ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL A REALIZAR POR LA SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. CMA-SIM-017-2024

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA

INFORME ESTUDIO DE TRANSITO

GRUPO PROYECTO 1A

Versión 1

NOVIEMBRE DE 2024

BOGOTÁ D.C.

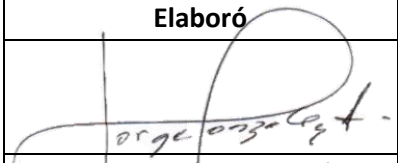
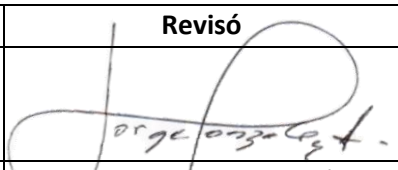
Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

CONTROL DE VERSIONES

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE MODIFICACIÓN	FOLIOS
Versión 1	Noviembre - 2024	Versión Inicial	87

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA		
Elaboró	**Revisó**	**Aprobó**
		
Ing. Jorge Antonio González Ayus	Ing. Jorge Antonio González Ayus	Ing. Manuel José Meza Soto
Especialista	Especialista	Director

SUPERVISION / INTERVENTORÍA
Revisó
Ing. Ingrid Sofia Morales Ávila
Alcaldía de Montería Gerente de Proyectos

Contenido

Introducción 8
1 Objetivos 9
1.1 Objetivo general 9
1.2 Objetivos específicos 9
2 Antecedentes 10
2.1 Localización del proyecto 10
2.2 Descripción del proyecto 10
3 Marco de referencia 12
3.1 Variable tránsito 12
3.2 Tránsito promedio diario, TPD 12
3.3 Estimación del tránsito inicial 13
3.4 Factor carril [Fca] 13
3.5 Factor dirección [Fd] 14
3.6 Modelo de repeticiones esperadas 14
4 Metodología 16
4.1 Trabajo de campo 16
4.2 Análisis de ingeniería 16
5 Resultados 17
5.1 Ubicación de las estaciones de conteo 17
5.2 Aforos vehiculares 17
5.2.1 Barrio Villa Fátima 17
5.2.2 Barrios Santa Bárbara 23
5.2.3 Barrio El Edén II 34
5.2.4 Barrio San José 45
5.2.5 Barrios El Mora y Altos de la Floresta 70
6 Conclusiones 86
7 Limitaciones del estudio 86
Bibliografía 87

Índice de tablas

Tabla 1. Características de la vía a pavimentar 10
Tabla 2. Estimación del factor carril 14
Tabla 3. Resumen de aforo vehicular realizado en la salida de los barrios San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Cll 41. 17
Tabla 4. Composición vehicular en la salida de barrios San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Cll 41 18
Tabla 5. Demanda máxima. 20
Tabla 6. Volumen horario máximo en la salida de los barrios San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Cll 41. 21
Tabla 7. Tránsito inicial en la salida de los barrios San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Cll 41. 22
Tabla 8. Número de ejes equivalentes según PCA en la salida de barrios San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Cll 41. 22
Tabla 9. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 46 entre la Cra. 18 y la Vía Montería – San Carlos. 23
Tabla 10. Resumen de aforo vehicular realizado en la Cra. 18B entre calles 44ª y 48 24
Tabla 11. Composición vehicular Calle 46 entre la Cra. 18 y la Vía Montería – San Carlos 24
Tabla 12. Composición vehicular Cra. 18b entre calles 44ª y 48 25
Tabla 13. Demanda máxima. 28
Tabla 14. Volumen horario máximo en calle 46 entre la cra. 18 y la vía Montería – San Carlos 29
Tabla 15. Demanda máxima. 30
Tabla 16. Volumen horario máximo en la cra. 18b entre calles 44ª y 48. 31
Tabla 17. Tránsito inicial en la calle 46 entre carrera 18 y vía Montería – San Carlos 31
Tabla 18. Tránsito inicial en la carrera 18b entre calles 44ª y 48. 33
Tabla 19. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 18b entre calles 44ª y 48. 33
Tabla 20. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 15b entre calles 28 y 34. 34
Tabla 21. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 16b entre calles 29 y 38. 35
Tabla 22. Composición vehicular carrera 15b entre calles 29 y 34 35
Tabla 23. Composición vehicular Cra. 16b entre calles 29 y 38 36
Tabla 24. Demanda máxima. 39
Tabla 25. Volumen horario máximo en carrera 15b entre calles 29 y 34 40
Tabla 26. Demanda máxima. 41
Tabla 27. Volumen horario máximo en la cra. 16b entre calles 29 y 38. 42
Tabla 28. Tránsito inicial en la carrera 15b entre calles 29 y 34 42
Tabla 29. Número de ejes equivalentes según PCA en la en la carrera 15b entre calles 29 y 34 43
Tabla 30. Tránsito inicial en la carrera 16b entre calles 29 y 38 44
Tabla 31. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 16b entre calles 29 y 38 44

Tabla 32. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 16c entre calles 38 y 39. 45
Tabla 33. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 18 entre calles 38 y 39. 46
Tabla 34. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 20 entre calles 38 y 39 46
Tabla 35. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 22 entre calles 38 y 39 47
Tabla 36. Resumen de aforo vehicular realizado en la calle 39 entre carrera 22 y calle 29 47
Tabla 37. Composición vehicular carrera 16c entre calle 38-39. 48
Tabla 38. Composición vehicular carrera 18 entre calle 38-39 49
Tabla 39. Composición vehicular carrera 20 entre calle 38-39 49
Tabla 40. Composición vehicular carrera 22 entre calle 29 y 38 50
Tabla 41. Composición vehicular calle 39 entre carrera 22 y calle 29 51
Tabla 42. Demanda máxima. 55
Tabla 43. Volumen horario máximo en carrera 16C entre calles 38 y 39. 56
Tabla 44. Demanda máxima. 57
Tabla 45. Volumen horario máximo en la cra. 18 entre calles 38 y 39. 58
Tabla 46. Demanda máxima. 58
Tabla 47. Volumen horario máximo en la cra. 20 entre calles 38 y 39. 59
Tabla 48. Demanda máxima. 60
Tabla 49. Volumen horario máximo en la cra. 22 entre calles 29 y 38. 61
Tabla 50. Demanda máxima. 61
Tabla 51. Volumen horario máximo en la cra. 18 entre calles 38 y 39. 62
Tabla 52. Tránsito inicial en la carrera 16c entre calles 38 y 39. 63
Tabla 53. Número de ejes equivalentes según PCA en la en la carrera 16c entre calles 38 y 39. 63
Tabla 54. Tránsito inicial en la carrera 18 entre calles 38 y 39. 64
Tabla 55. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 18 entre calles 38 y 39. 65
Tabla 56. Tránsito inicial en la carrera 20 entre calles 38 y 39. 66
Tabla 57. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 20 entre calles 38 y 39. 66
Tabla 58. Tránsito inicial en la carrera 22 entre calles 29 y 38. 67
Tabla 59. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 22 entre calles 29 y 38. 68
Tabla 60. Tránsito inicial en la calle 39 entre carrera 22 y calle 29. 69
Tabla 61. Número de ejes equivalentes según PCA en la calle 39 entre carrera 22 y calle 29. 69
Tabla 62. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 16A entre calles 40 y 41. 70
Tabla 63. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 15D entre calles 40a y 40b. 71
Tabla 64. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 15c entre calles 40a y 41. 71
Tabla 65. Composición vehicular carrera 16a entre calles 40 y 41. 72
Tabla 66. Composición vehicular Cra. 15d entre calles 40a y 40b 73
Tabla 67. Composición vehicular Cra. 15c entre calles 40a y 41 73
Tabla 68. Demanda máxima. 77
Tabla 69. Volumen horario máximo en carrera 16a entre calles 40 y 41. 78

Tabla 70. Demanda máxima. 78
Tabla 71. Volumen horario máximo en la cra. 15d entre calles 40a y 40b. 79
Tabla 72. Demanda máxima. 80
Tabla 73. Volumen horario máximo en la cra. 15c entre calles 40a y 41. 81
Tabla 74. Tránsito inicial en la carrera 16a entre calles 40 y 41. 81
Tabla 75. Número de ejes equivalentes según PCA en la en la carrera 16ª entre calles 40 y 41. 82
Tabla 76. Tránsito inicial en la carrera 15d entre calles 40a y 40b. 83
Tabla 77. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 15d entre calles 40a y 40b. 83
Tabla 78. Tránsito inicial en la carrera 15c entre calles 40a y 41. 84
Tabla 79. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 15c entre calles 40a y 41. 85

Índice de figuras

Figura 1. Imagen satelital del sector 10
Figura 2. Movilidad y accesibilidad de un sistema vial urbano. 11
Figura 3. Categorización de camiones 12

Introducción

En el presente informe se exponen los resultados de los conteos vehiculares desarrollados en el mes de agosto del año 2024 en los tramos viales donde se proyecta la construcción de pavimento en concreto rígido de 2.50 km de vías urbanas distribuidos en seis (6) barrios de la comuna 8 en el municipio de Montería, departamento de Córdoba. Con base en la información registrada en el aforo, se elaboró la distribución porcentual de los vehículos que circularon en el periodo de observación del sitio. Seguidamente se realizó un análisis de ingeniería que arrojó el número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el año base y la proyección de estos en el periodo de diseño.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

- Determinar el número de ejes simples equivalentes de 8.2 ton acumulados y el espectro de cargas para un periodo de diseño de 20 años, en los tramos viales ubicado en vías de barrios pertenecientes a las comunas 7 y 8, donde se proyecta la construcción de pavimento en concreto rígido, en el municipio de Montería, departamento de Córdoba.

1.2 Objetivos específicos

- Adelantar conteos de tránsito para definir el tránsito de diseño expresado en términos de ejes equivalentes de 8.2 ton y espectro de cargas teniendo en cuenta los pesos máximos por tipo de eje de acuerdo con Artículo 4.3.3.8. Peso bruto vehicular de la RESOLUCIÓN NÚMERO 20223040045295 de 04-08-2022 “Por medio del cual se expide la Resolución Única Compilatoria en materia de Tránsito del Ministerio de Transporte”.

- Determinar la distribución porcentual de vehículos livianos y comerciales en los tramos viales ubicados en vías de barrios pertenecientes a la comuna 8.

2 Antecedentes

2.1 Localización del proyecto

El proyecto se encuentra localizado en los barrios Villa Fátima, Santa Bárbara, El Edén II, El Mora, Altos de la Floresta y San José, pertenecientes a la comuna 8, zona urbana del municipio de Montería, Departamento de Córdoba:

Figura 1. Imagen satelital del sector



Fuente: Google (2024) Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com.

2.2 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de pavimento rígido en concreto hidráulico en aproximadamente 2.50 km de vías urbanas, distribuidos en barrios de la comuna 8, como se muestra en la tabla 1. La anterior descripción se realiza con base en la información suministrada por el solicitante y la visita de campo.

Tabla 1. Características de la vía a pavimentar

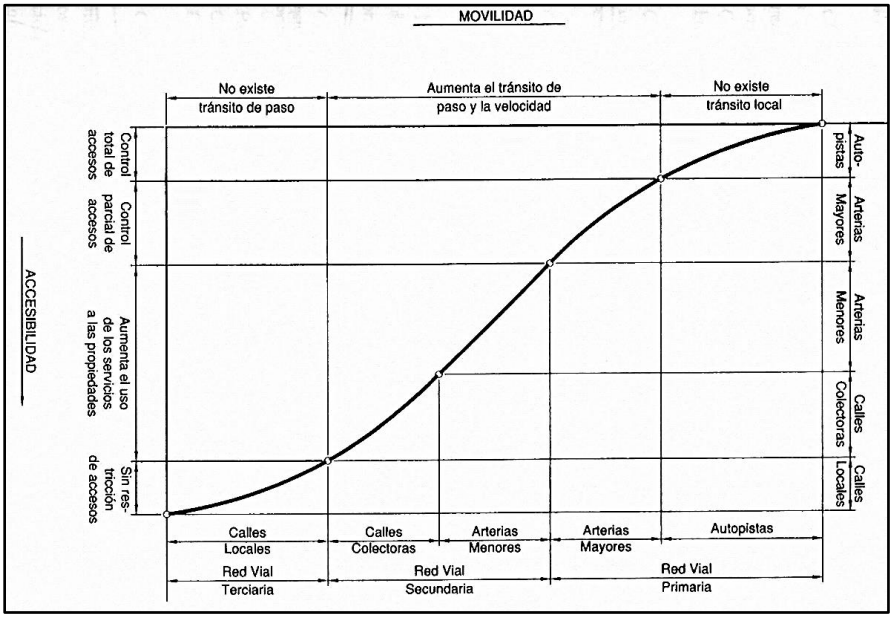
Comuna	Barrios	Longitud del tramo (km)	Dirección
8	Villa Fátima	0.320	Salida de los barrios San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Calle 41

	Santa Bárbara, El Edén II, El Mora, Altos de la Floresta y San José	2.173	Calle 46 entre la Cra 18 y la Vía Montería – San Carlos
			Cra 8b entre las Calles 44ª y 48
			Cra 15b entre las Calles 29 y 34
			Cra 16ª entre las Calles 40 y 41
			Cra 15d entre las Calles 40ª y 40B
			Cra. 15c entre las calles 40ª y 41
			Cra 16b entre las Calles 29 y 38
			Cra 16c entre las Calles 38 y 39
			Cra 18 entre las Calles 38 y 39
			Cra 20 entre las Calles 38 y 39
			Cra 22 entre las Calles 28 y 29
			Calle 39 entre la Cra 22 y la Calle 29

Como característica principal se evidencia la circulación en una calzada, con un carril en cada sentido, con un ancho variable según la geometría establecida por el trazado actual. Así mismo, la vía actualmente presenta una topografía variable, su estructura existente corresponde a una vía en afirmado, esta se encuentra en condiciones regulares, ya que presenta deterioro en un alto porcentaje de la longitud proyectada para la intervención.

Las vías urbanas se jerarquizan según su función en autopistas, arterias, colectoras y de servicio.

Figura 2. Movilidad y accesibilidad de un sistema vial urbano.



Fuente: Rafael Cal y Mayor R. James Cárdenas G. "Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones". 8ª Edición.

Según la ubicación e importancia de las vías donde se va a realizar el proyecto estas se denominan vías terciarias locales.

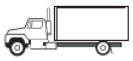
3 Marco de referencia

3.1 Variable tránsito

Una de las variables de mayor importancia en el diseño de estructuras de pavimento es el tránsito, el cual, se categoriza en vehículos livianos (autos) y vehículos comerciales (buses y camiones), siendo los vehículos comerciales los que generan los deterioros de la vida útil del pavimento durante el periodo de diseño. Por lo anteriormente expuesto se hace necesario estimar la cantidad de vehículos comerciales que transitan actualmente en la zona del proyecto, así mismo, estimar el crecimiento de la circulación de vehículos una vez el tramo vial a intervenir entre en funcionamiento y de esta manera proyectar la circulación durante el periodo de diseño de la estructura de pavimento.

Para el análisis de la variable transito se desarrollan conteos vehiculares en la zona de influencia del proyecto, para lo cual se categorizaron en autos y vehículos comerciales, a su vez estos últimos se subdividieron en buses y camiones. Para la categorización de camiones se adopta la clasificación propuesta por el INVIAS, la cual se muestra a continuación:

Figura 3. Categorización de camiones

Designación	Configuración	Descripción
2		Camión de dos ejes Camión sencillo
3		Camión de tres ejes Dobletroque
3S2		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de dos ejes
3S3		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de tres ejes

Fuente: (INVIAS, 2008)

3.2 Tránsito promedio diario, TPD

Los conteos vehiculares se realizan durante un periodo de tiempo establecido, se registran todos los vehículos que pasan por una sección de la vía (todos los carriles y ambas direcciones), luego se saca un promedio diario, para de esta manera obtener el valor de tránsito promedio diario [TPD]. A partir de la información de los conteos se determina el porcentaje de vehículos livianos (autos) y vehículos comerciales (buses y camiones). Los conteos pueden ser semanales, mensuales e inclusive anuales, en ese caso a la sigla TPD se le incluye el subíndice “s”, “m”, o, “a” según sea el caso.

