	1	1	0	0	0	0	0	0	463	
02:00-03:00	49	111	0	0	0	0	0	0	0	0	418	
03:00-04:00	49	38	0	0	0	0	0	0	0	0	396	
04:00-05:00	77	41	1	0	0	0	2	0	0	1	550	
05:00-06:00	114	143	1	1	0	0	0	2	0	1	902	
06:00-07:00	130	332	0	3	106	41	28	2	0	9	1466	
07:00-08:00	147	400	3	12	98	72	38	3	2	6	1625	
08:00-09:00	156	385	3	17	76	91	57	7	3	8	1358	
09:00-10:00	294	300	4	64	79	108	43	2	2	6	1322	
10:00-11:00	270	269	3	16	82	73	38	9	6	14	1252	
11:00-12:00	205	371	0	13	75	75	39	2	0	2	1546	
12:00-13:00	147	420	1	16	88	62	30	5	4	5	1710	
13:00-14:00	143	294	2	15	69	44	32	1	0	3	1324	
14:00-15:00	218	467	4	15	73	89	44	1	2	1	1681	
15:00-16:00	209	387	0	6	74	84	39	1	1	6	1406	
16:00-17:00	206	418	1	6	72	79	33	2	0	2	1382	
17:00-18:00	192	411	0	13	90	61	34	9	0	2	1376	
18:00-19:00	264	682	1	7	106	72	36	3	1	3	1542	
19:00-20:00	129	346	0	13	42	28	15	2	1	13	1170	
20:00-21:00	115	289	1	6	73	37	10	0	1	1	934	
21:00-22:00	141	286	3	3	61	0	2	0	0	1	861	
22:00-23:00	81	214	2	0	0	3	0	1	2	2	673	
23:00-00:00	43	140	0	3	0	1	0	0	1	0	463	

LUNES		FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE AFORO.										
		Aforador:	KEBIN DANILO PACHECO CHINCHILLA					Sentido:	SUR-NORTE			
		Lugar:	E.D.S. SERVICENTRO AVENIDA.					Fecha:	25 DE ABRIL DE 2016			
HORA	TAXI 	AUTOS 	AMBULANCIAS 	BUS INTERM 	BUSETA 	C-2P 	C-2G 	C-3-4 	C5 	≥C6 	Moto 	
00:00-01:00	89	152	0	1	0	0	0	0	0	0	766	
01:00-02:00	101	147	1	1	0	0	0	0	0	0	567	
02:00-03:00	62	136	0	0	0	0	0	0	0	0	511	
03:00-04:00	61	46	0	0	0	0	0	0	0	0	485	
04:00-05:00	95	51	1	0	0	0	2	0	0	1	673	
05:00-06:00	140	175	1	1	0	0	0	2	0	1	1103	
06:00-07:00	159	407	0	3	131	50	35	2	0	10	1793	
07:00-08:00	181	489	3	14	121	88	47	3	2	6	1986	
08:00-09:00	192	471	3	20	93	110	70	8	3	9	1660	
09:00-10:00	359	366	4	78	97	132	53	2	2	6	1614	
10:00-11:00	330	330	3	18	101	89	46	10	6	17	1529	
11:00-12:00	251	455	0	15	93	91	48	2	0	2	1890	
12:00-13:00	180	514	1	19	107	75	37	5	5	5	2089	
13:00-14:00	174	360	2	17	85	55	41	1	0	3	1619	
14:00-15:00	268	572	4	17	89	110	55	1	2	1	2056	
15:00-16:00	256	474	0	6	90	103	48	1	1	7	1719	
16:00-17:00	252	512	1	6	87	98	42	2	0	2	1690	
17:00-18:00	234	502	0	15	111	73	42	10	0	2	1682	
18:00-19:00	323	834	1	7	130	89	45	3	1	3	1886	
19:00-20:00	159	423	0	14	52	35	18	2	1	15	1432	
20:00-21:00	142	353	1	6	90	47	11	0	1	1	1142	
21:00-22:00	172	351	3	3	74	0	2	0	0	1	1052	
22:00-23:00	100	263	2	0	0	3	0	1	2	2	823	
23:00-00:00	53	171	0	3	0	1	0	0	1	0	567	





**Apéndice C.** Recolección de datos en los aforos realizados en la vía que atraviesa el barrio Primero de mayo hacia la avenida Francisco Fernández de Contreras en el sentido sur-norte.

<b>LUNES</b>		<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE AFORO.</b>										
		Aforador:		<b>KEBIN DANILO PACHECO CHINCHILLA</b>					Sentido:	<b>Norte-Sur</b>		
		Lugar:		Vía que atraviesa el barrio Primero de mayo.					Norte	<b>9/05/2016</b>		
<b>HORA</b>	<b>TAXI</b> 	<b>AUTOS</b> 	<b>AMBULANCIAS</b> 	<b>BUS INTERM</b> 	<b>BUSETA</b> 	<b>C-2P</b> 	<b>C-2G</b> 	<b>C-3-4</b> 	<b>C5</b> 	<b>≥C6</b> 	<b>Moto</b> 	
11:30-11:45	10	16	0	6	1	5	4	0	0	0	145	
11:45-12:00	7	27	1	15	1	7	3	0	0	0	144	
12:00-12:15	4	36	0	5	0	7	2	0	0	0	233	
12:15-12:30	8	43	0	13	1	4	2	0	0	0	253	
12:30-12:45	8	38	0	13	1	2	2	0	0	0	213	
12:45-13:00	2	20	1	13	0	4	2	0	0	0	176	

**Apéndice D.** Formato de encuesta realizada a los conductores de ambulancia.



**MODELACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA RECUPERACION DEL PASO EXCLUSIVO PARA VEHÍCULOS DE ATENCIÓN A EMERGENCIAS, EN LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.**

**ENCUESTA:**

**DATOS DEL CONDUCTOR:**

Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_; Experiencia: \_\_\_\_\_

Empresa en la que labora: \_\_\_\_\_

1. Cuanto tiempo (en minutos), estima usted como conductor de vehículo de ambulancia, movilizarse en estado de emergencia, por el sector de la avenida Francisco Fernández de Contreras, pasando por el retorno del Primero de Mayo, teniendo como destino el hospital E.Q.C.

RESPUESTA: \_\_\_\_\_ Minutos.

2. Narre o exprese con sus palabras la situación más crítica que ha tenido que enfrentar como conductor de ambulancia, al movilizarse en estado de emergencia, por el sector de la avenida Francisco Fernández de Contreras, pasando por el retorno del Primero de Mayo, teniendo como destino el hospital E.Q.C.

RESPUESTA:

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552  
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104  
 info@ufpsa.edu.co - www.ufpsa.edu.co