3.3 Estimación del tránsito inicial

El tránsito en el año cero o inicial (Ti) se estima como la suma del tránsito existente (TE), el atraído (Tat), tránsito generado (TG), el tránsito desarrollado (TD) y el crecimiento normal de tránsito (CNT)

$$T_i = TE + Tat + TG \qquad (1)$$

Dónde:

TE: corresponde al TPD resultante de los aforos
Tat: tránsito atraído
TG: tránsito generado

El tránsito existente (TE) se puede determinar a partir de aforos vehiculares sobre el tramo vial a intervenir.

Para la estimación del tránsito atraído (Tat) se debe contar con un amplio conocimiento de la zona de influencia del proyecto en términos de capacidad y de volumen de las vías existentes, así mismo, de las condiciones de origen y destino, ya que la atracción o desvió de una fracción del tránsito de rutas alternas hacia el tramo vial a intervenir se dará por la mejora de las condiciones de servicio.

El crecimiento normal del tránsito es el incremento del volumen de tránsito debido al aumento normal en el uso de los vehículos.

El tránsito generado (TG) constituye los recorridos vehiculares, diferentes a los desarrollados a través del transporte público, que no se realizarían ante la intervención del tramo vial en estudio. El transito generado se puede categorizar en tránsito 1inducido, tránsito convertido y tránsito trasladado. Al tránsito generado se le asignan tasas de incremento entre el 5% y el 25% del tránsito actual, con un período de generación de uno o dos años después de que la carretera se abre al servicio.

3.4 Factor carril [Fca]

Para la caracterización de la variable transito empleada en el método de diseño de pavimento rígido propuesto por Portland Cement Association - PCA (1984) se realiza la cuantificación a través de espectros de carga o del número de ejes pesados o comerciales de determinada carga y configuración. Dentro del procedimiento que realiza para la obtención del número de ejes esperados que circulen en el carril de diseño durante el periodo de diseño se requiere el valor del factor carril [Fca], este parámetro corresponde a la distribución de camiones entre los carriles con el mismo sentido. En carreteras de dos carriles, con un carril por sentido, el valor del factor de distribución direccional es de 1, mientras que para carreteras de dos sentidos, con múltiples carriles por sentido, los valores del factor de distribución por carril (Fca) adoptados son los recomendados por la guía del National Cooperative Higway Research Program (NCHRP), y que se muestran en la tabla 2:

Tabla 2. Estimación del factor carril

Número Total de carriles en cada sentido	Factor de distribución para el carril de diseño (Fca.)
1	1.00
2	0.90
3	0.60
4 o más	0.45

Fuente: ARA, 2004

3.5 Factor dirección [Fd]

Dentro del procedimiento que realiza para la obtención del número de ejes esperados que circulen en el carril de diseño durante el periodo de diseño se requiere el valor del factor dirección [Fd], este corresponde a la distribución porcentual de los vehículos comerciales en cada sentido de circulación, obtenidos de los resultados de un conteo o por observación directa en el campo. Generalmente en el país se asume un 50% en cada sentido, sin embargo en algunos casos la distribución puede variar según las condiciones de tránsito particulares de una vía.

El uso de este factor es fundamental para la caracterización de la variable transito utilizada en el método de diseño de pavimento rígido propuesto por la PCA.

3.6 Modelo de repeticiones esperadas.

Para la estimación del volumen ya sea de vehículos o ejes que circularan por el tramo vial a intervenir durante el periodo de diseño, bastará con determinar la composición vehicular en términos porcentuales y a partir de esta determinar la fracción de cada tipo de vehículo comercial.

El número de ejes equivalentes se determina de la siguiente manera:

$$N_{ejes} = 365 * Fca * Fd * \sum (TPD_i * FEC_i) \qquad (2)$$

Donde:
Fca: factor carril

Fd: factor de proyección
TPDi: Tránsito promedio diario para cada vehículo en el periodo de diseño
FECi: Factor de equivalencia de carga de cada vehículo
365: Número de días de un año

4 Metodología

Con el objeto de dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados, el presente informe se fraccionó en tres etapas, las cuales se describen a continuación:

4.1 Trabajo de campo

Para la correcta caracterización vehicular del sitio donde se proyecta la construcción de una estructura de pavimento tipo rígido se proponen las siguientes actividades metodológicas en campo:

- Ubicación de las estaciones de conteo
- Aforos vehiculares.
- Observaciones puntuales del sitio

4.2 Análisis de ingeniería

En esta etapa se realiza la tabulación y sistematización de la información recolectada a través de los formatos de conteo. Lo anterior tiene como propósito determinar la distribución vehicular porcentual vehicular en la zona de estudio y la estimación del TPD en el periodo de observación, lo cual, se puede alcanzar mediante las siguientes actividades metodológicas:

- Construcción de la composición vehicular.
- Evaluación de la variación horaria del volumen de tránsito.
- Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.
- Determinación de TPD en el año base
- Determinación del espectro de carga
- Evaluación del número de repeticiones de ejes simples, tándem y trídem en el carril de diseño durante el periodo de diseño.

5 Resultados

5.1 Ubicación de las estaciones de conteo

El desarrollo de la actividad de conteo vehicular se ubicó sobre las vías locales a pavimentar.

5.2 Aforos vehiculares

Para la obtención de la información requerida con el objeto de cuantificar el tránsito existente de las vías se realizaron aforos vehiculares en un periodo de tres (3) días, los cuales se desarrollaron durante los días 26, 27 y 31 de agosto del año 2024. (Ver anexo, tabla de aforos)

Los registros se desarrollaron desde las 6:00 am hasta las 6:00 pm y los volúmenes se tomaron en períodos de 15 minutos durante las horas de aforo, discriminados en autos, buses y camiones. (También se referenciaron las motos, pero no son tenidas en cuenta para el cálculo del TPDs).

5.2.1 *Barrio Villa Fátima*

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en el barrio Villa Fátima, concretamente en la salida de los barrios San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Calle 41. Anexo al presente informe se encuentra los formatos de campo diligenciados.

Tabla 3. Resumen de aforo vehicular realizado en la salida de los barrios San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Cll 41.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024	
AUTOMOVIL	150	148	150	150
BUS	0	0	0	0
C2P	28	32	30	30
C2G	33	36	34	35
C-3	161	160	158	160
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	1	0	2	1
C3-S3	1	1	1	1
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**374**	**377**	**375**	**377**

Luego tenemos:
TPDs= 377 veh/día.

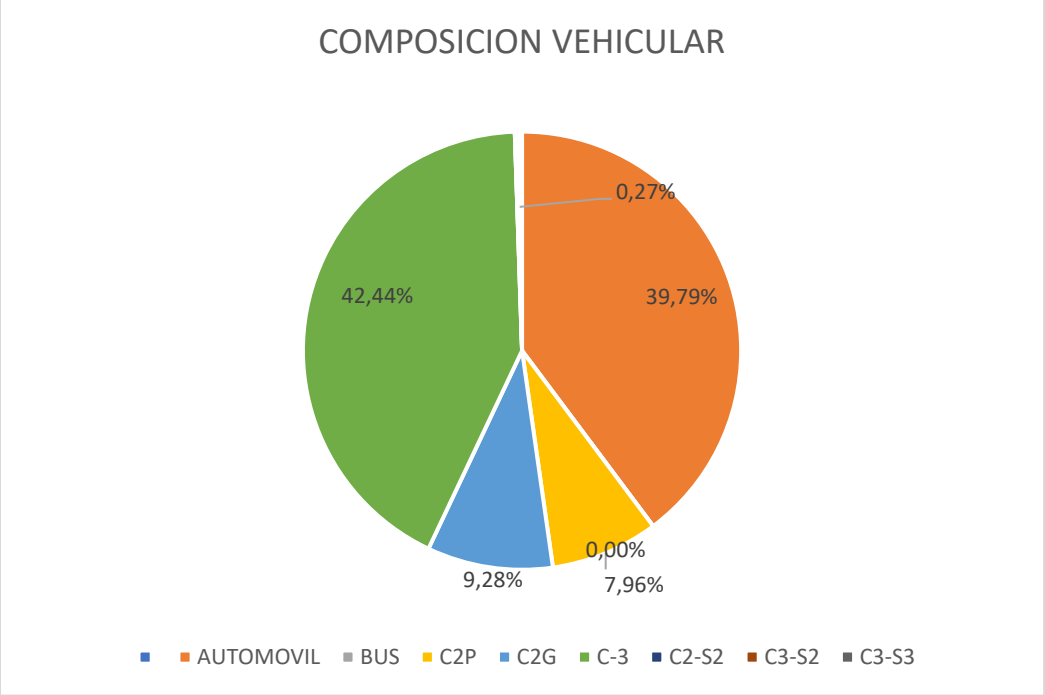
5.2.1.1 *Composición vehicular barrio Villa Fátima.*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, se muestra la composición vehicular:

Tabla 4. Composición vehicular en la salida de barrios San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Cll 41.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024		
AUTOMOVIL	150	148	150	150	39,79%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	28	32	30	30	7,96%
C2G	33	36	34	35	9,28%
C-3	161	160	158	160	42,44%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	1	0	2	1	0,27%
C3-S3	1	1	1	1	0,27%
TOTAL	**374**	**377**	**375**	**377**	**100%**

Gráfica 1. Composición vehicular en la salida de San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Cll 41.



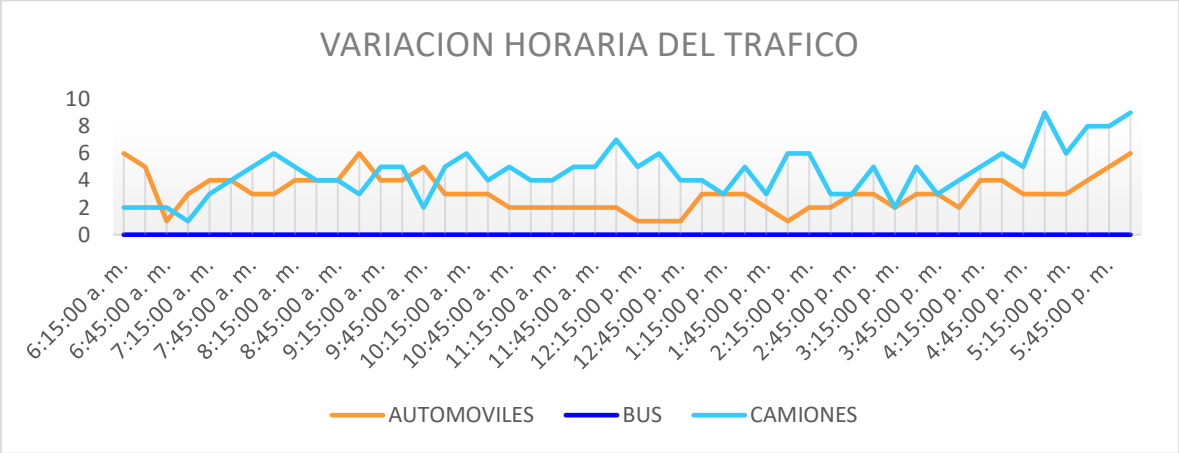
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de camiones con un 60.21%, seguido de vehículos automóviles con un 39.79%, por otro lado tenemos que no hay flujo de buses.

5.2.1.2 *Variación horaria del volumen de tránsito barrio Villa Fátima*.

Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular 27 de agosto, a continuación, se muestra la variación vehicular de este día:

Gráfica 2. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía del día de mayor tráfico en la salida de los barrios San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Cll 41.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

5.2.1.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda del barrio Villa Fátima*.

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.

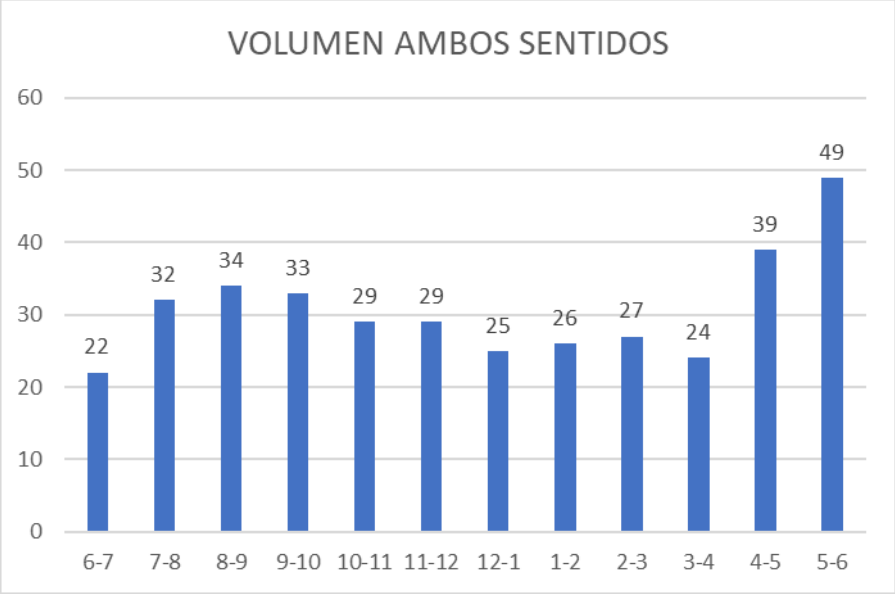
Matemáticamente esto se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \qquad (3)$$

Dónde,
FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.
VHMD: Volumen horario de máxima demanda.
Qmáx: Volumen máximo.
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 3. Variación del volumen de tránsito en un día en la salida de los barrios San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Cll 41.



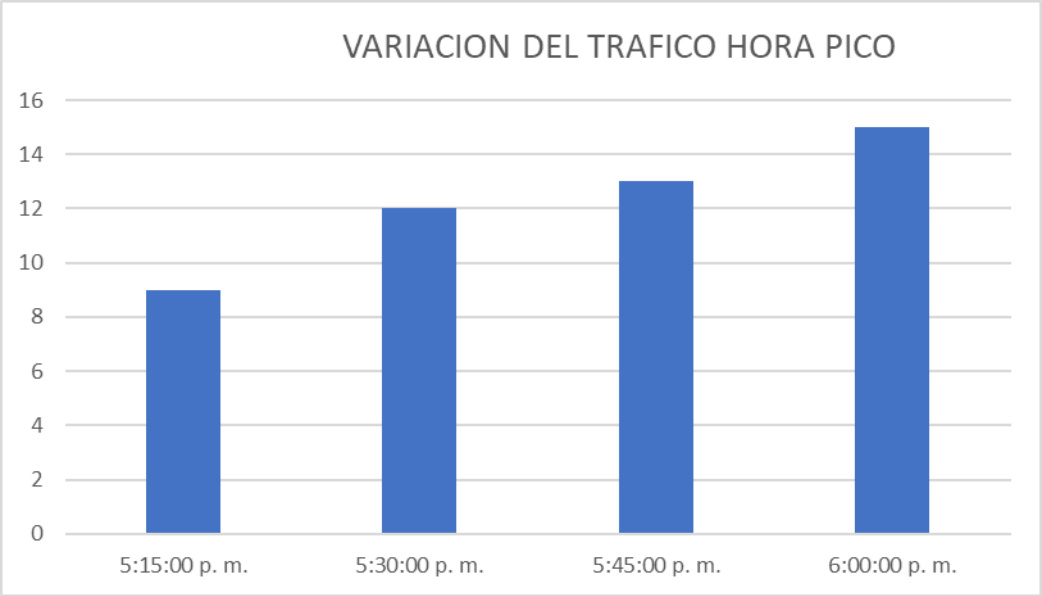
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 05:00 pm – 06:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 5. Demanda máxima.

VHMD	49veh/hr
HORA	5-6

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 4. Variación del volumen de tránsito en la hora pico en un día en la salida de los barrios San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Cll 41.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

Tabla 6. Volumen horario máximo en la salida de los barrios San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Cll 41.

HORA	VOLUMEN
5:15:00 p. m.	9
5:30:00 p. m.	12
5:45:00 p. m.	13
6:00:00 p. m.	15

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 4,08 valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

5.2.1.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para el barrio Villa Fátima*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía del tramo vial a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda con dos vías principales (calle 35 y calle 41), con base en esto se asume un porcentaje medio de tránsito atraído, por lo cual, se establece que una vez la vía sea pavimentada es del 23% del tránsito existente. Así mismo, se establece que el transito generado es del 20% del tránsito existente, debido a las mismas razones del tránsito atraído.

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía:

Tabla 7. Tránsito inicial en la salida de los barrios San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Cll 41.

Aforo salida San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia Cll 41				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	377	87	75	539
T_i año base				**539**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 60.21%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 8. Número de ejes equivalentes según PCA en la salida de barrios San Antonio, Villa Fátima y Villa Sorrento hacia la Cll 41.

Tránsito promedio diario [TPD]	539
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	539
2025	561
2026	583
2027	606
2028	631
2029	656
2030	682
2031	709
2032	738
2033	767
2034	798
2035	830
2036	863
2037	897
2038	933
2039	971
2040	1010
2041	1050
2042	1092
2043	1136
2044	1181
TPD futuro	**16692**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	39.79	6642	0	12,898,000
C2P	7.96	1329	0.41	
C2G	9.28	1549	4.40	
C3	42.44	7084	8.77	
C2S3	0.27	45	13.84	
C3S3	0.27	45	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	242,490		242,490				
C2G		282,702		282,702			
C3		1,292,876				1,292,876	
C2S3		8,225			16,450		
C3S3		8,225				8,225	8,225
TOTAL	242,490	1,592,029	242,490	282,702	16,450	1,301,102	8,225

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	Cantidad
C2P	242490
C2G	282702
C3	1292876
C2S3	8225
C3S3	8225

5.2.2 Barrios Santa Bárbara

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en el barrio Santa Bárbara, sobre los tramos Calle 46 entre la Cra. 18 y la Vía Montería – San Carlos, Cra 18B entre las Calles 44ª y 48.

Tabla 9. Resumen de aforo vehicular realizado en la Calle 46 entre la Cra. 18 y la Vía Montería – San Carlos.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024	
AUTOMOVIL	65	62	68	65
BUS	0	0	0	0
C2P	10	12	8	10
C2G	9	10	11	10
C-3	3	6	3	4
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**87**	**90**	**90**	**89**

Luego tenemos:
TPDs= 89 veh/día

Tabla 10. Resumen de aforo vehicular realizado en la Cra. 18B entre calles 44ª y 48

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024	
AUTOMOVIL	68	64	63	65
BUS	0	0	0	0
C2P	17	13	13	15
C2G	13	14	16	15
C-3	1	1	1	1
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**99**	**92**	**93**	**96**

Luego tenemos:
TPDs= 96 veh/día

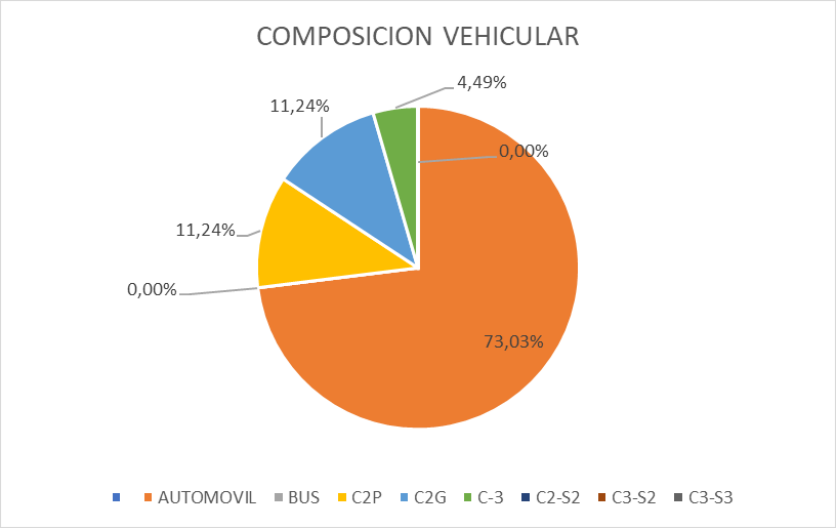
5.2.2.1 *Composición vehicular barrio Santa Bárbara.*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, la composición vehicular de los tramos correspondientes,

Tabla 11. Composición vehicular Calle 46 entre la Cra. 18 y la Vía Montería – San Carlos.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024		
AUTOMOVIL	65	62	68	65	73,03%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	10	12	8	10	11,24%
C2G	9	10	11	10	11,24%
C-3	3	6	3	4	4,49%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
MOTO	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**87**	**90**	**90**	**89**	**100%**

Gráfica 5. Composición vehicular Calle 46 entre la Cra. 18 y la Vía Montería – San Carlos.

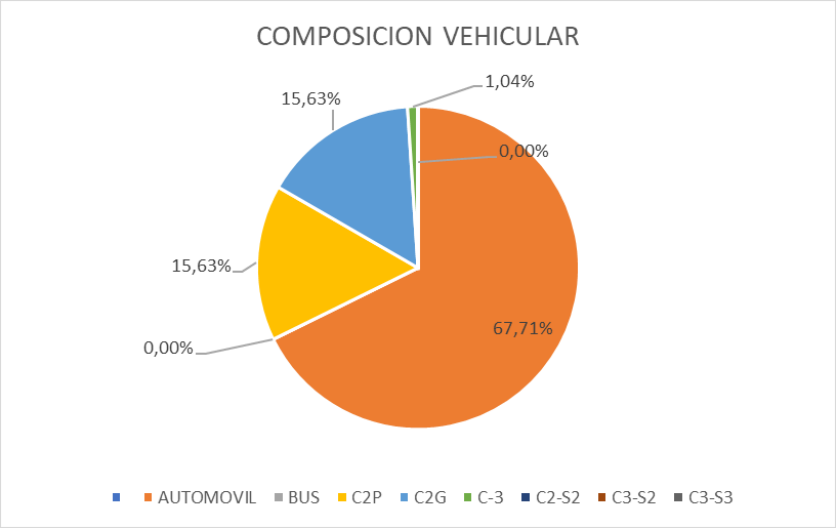


En la vía calle 46 entre carrera 18 y la vía Montería – San Carlos, donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 73.00%, seguido de vehículos camiones con un 26.97%, por otra parte, se tiene que no hay flujo de buses.

Tabla 12. Composición vehicular Cra. 18b entre calles 44ª y 48

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024		
AUTOMOVIL	68	64	63	65	67,71%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	17	13	13	15	15,63%
C2G	13	14	16	15	15,63%
C-3	1	1	1	1	1,04%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**99**	**92**	**93**	**96**	**100%**

Gráfica 6. Composición vehicular Cra. 18b entre calles 44ª y 48



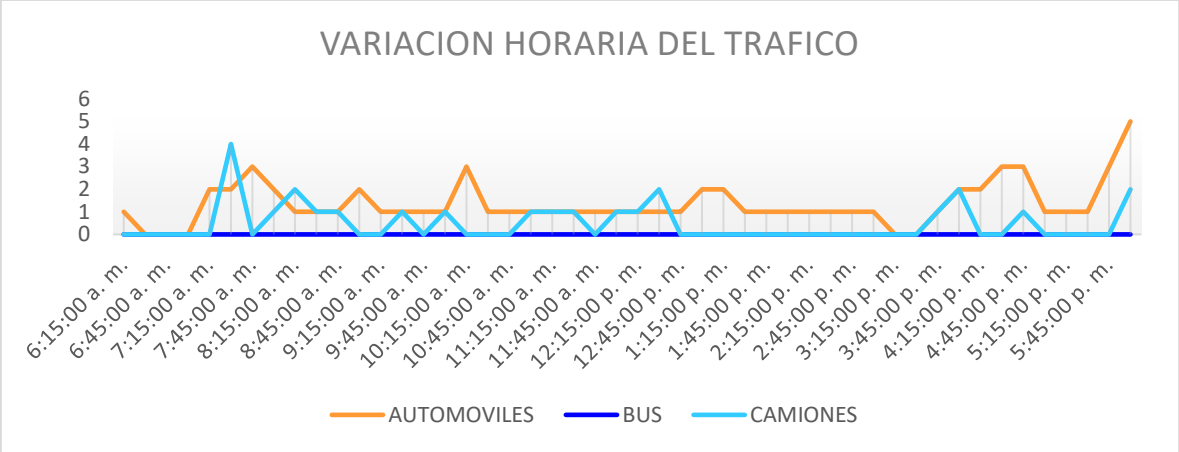
En la vía carrera 18b entre calles 44ª y 48, donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 67.71%, seguido de vehículos camiones con un 32.29%, por otra parte, se tiene que no hay flujo de buses.

5.2.2.2 *Variación horaria del volumen de tránsito del barrio Santa Bárbara*

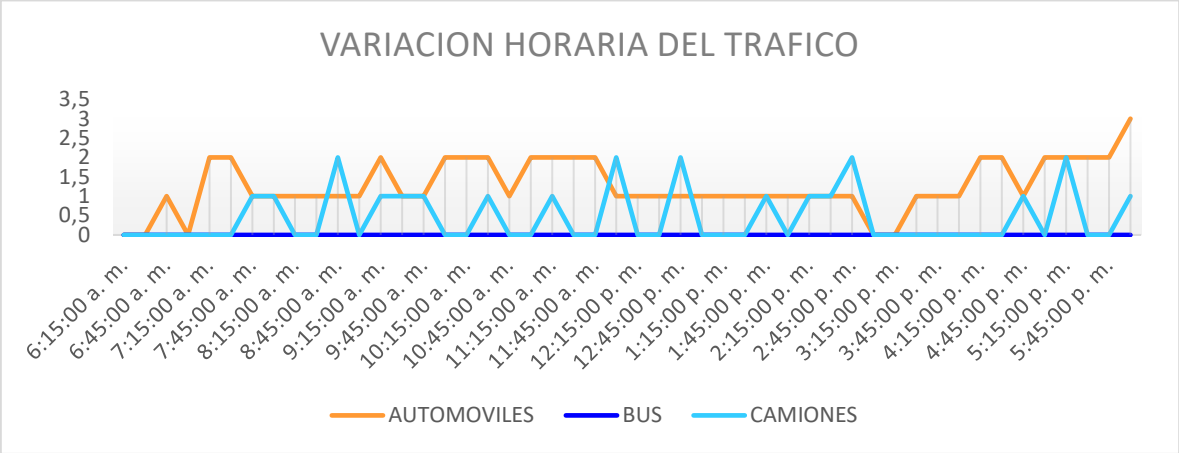
Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la calle 46 fue el 31 de agosto, por su parte en la cra. 18b fue el día 26 de agosto, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

Gráfica 7. Variación horaria del volumen de tránsito de la Calle 46 entre la Cra. 18 y la Vía Montería – San Carlos.



Gráfica 8. Variación horaria del volumen de tránsito de la Cra. 18b entre calles 44ª y 48



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan por ambos tramos son los automóviles y camiones, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso, los antes mencionados.

5.2.2.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda del barrio Santa Bárbara*.

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto

significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.

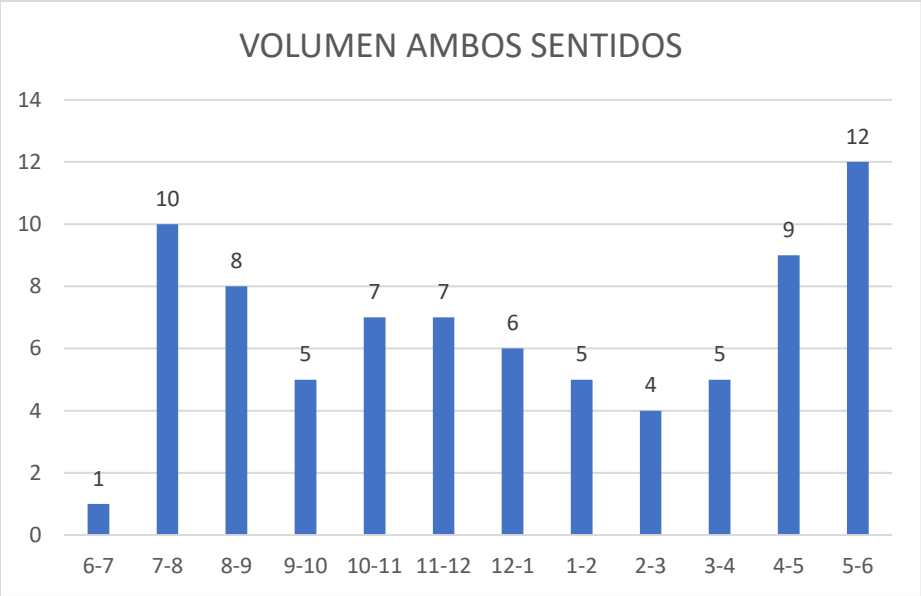
Matemáticamente esto se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \qquad (4)$$

Dónde,
FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.
VHMD: Volumen horario de máxima demanda.
Qmáx: Volumen máximo.
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 9. Variación del volumen de tránsito en un día en la calle 46 entre la cra. 18 y la vía Montería – San Carlos.



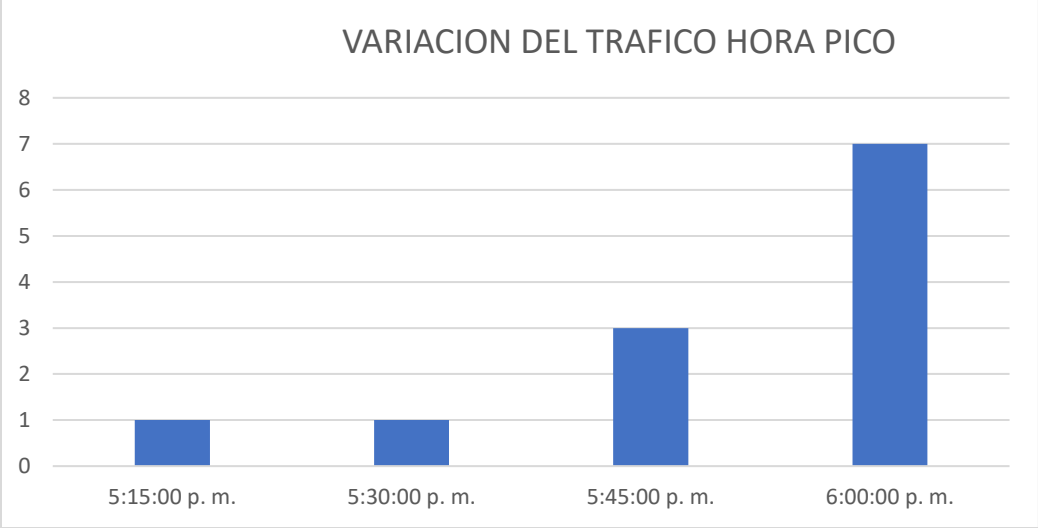
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 05:00 pm – 06:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 13. Demanda máxima.

VHMD	12veh/hr
HORA	5-6

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 10. Variación del volumen de tránsito en un día en la calle 46 entre la cra. 18 y la vía Montería – San Carlos.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

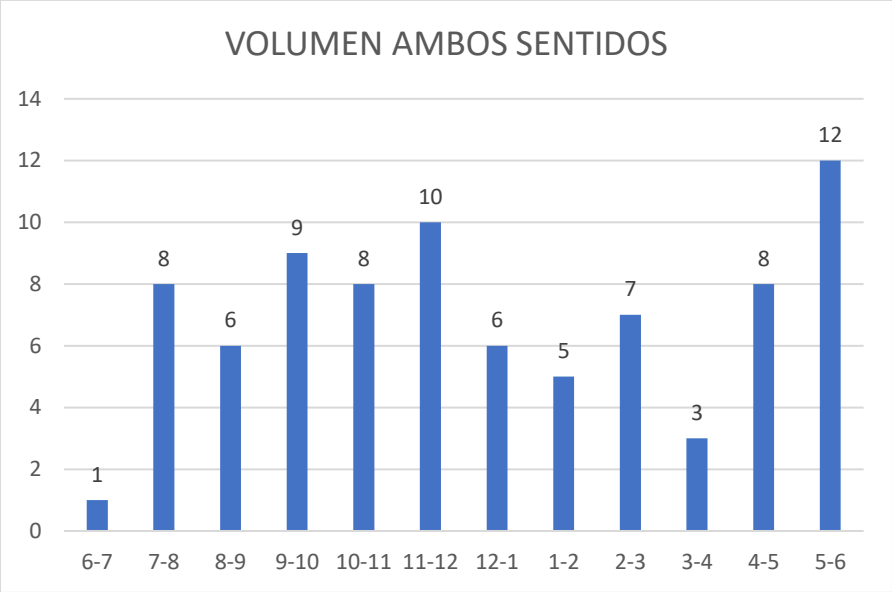
Tabla 14. Volumen horario máximo en calle 46 entre la cra. 18 y la vía Montería – San Carlos.

HORA	VOLUMEN
5:15:00 p. m.	1
5:30:00 p. m.	1
5:45:00 p. m.	3
6:00:00 p. m.	7

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 1.00, valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

Para la carrera 18b entre calles 44ª y 48, tenemos que:

Gráfica 11. Variación del volumen de tránsito en un día en la cra. 18b entre calles 44ª y 48.



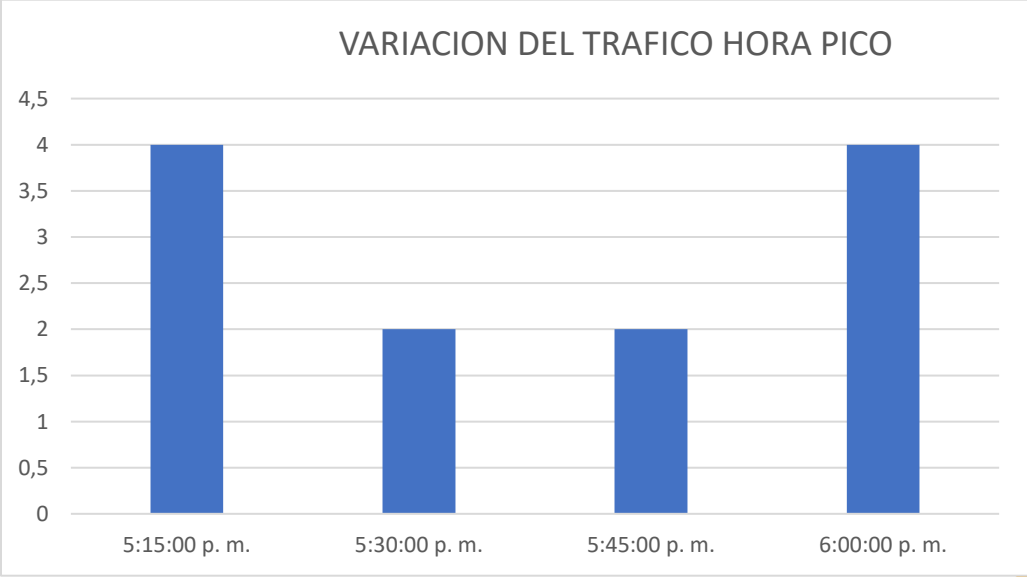
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 05:00 pm – 06:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 15. Demanda máxima.

VHMD	12veh/hr
HORA	5-6

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 12. Variación del volumen de tránsito en un día en la cra. 18b entre calles 44ª y 48.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

Tabla 16. Volumen horario máximo en la cra. 18b entre calles 44ª y 48.

HORA	VOLUMEN
5:15:00 p. m.	4
5:30:00 p. m.	2
5:45:00 p. m.	2
6:00:00 p. m.	4

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 1.00, valores que indican que existen ciertas variaciones del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

5.2.2.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para el barrio Santa Bárbara*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía del tramo vial a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda la carrera 18 y la vía Montería – San Carlos, con base en esto se asume un porcentaje medio de tránsito atraído, por lo cual, se establece que una vez la vía sea pavimentada es del 23% del tránsito existente. Así mismo, se establece que el transito generado es del 20% del tránsito existente, debido a las mismas razones del tránsito atraído.

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la calle 46 entre carrera 18 y la vía Montería – San Carlos:

Tabla 17. Tránsito inicial en la calle 46 entre carrera 18 y vía Montería – San Carlos.

Aforo Cll 46 Cra 18 vía Montería - San Carlos				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	89	20	18	127
T_i año base				**127**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 26.97%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 14. Número de ejes equivalentes según PCA en la calle 46 entre la carrera 18 y la vía Montería – San Carlos.

Tránsito promedio diario [TPD]	127
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	127
2025	132
2026	137
2027	143
2028	149
2029	155
2030	161
2031	167
2032	174
2033	181
2034	188
2035	196
2036	203
2037	211
2038	220
2039	229
2040	238
2041	247
2042	257
2043	268
2044	278
TPD futuro	**3933**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO

Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	73.03	2872	0	671,146
C2P	11.24	442	0.41	
C2G	11.24	442	4.40	
C3	4.49	177	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS

Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	80,679		80,679				
C2G		80,679		80,679			
C3		32,229				32,229	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	**80,679**	**112,908**	**80,679**	**80,679**	**0**	**32,229**	**0**

Número de vehículos en el periodo de diseño

Vehículo	Cantidad
C2P	80679
C2G	80679
C3	32229
C2S3	0
C3S3	0

Para la carrera 18b entre calles 44ª y 48 tenemos:

Tabla 18. Tránsito inicial en la carrera 18b entre calles 44ª y 48.

Aforo Cra. 18B Cll 44A y 48				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	96	22	19	137
T_i año base				**137**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 32.29%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 19. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 18b entre calles 44ª y 48.

Tránsito promedio diario [TPD]	137
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	137
2025	142
2026	148
2027	154
2028	160
2029	167
2030	173
2031	180
2032	187
2033	195
2034	203
2035	211
2036	219
2037	228
2038	237
2039	247
2040	257
2041	267
2042	278
2043	289
2044	300
TPD futuro	**4243**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	67.71	2873	0	653,271
C2P	15.63	663	0.41	
C2G	15.63	663	4.40	
C3	1.04	44	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	121,024		121,024				
C2G		121,024		121,024			
C3		8,053				8,053	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	121,024	129,077	121,024	121,024	0	8,053	0

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	Cantidad
C2P	121024
C2G	121024
C3	8053
C2S3	0
C3S3	0

5.2.3 Barrio El Edén II

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en el barrio El Edén II, sobre los tramos carrera 15b entre calles 28 y 34 y carrera 16b entre calles 29 y 38.

Tabla 20. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 15b entre calles 28 y 34.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024	
AUTOMOVIL	80	80	78	80
BUS	0	0	0	0
C2P	22	23	29	25
C2G	9	14	12	12
C-3	5	4	3	4
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**116**	**121**	**122**	**121**

Luego tenemos:
TPDs= 121 veh/día

Tabla 21. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 16b entre calles 29 y 38.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024	
AUTOMOVIL	77	79	83	80
BUS	0	0	0	0
C2P	23	27	25	25
C2G	11	14	11	12
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**111**	**120**	**119**	**117**

Luego tenemos:
TPDs= 117 veh/día

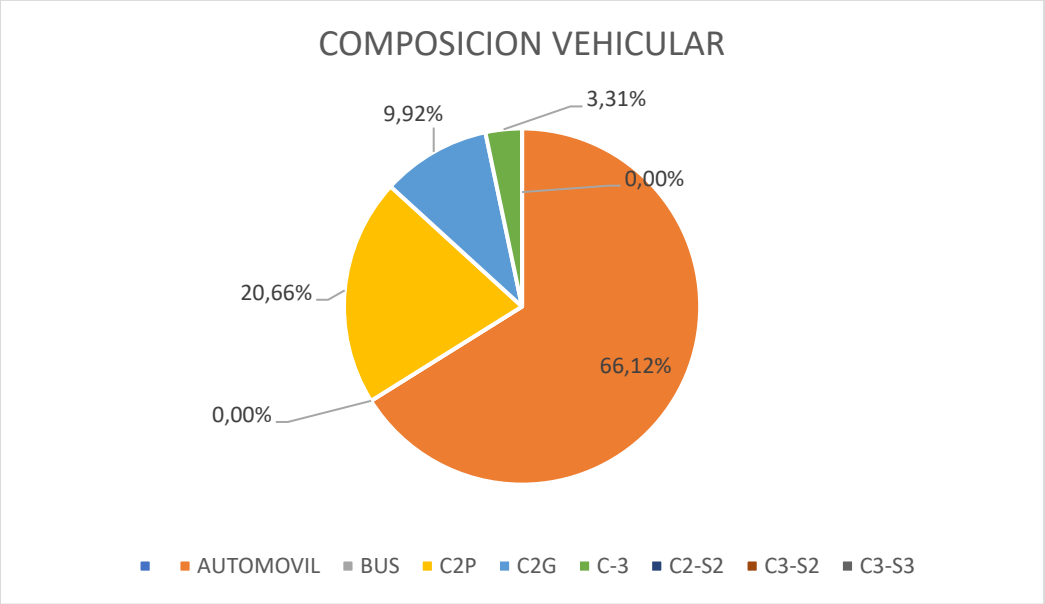
5.2.3.1 *Composición vehicular barrio El Edén II.*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, la composición vehicular de los tramos correspondientes,

Tabla 22. Composición vehicular carrera 15b entre calles 29 y 34.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024		
AUTOMOVIL	80	80	78	80	66,12%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	22	23	29	25	20,66%
C2G	9	14	12	12	9,92%
C-3	5	4	3	4	3,31%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**116**	**121**	**122**	**121**	**100%**

Gráfica 13. Composición vehicular carrera 15b entre calles 29 y 34.

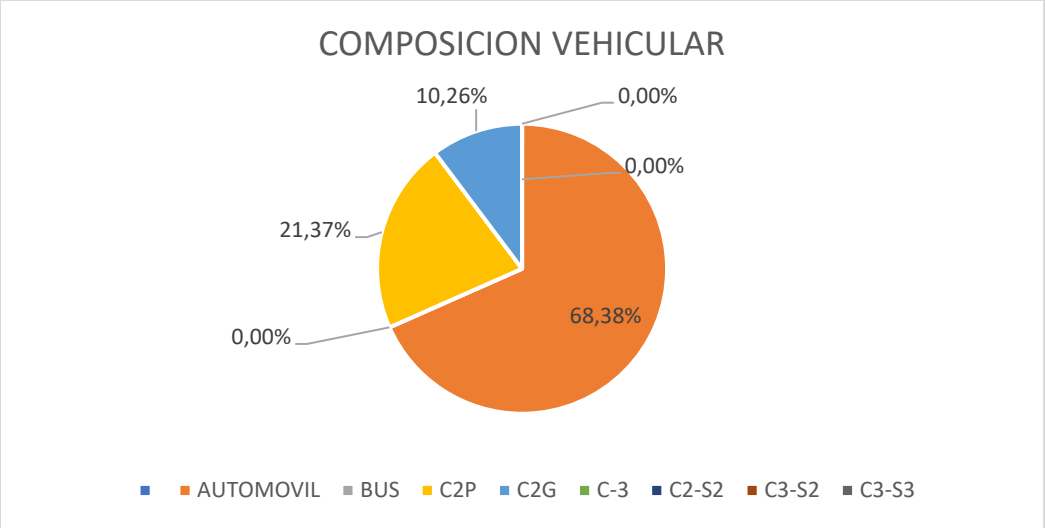


En la vía carrera 15b entre calles 29 y 34, donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 66.12%, seguido de vehículos camiones con un 33.88%, por otra parte, se tiene que no hay flujo de buses.

Tabla 23. Composición vehicular Cra. 16b entre calles 29 y 38

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024		
AUTOMOVIL	77	79	83	80	68,38%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	23	27	25	25	21,37%
C2G	11	14	11	12	10,26%
C-3	0	0	0	0	0,00%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**111**	**120**	**119**	**117**	**100%**

Gráfica 14. Composición vehicular Cra. 16b entre calles 29 y 38.



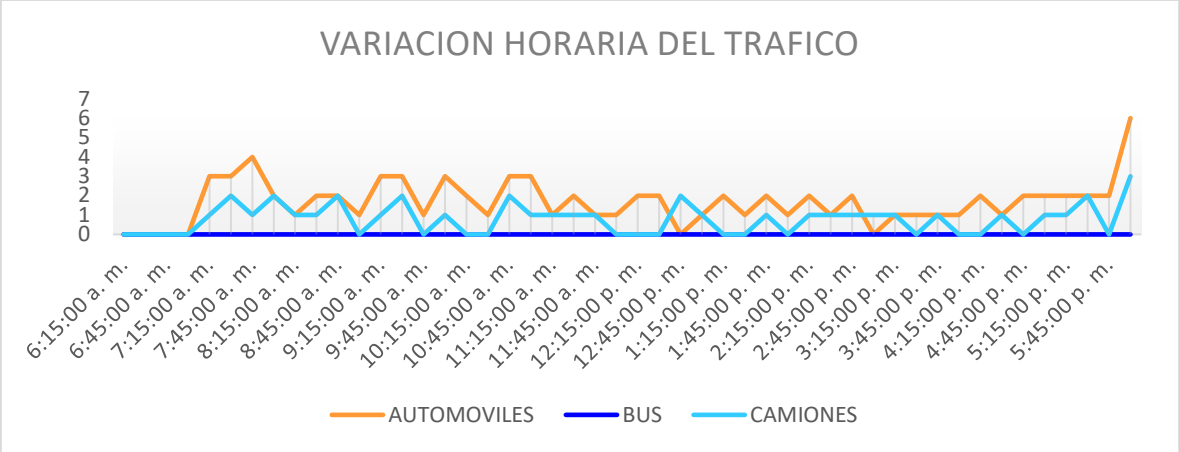
En la vía carrera 16b entre calles 29 y 38, donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 68.4%, seguido de vehículos camiones con un 31.62%, por otra parte, se tiene que no hay flujo de buses.

5.2.3.2 *Variación horaria del volumen de tránsito del barrio El Edén II*

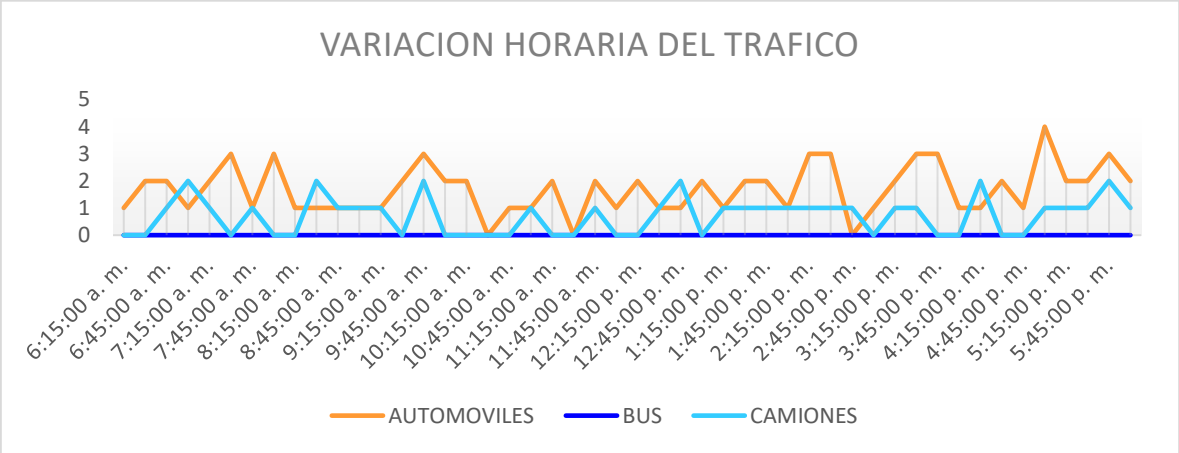
Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en carrera 15 b entre calles 29 y 34 fue el 31 de agosto, al igual que en la carrera 16b entre calles 29 y 38, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

Gráfica 15. Variación horaria del volumen de tránsito de la carrera 15b entre calles 29 y 34.



Gráfica 16. Variación horaria del volumen de tránsito de la Cra. 16b entre calles 29 y 38



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan por ambos tramos son los automóviles y camiones, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso, los antes mencionados.

5.2.3.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda del barrio El Edén II*.

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.
Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.

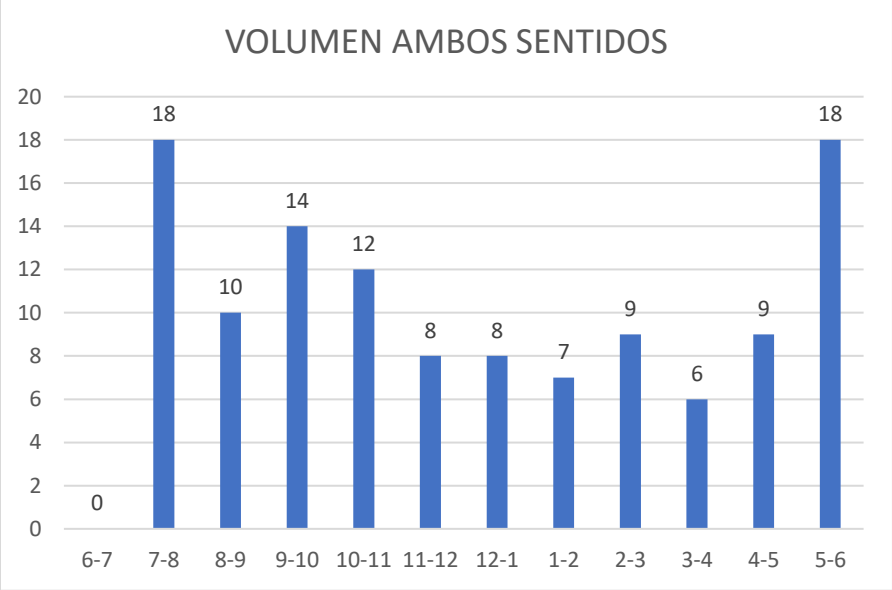
Matemáticamente esto se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \qquad (5)$$

Dónde,
FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.
VHMD: Volumen horario de máxima demanda.
Qmáx: Volumen máximo.
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 17. Variación del volumen de tránsito en un día en la carrera 15b entre calles 29 y 34.



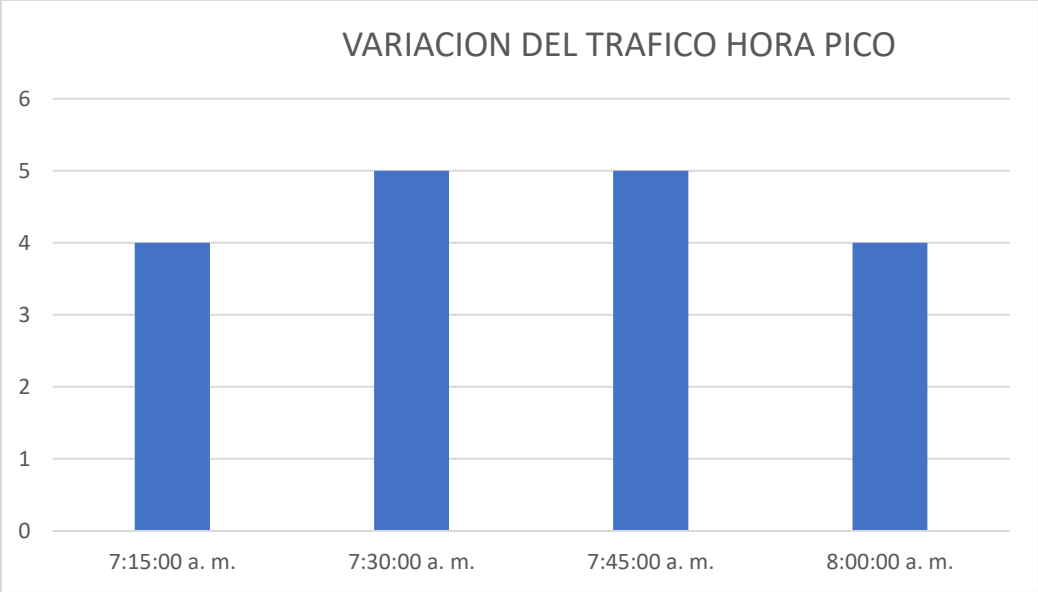
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 07:00 am – 08:00 am y su volumen horario es:

Tabla 24. Demanda máxima.

VHMD	18veh/hr
HORA	7-8

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 18. Variación del volumen de tránsito en un día en la en la carrera 15b entre calles 29 y 34.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

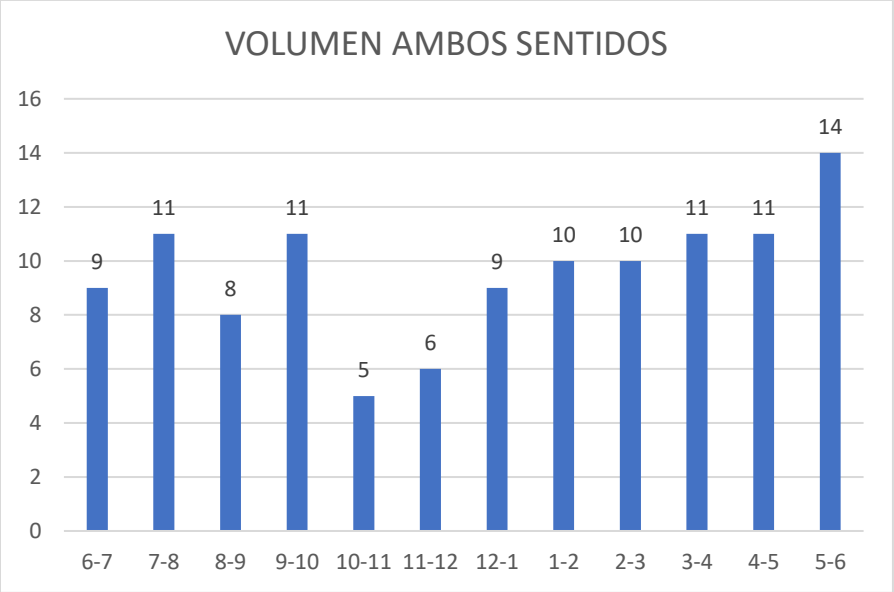
Tabla 25. Volumen horario máximo en carrera 15b entre calles 29 y 34.

HORA	VOLUMEN
7:15:00 a. m.	4
7:30:00 a. m.	5
7:45:00 a. m.	5
8:00:00 a. m.	4

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 1.50, valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

Para la carrera 16b entre calles 29 y 38, tenemos que:

Gráfica 19. Variación del volumen de tránsito en un día en la cra. 16b entre calles 29 y 38.



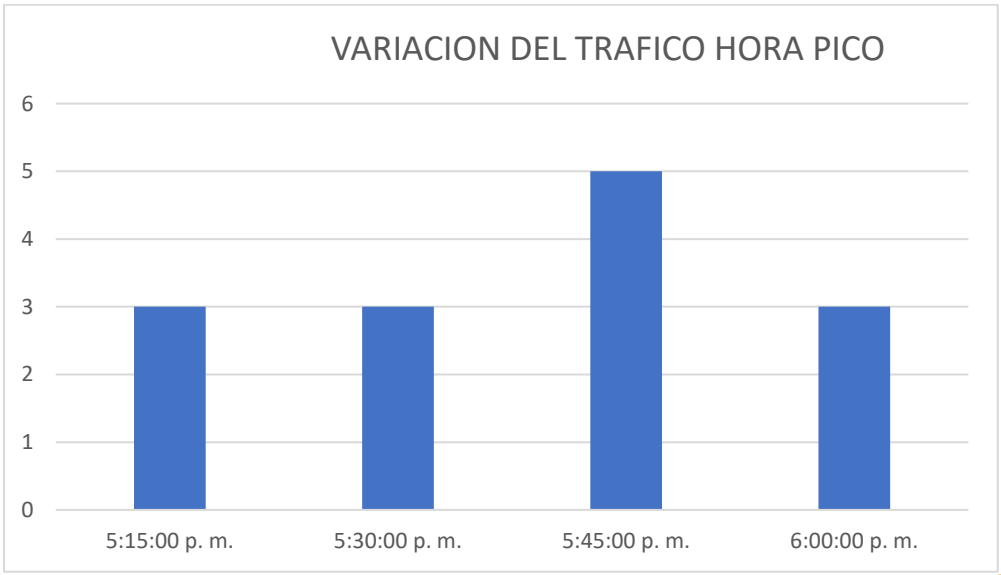
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 05:00 pm – 06:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 26. Demanda máxima.

VHMD	14veh/hr
HORA	5-6

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 20. Variación del volumen de tránsito en un día en la cra. 16b entre calles 29 y 38.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

Tabla 27. Volumen horario máximo en la cra. 16b entre calles 29 y 38.

HORA	VOLUMEN
5:15:00 p. m.	3
5:30:00 p. m.	3
5:45:00 p. m.	5
6:00:00 p. m.	3

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 1.170, valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

5.2.3.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para el barrio El Edén II*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía del tramo vial a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda calle 29, vía colectora de la ciudad, con base en esto se asume un porcentaje medio de tránsito atraído, por lo cual, se establece que una vez la vía sea pavimentada es del 23% del tránsito existente. Así mismo, se establece que el transito generado es del 20% del tránsito existente, debido a las mismas razones del tránsito atraído.

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la carrera 15b entre calles 29 y 34:

Tabla 28. Tránsito inicial en la carrera 15b entre calles 29 y 34.

Aforo Cra 15B Cll 29 y 34				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	121	28	24	173
T_i año base				**173**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 33.88%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 29. Número de ejes equivalentes según PCA en la en la carrera 15b entre calles 29 y 34.

Tránsito promedio diario [TPD]	173
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	173
2025	180
2026	187
2027	195
2028	202
2029	210
2030	219
2031	228
2032	237
2033	246
2034	256
2035	266
2036	277
2037	288
2038	300
2039	312
2040	324
2041	337
2042	350
2043	364
2044	379
TPD futuro	**5358**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO

Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	66.12	3542	0	794,435
C2P	20.66	1107	0.41	
C2G	9.92	531	4.40	
C3	3.31	177	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS

Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	202,008		202,008				
C2G		96,995		96,995			
C3		32,364				32,364	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	**202,008**	**129,360**	**202,008**	**96,995**	**0**	**32,364**	**0**

Número de vehículos en el periodo de diseño

Vehículo	Cantidad
C2P	202008
C2G	96995
C3	32364
C2S3	0
C3S3	0

Para la carrera 16b entre calles 29 y 38 tenemos:

Tabla 30. Tránsito inicial en la carrera 16b entre calles 29 y 38.

Aforo Cra 16B Cll 29 y 38				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	117	27	23	167
T_i año base				**167**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 31.62%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 31. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 16b entre calles 29 y 38.

Tránsito promedio diario [TPD]	167
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	167
2025	174
2026	181
2027	188
2028	195
2029	203
2030	211
2031	220
2032	229
2033	238
2034	247
2035	257
2036	267
2037	278
2038	289
2039	301
2040	313
2041	325
2042	338
2043	352
2044	366
TPD futuro	**5172**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	68.38	3537	0	509,690
C2P	21.37	1105	0.41	
C2G	10.26	531	4.40	
C3	0.00	0	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	201,704		201,704				
C2G		96,840		96,840			
C3		0				0	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	201,704	96,840	201,704	96,840	0	0	0

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	Cantidad
C2P	201704
C2G	96840
C3	0
C2S3	0
C3S3	0

5.2.4 Barrio San José

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en el barrio San José, sobre los tramos Cra 16C entre las Calles 38 y 39, Cra 18 entre las Calles 38 y 39, Cra 20 entre las Calles 38 y 39, Cra 22 entre las Calles 29 y 38 y Calle 39 entre la Cra 22 y Calle 29.

Tabla 32. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 16c entre calles 38 y 39.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024	
AUTOMOVIL	31	32	27	30
BUS	0	0	0	0
C2P	15	16	14	15
C2G	5	8	8	7
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**51**	**56**	**49**	**52**

Luego tenemos:
TPDs= 52 veh/día

Tabla 33. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 18 entre calles 38 y 39.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024	
AUTOMOVIL	21	20	18	20
BUS	0	0	0	0
C2P	5	6	4	5
C2G	8	6	6	7
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**34**	**32**	**28**	**32**

Luego tenemos:
TPDs= 32 veh/día

Tabla 34. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 20 entre calles 38 y 39

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024	
AUTOMOVIL	30	28	30	30
BUS	0	0	0	0
C2P	7	6	7	7
C2G	7	6	9	8
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**44**	**40**	**46**	**45**

Luego tenemos:
TPDs= 45 veh/día

Tabla 35. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 22 entre calles 38 y 39

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024	
AUTOMOVIL	22	22	20	22
BUS	0	0	0	0
C2P	11	9	10	10
C2G	8	7	10	9
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**41**	**38**	**40**	**41**

Luego tenemos:
TPDs= 41 veh/día

Tabla 36. Resumen de aforo vehicular realizado en la calle 39 entre carrera 22 y calle 29

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024	
AUTOMOVIL	43	45	46	45
BUS	0	0	0	0
C2P	23	17	19	20
C2G	12	13	10	12
C-3	6	3	3	4
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**84**	**78**	**78**	**81**

Luego tenemos:
TPDs= 81 veh/día

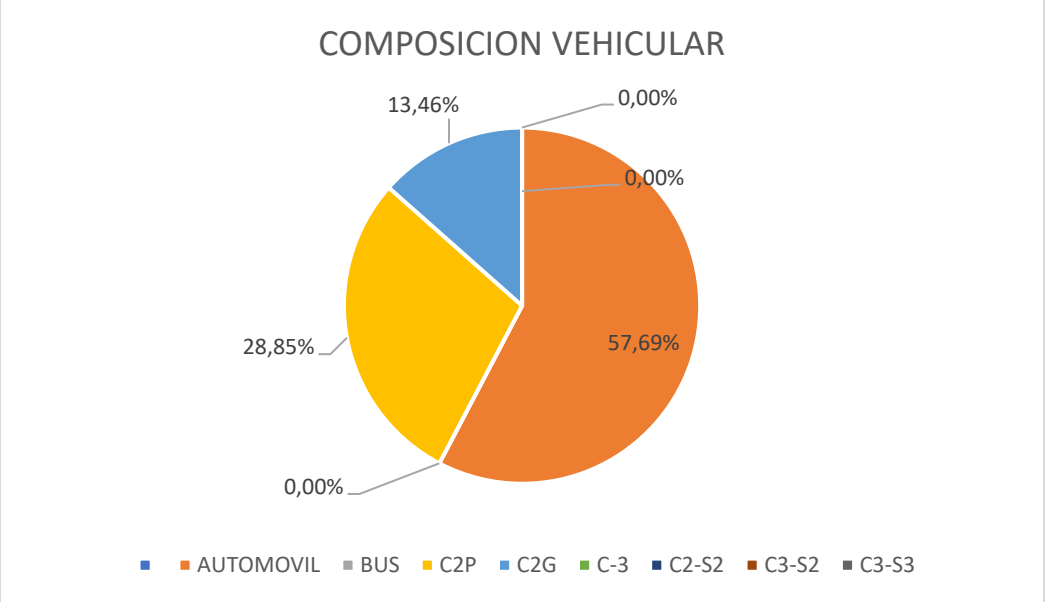
5.2.4.1 *Composición vehicular barrio San José.*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, la composición vehicular de los tramos correspondientes,

Tabla 37. Composición vehicular carrera 16c entre calle 38-39.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024		
AUTOMOVIL	31	32	27	30	57,69%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	15	16	14	15	28,85%
C2G	5	8	8	7	13,46%
C-3	0	0	0	0	0,00%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**51**	**56**	**49**	**52**	**100%**

Gráfica 21. Composición vehicular carrera 16c entre calle 38-39.

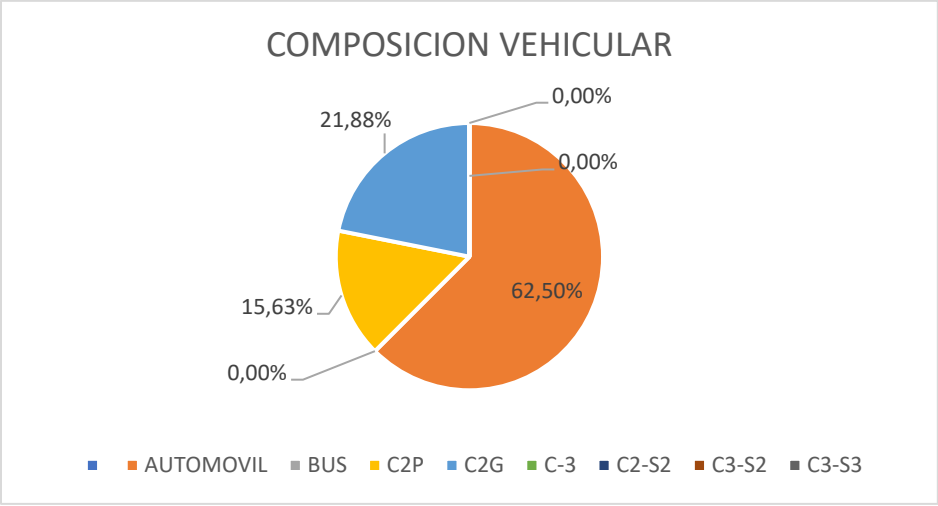


En la vía carrera 16c entre calles 38 y 39, donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 57.69%, seguido de vehículos camiones con un 42.31%, por otra parte, se tiene que no hay flujo de buses.

Tabla 38. Composición vehicular carrera 18 entre calle 38-39

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024		
AUTOMOVIL	21	20	18	20	62,50%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	5	6	4	5	15,63%
C2G	8	6	6	7	21,88%
C-3	0	0	0	0	0,00%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
MOTO	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**34**	**32**	**28**	**32**	**100%**

Gráfica 22. Composición vehicular Cra. 18 entre calles 38 y 39.

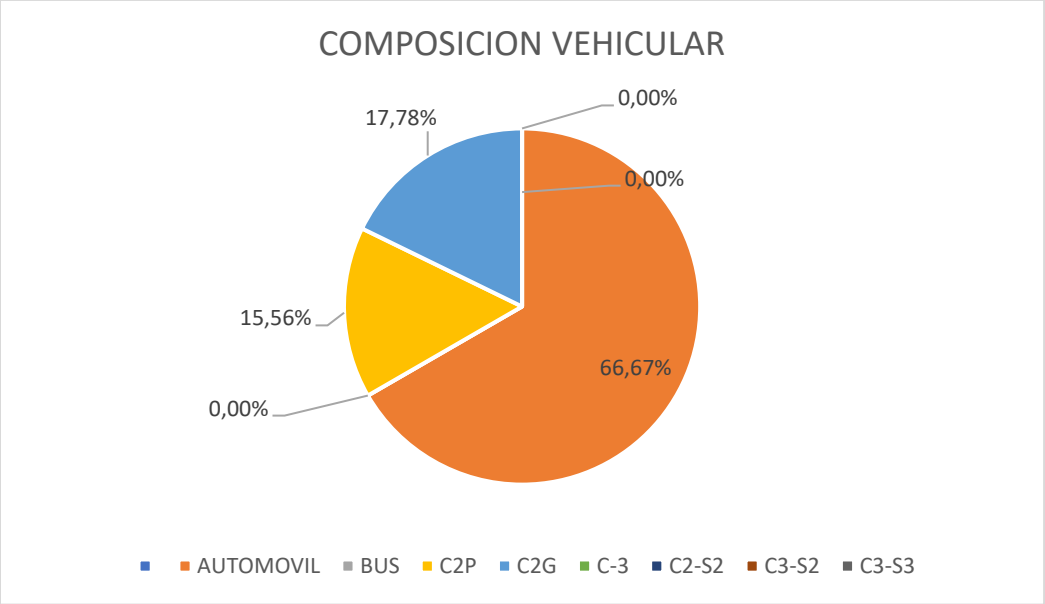


En la vía carrera 18 entre calles 38 y 39, donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 62.5%, seguido de vehículos camiones con un 37.5%, por otra parte, se tiene que no hay flujo de buses.

Tabla 39. Composición vehicular carrera 20 entre calle 38-39

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024		
AUTOMOVIL	30	28	30	30	66,67%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	7	6	7	7	15,56%
C2G	7	6	9	8	17,78%
C-3	0	0	0	0	0,00%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**44**	**40**	**46**	**45**	**100%**

Gráfica 23. Composición vehicular Cra. 18 entre calles 38 y 39.

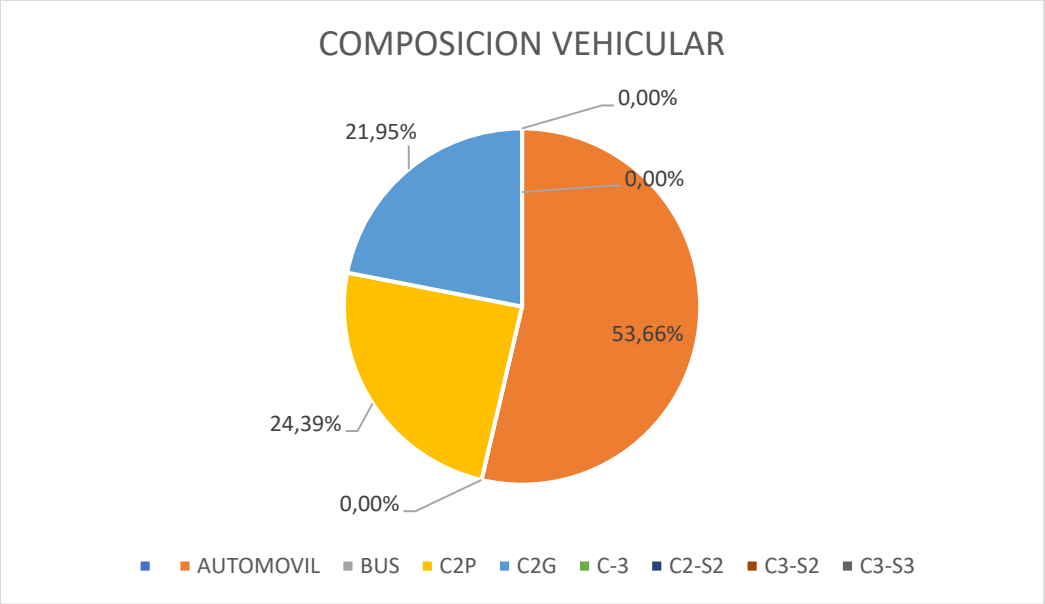


En la vía carrera 20 entre calles 38 y 39, donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 66.67%, seguido de vehículos camiones con un 33.33%, por otra parte, se tiene que no hay flujo de buses.

Tabla 40. Composición vehicular carrera 22 entre calle 29 y 38

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024		
AUTOMOVIL	22	22	20	22	53,66%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	11	9	10	10	24,39%
C2G	8	7	10	9	21,95%
C-3	0	0	0	0	0,00%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**41**	**38**	**40**	**41**	**100%**

Gráfica 24. Composición vehicular Cra. 22 entre calles 29 y 38.

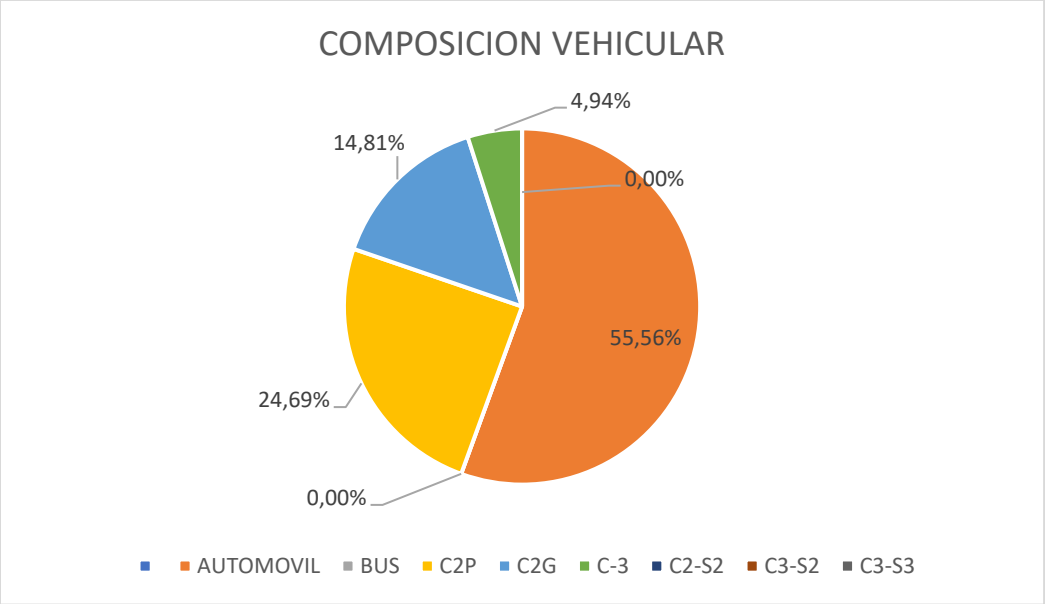


En la vía carrera 22 entre calles 29 y 38, donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 53.7%, seguido de vehículos camiones con un 46.34%, por otra parte, se tiene que no hay flujo de buses.

Tabla 41. Composición vehicular calle 39 entre carrera 22 y calle 29

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024		
AUTOMOVIL	43	45	46	45	55,56%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	23	17	19	20	24,69%
C2G	12	13	10	12	14,81%
C-3	6	3	3	4	4,94%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**84**	**78**	**78**	**81**	**100%**

Gráfica 25. Composición vehicular calle 39 entre carrera 22 y calle 29.



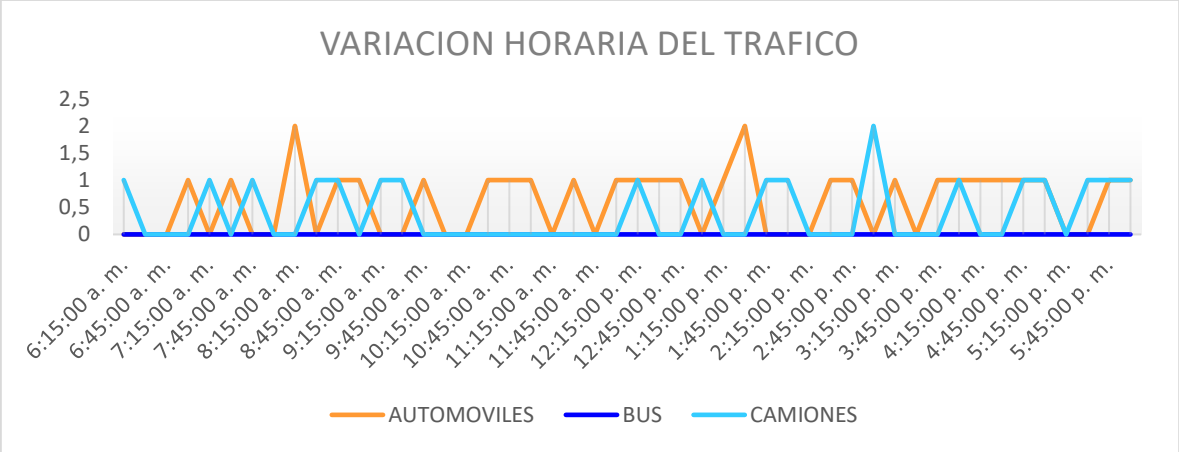
En la vía calle 39 entre carrera 22 y calle 29, donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 55.56%, seguido de vehículos camiones con un 44.44%, por otra parte, se tiene que no hay flujo de buses

5.2.4.2 *Variación horaria del volumen de tránsito del barrio San José*

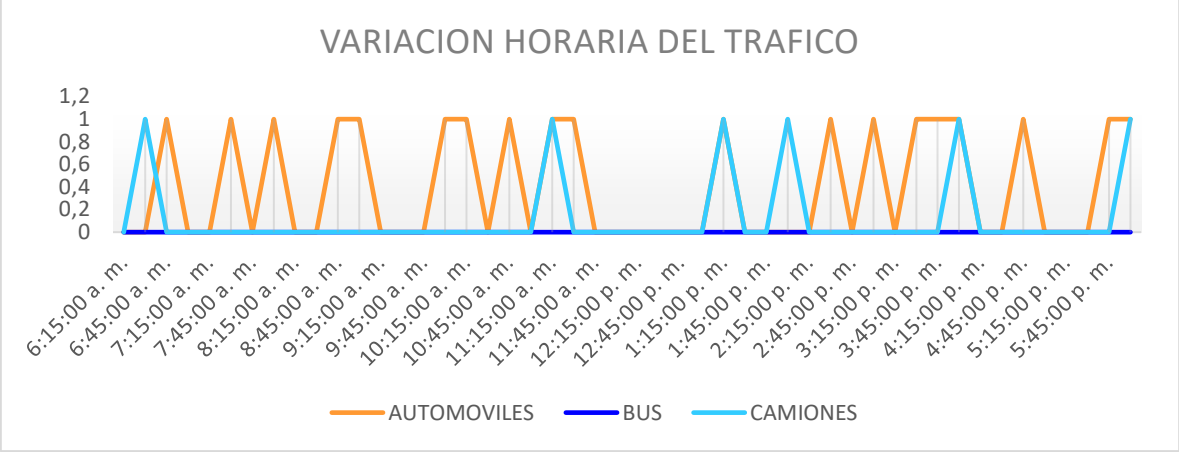
Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la carrera 16c entre calles 38 y 39 fue el 27 de agosto, por su parte, en las carreras 18 y 22 entre calles 38 y 39, y en la calle 39 entre carrera 22 y calle 29 fue el 26 de agosto; para la carrera 20 entre calles 38 y 39 fue el31 de agosto. A continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

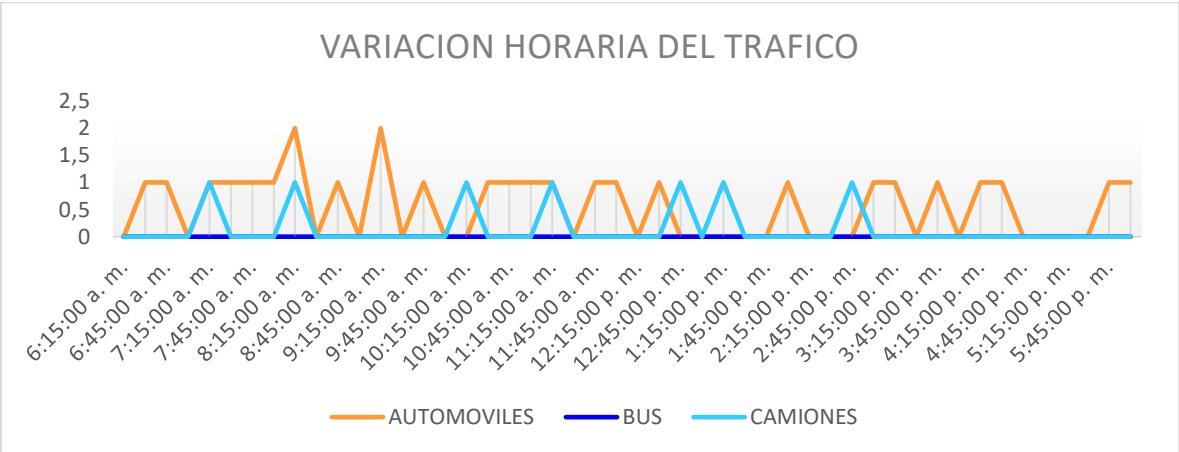
Gráfica 26. Variación horaria del volumen de tránsito de la carrera 16c entre calles 38 y 39.



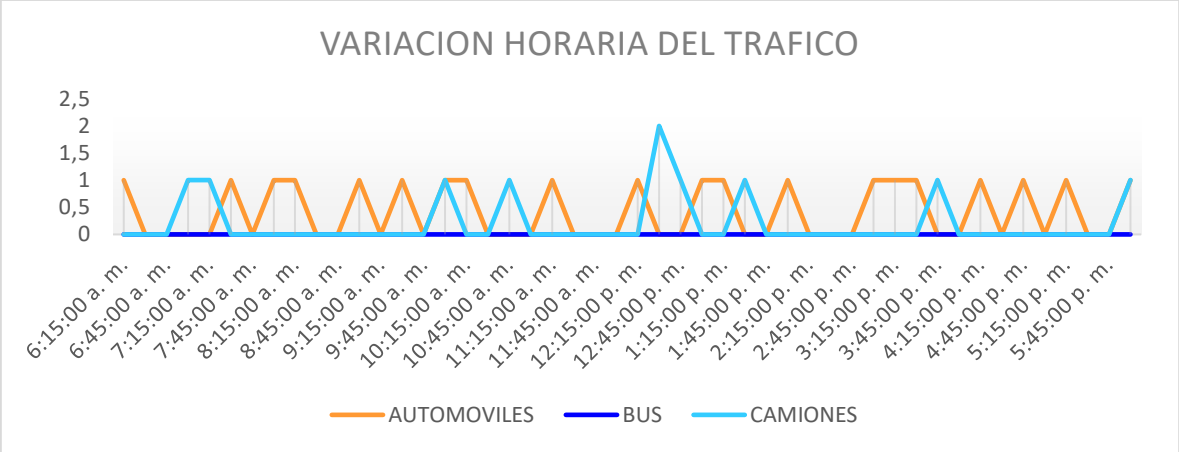
Gráfica 27. Variación horaria del volumen de tránsito de la carrera 18 entre calles 38 y 39



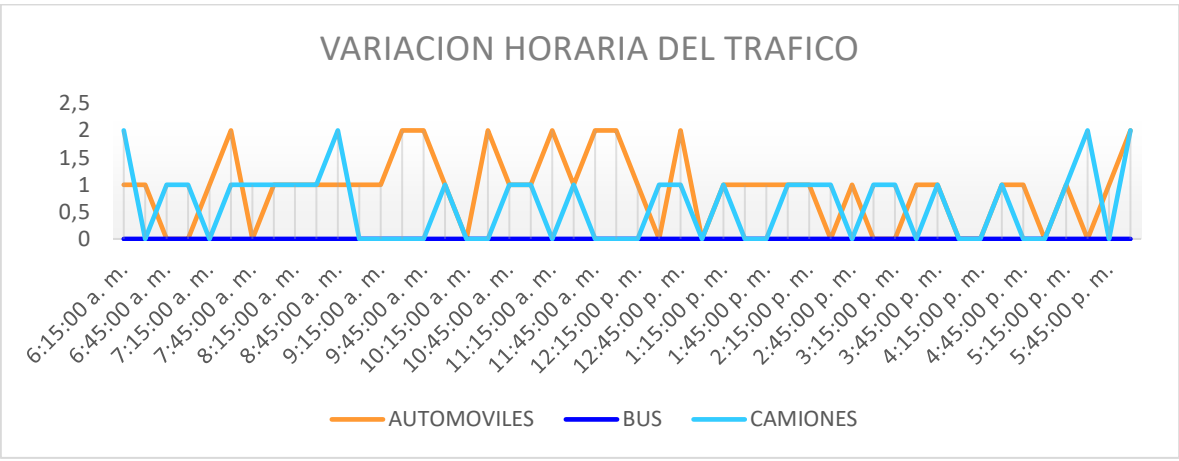
Gráfica 28. Variación horaria del volumen de tránsito de la carrera 20 entre calles 38 y 39



Gráfica 29. Variación horaria del volumen de tránsito de la carrera 22 entre calles 29 y 38



Gráfica 30. Variación horaria del volumen de tránsito en la calle 39 entre carrera 22 y calle 29



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan por los tramos son los automóviles y camiones, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso, los antes mencionados.

5.2.4.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda del barrio San José*.

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.

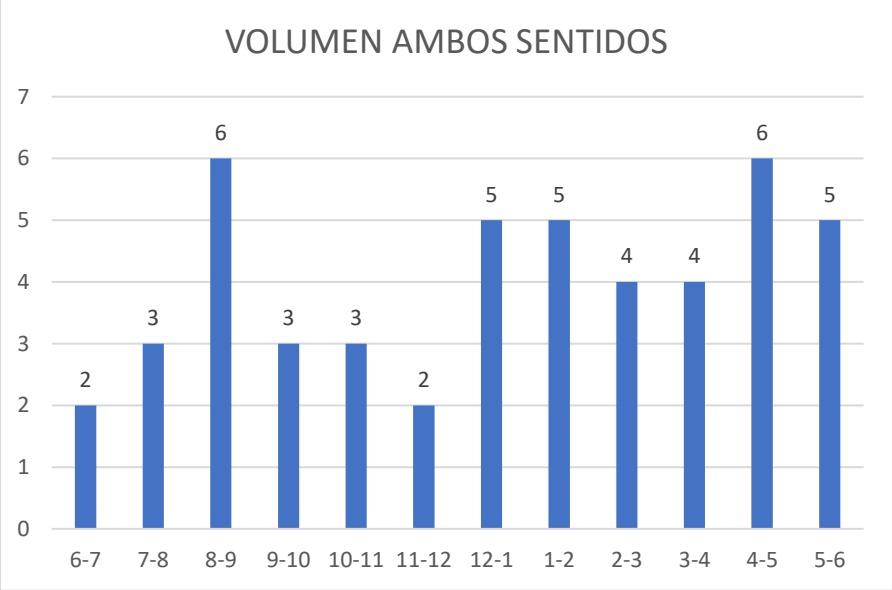
Matemáticamente esto se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \qquad (6)$$

Dónde,
FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.
VHMD: Volumen horario de máxima demanda.
Qmáx: Volumen máximo.
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 31. Variación del volumen de tránsito en un día en la carrera 16C entre calles 38 y 39.



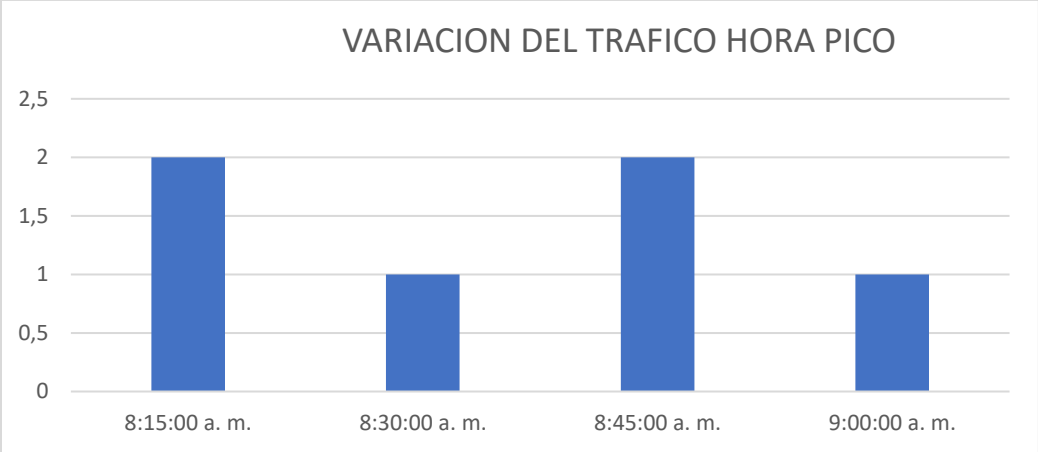
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 08:00 am – 09:00 am y su volumen horario es:

Tabla 42. Demanda máxima.

VHMD	6veh/hr
HORA	8-9

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 32. Variación del volumen de tránsito en un día en la en la carrera 16C entre calles 38 y 39



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

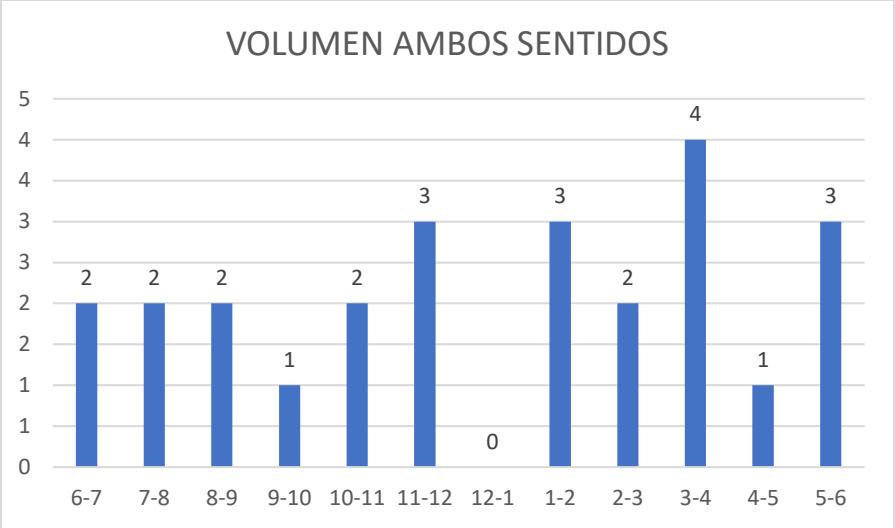
Tabla 43. Volumen horario máximo en carrera 16C entre calles 38 y 39.

HORA	VOLUMEN
8:15:00 a. m.	2
8:30:00 a. m.	1
8:45:00 a. m.	2
9:00:00 a. m.	1

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.50, valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

Para la carrera 18 entre calles 38 y 39, tenemos que:

Gráfica 33. Variación del volumen de tránsito en un día en la cra. 18 entre calles 38 y 39.



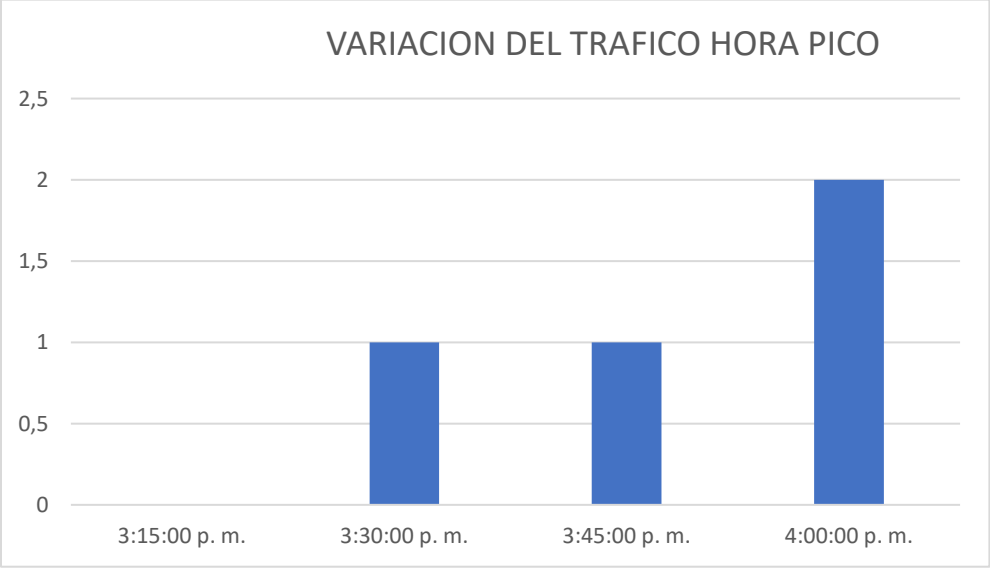
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 03:00 pm – 04:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 44. Demanda máxima.

VHMD	4veh/hr
HORA	3-4

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 34. Variación del volumen de tránsito en un día en la cra. 18 entre calles 38 y 39.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

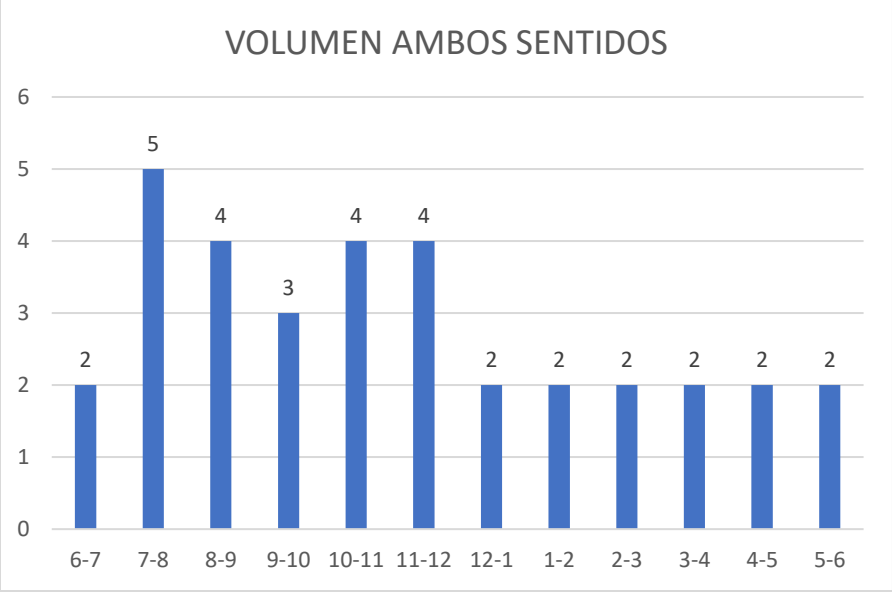
Tabla 45. Volumen horario máximo en la cra. 18 entre calles 38 y 39.

HORA	VOLUMEN
3:15:00 p. m.	0
3:30:00 p. m.	1
3:45:00 p. m.	1
4:00:00 p. m.	2

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.33, valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

Para la carrera 20 entre calles 38 y 39, tenemos que:

Gráfica 35. Variación del volumen de tránsito en un día en la cra. 20 entre calles 38 y 39.



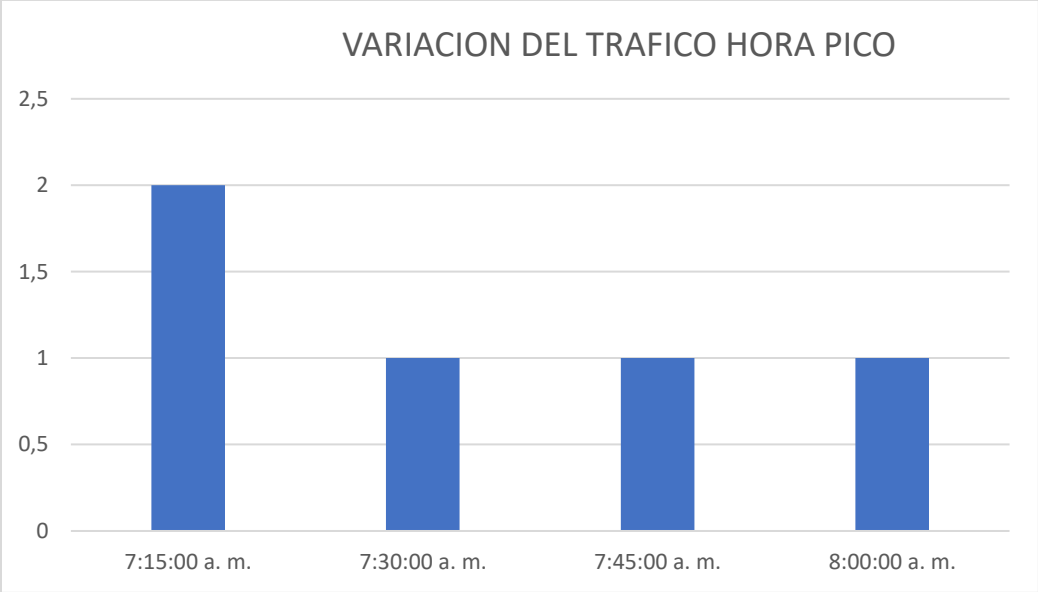
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 07:00 am – 08:00 am y su volumen horario es:

Tabla 46. Demanda máxima.

VHMD	5veh/hr
HORA	7-8

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 36. Variación del volumen de tránsito en un día en la cra. 20 entre calles 38 y 39.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

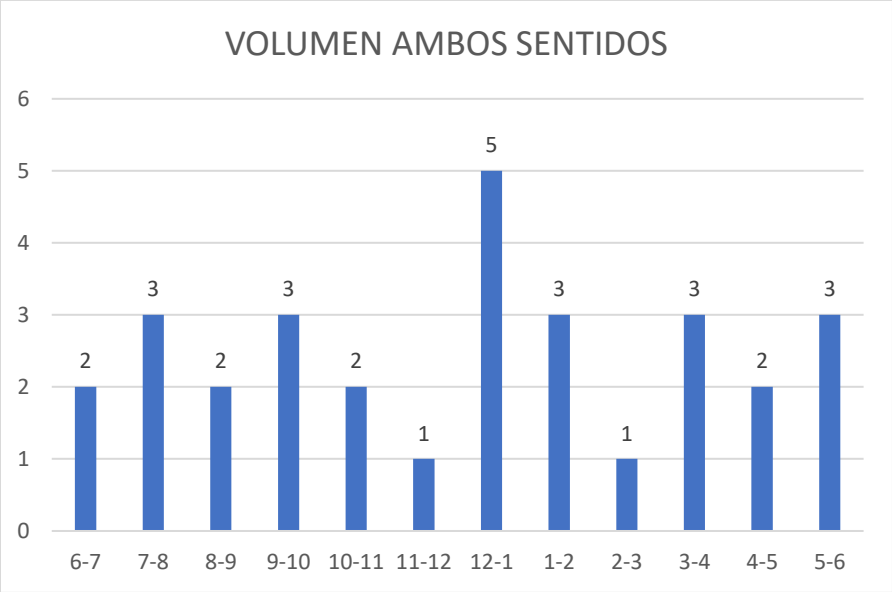
Tabla 47. Volumen horario máximo en la cra. 20 entre calles 38 y 39.

HORA	VOLUMEN
7:15:00 a. m.	2
7:30:00 a. m.	1
7:45:00 a. m.	1
8:00:00 a. m.	1

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.42, valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

Para la carrera 22 entre calles 29 y 38, tenemos que:

Gráfica 37. Variación del volumen de tránsito en un día en la cra. 22 entre calles 29 y 38.



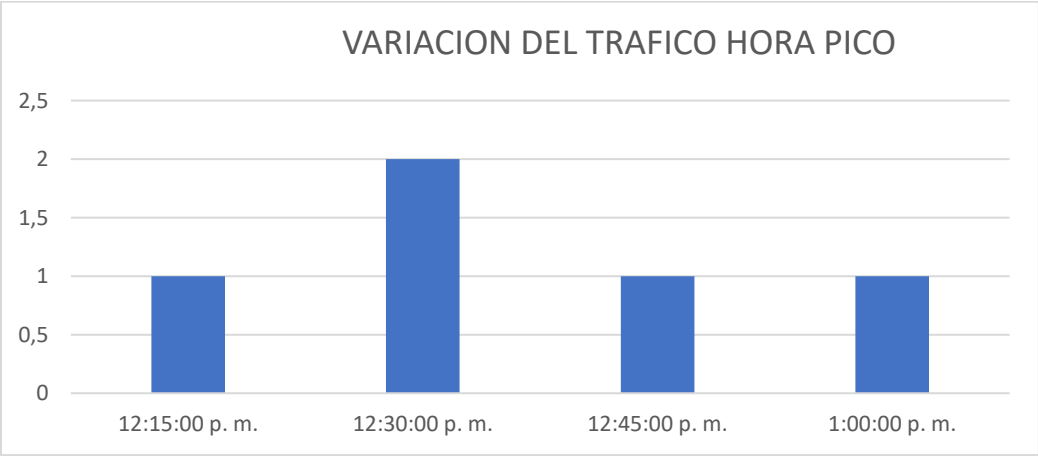
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 12:00 pm – 01:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 48. Demanda máxima.

VHMD	5veh/hr
HORA	12-1

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 38. Variación del volumen de tránsito en un día en la cra. 22 entre calles 29 y 38.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

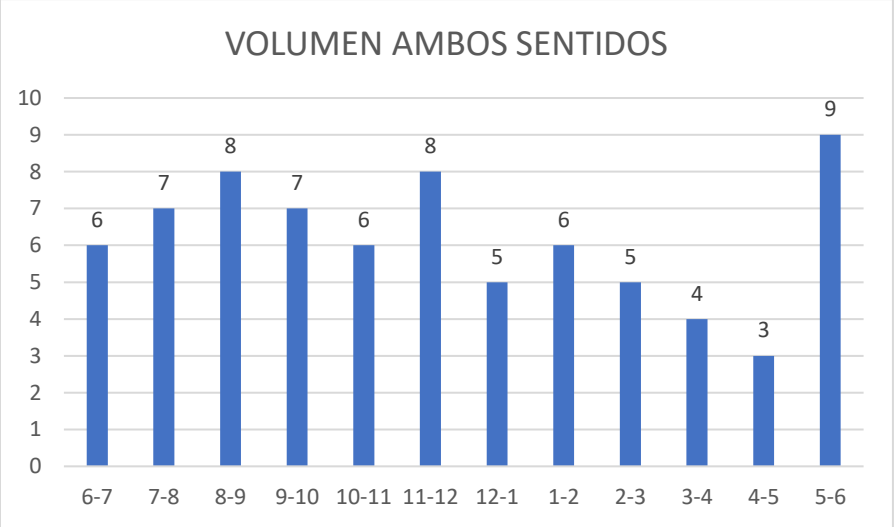
Tabla 49. Volumen horario máximo en la cra. 22 entre calles 29 y 38.

HORA	VOLUMEN
12:15:00 p. m.	1
12:30:00 p. m.	2
12:45:00 p. m.	1
1:00:00 p. m.	1

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.42, valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

Para calle 39 entre carrera 22 y calle 29, tenemos que:

Gráfica 39. Variación del volumen de tránsito en un día en la calle 39 entre carrera 22 y calle 29.



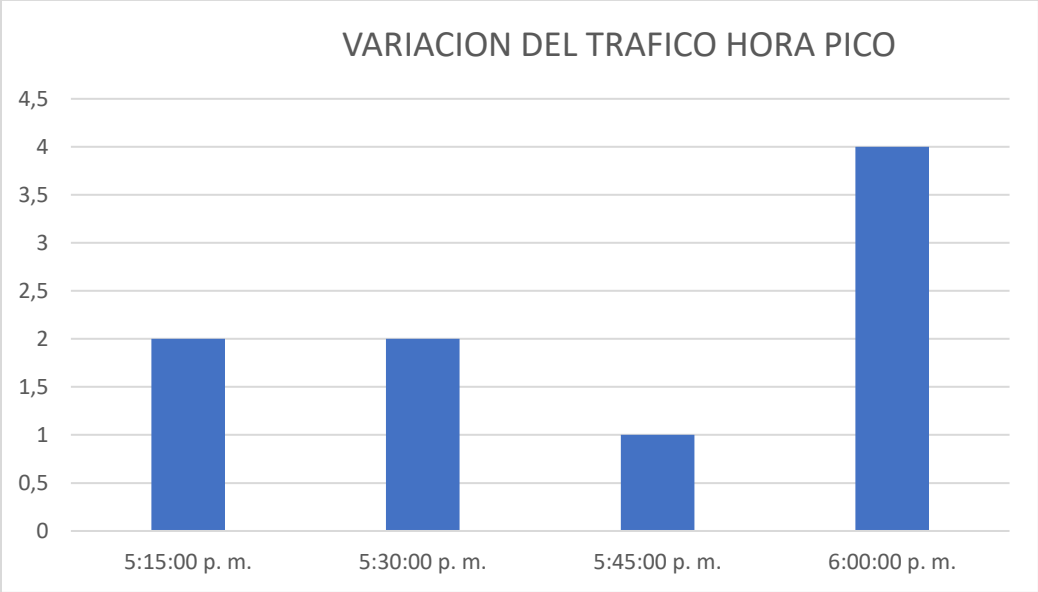
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 05:00 pm – 06:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 50. Demanda máxima.

VHMD	9veh/hr
HORA	5-6

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 40. Variación del volumen de tránsito en un día en la calle 39 entre carrera 22 y calle 29.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

Tabla 51. Volumen horario máximo en la cra. 18 entre calles 38 y 39.

HORA	VOLUMEN
5:15:00 p. m.	2
5:30:00 p. m.	2
5:45:00 p. m.	1
6:00:00 p. m.	4

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.75, valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

5.2.4.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para el barrio San José*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía del tramo vial a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda con la calle 29, vía colectora de la ciudad, con base en esto se asume un porcentaje medio de tránsito atraído, por lo cual, se establece que una vez la vía sea pavimentada es del 23% del tránsito existente. Así mismo, se establece que el transito generado es del 20% del tránsito existente, debido a las mismas razones del tránsito atraído.

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la carrera 16c entre calles 38 y 39:

Tabla 52. Tránsito inicial en la carrera 16c entre calles 38 y 39.

Aforo cra 16C entre calles 38 y 39				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	52	12	10	74
T_i año base				**74**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 42.31%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 53. Número de ejes equivalentes según PCA en la en la carrera 16c entre calles 38 y 39.

Tránsito promedio diario [TPD]	74
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	74
2025	77
2026	80
2027	83
2028	87
2029	90
2030	94
2031	97
2032	101
2033	105
2034	110
2035	114
2036	118
2037	123
2038	128
2039	133
2040	139
2041	144
2042	150
2043	156
2044	162
TPD futuro	**2292**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	57.69	1322	0	297,705
C2P	28.85	661	0.41	
C2G	13.46	308	4.40	
C3	0.00	0	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	120,662		120,662				
C2G		56,295		56,295			
C3		0				0	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	120,662	56,295	120,662	56,295	0	0	0

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	Cantidad
C2P	120662
C2G	56295
C3	0
C2S3	0
C3S3	0

Para la carrera 18 entre calles 38 y 39 tenemos:

Tabla 54. Tránsito inicial en la carrera 18 entre calles 38 y 39.

Aforo Cra 18 entre calles 38 y 39				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	32	7	6	45
T_i año base				**45**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 37.50%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 55. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 18 entre calles 38 y 39.

Tránsito promedio diario [TPD]	45
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	45
2025	47
2026	49
2027	51
2028	53
2029	55
2030	57
2031	59
2032	62
2033	64
2034	67
2035	69
2036	72
2037	75
2038	78
2039	81
2040	84
2041	88
2042	91
2043	95
2044	99
TPD futuro	**1394**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	**%**	**Cantidad**	**Factor Daño**	**Ejes equivalentes de 8.2 ton**
Autos	62.50	871	0	**261,304**
C2P	15.63	218	0.41	
C2G	21.88	305	4.40	
C3	0.00	0	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	**Eje Simple Rueda Simple**		**Eje Simple Rueda Doble**		**Eje Tándem**		**Eje Trídem**
	3.1	**6**	**6.6**	**11**	**21**	**22**	**24**
C2P	39,752		39,752				
C2G		55,648		55,648			
C3		0				0	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	**39,752**	**55,648**	**39,752**	**55,648**	**0**	**0**	**0**

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	**Cantidad**
C2P	39752
C2G	55648
C3	0
C2S3	0
C3S3	0

Para la carrera 20 entre calles 38 y 39 tenemos:

Tabla 56. Tránsito inicial en la carrera 20 entre calles 38 y 39.

Aforo Cra 20 entre calles 38 y 39				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	45	10	9	64
T_i año base				**64**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 33.33%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 57. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 20 entre calles 38 y 39.

Tránsito promedio diario [TPD]	64
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	64
2025	67
2026	69
2027	72
2028	75
2029	78
2030	81
2031	84
2032	88
2033	91
2034	95
2035	99
2036	102
2037	107
2038	111
2039	115
2040	120
2041	125
2042	130
2043	135
2044	140
TPD futuro	**1982**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	66.67	1321	0	306,283
C2P	15.56	308	0.41	
C2G	17.78	352	4.40	
C3	0.00	0	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	56,284		56,284				
C2G		64,314		64,314			
C3		0				0	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	56,284	64,314	56,284	64,314	0	0	0

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	Cantidad
C2P	56284
C2G	64314
C3	0
C2S3	0
C3S3	0

Para la carrera 22 entre calles 29 y 38 tenemos:

Tabla 58. Tránsito inicial en la carrera 22 entre calles 29 y 38.

Aforo Cra 22 entre Cll 29 y 38				
objeto	TPDS	T_{at}	TG	T_i
Transito	41	9	8	58
T_i año base				**58**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 46.34%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 59. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 22 entre calles 29 y 38.

Tránsito promedio diario [TPD]	58
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	58
2025	60
2026	63
2027	65
2028	68
2029	71
2030	73
2031	76
2032	79
2033	83
2034	86
2035	89
2036	93
2037	97
2038	100
2039	104
2040	109
2041	113
2042	117
2043	122
2044	127
TPD futuro	**1796**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO

Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	53.66	964	0	349,711
C2P	24.39	438	0.41	
C2G	21.95	394	4.40	
C3	0.00	0	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS

Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	79,953		79,953				
C2G		71,954		71,954			
C3		0				0	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	**79,953**	**71,954**	**79,953**	**71,954**	**0**	**0**	**0**

Número de vehículos en el periodo de diseño

Vehículo	Cantidad
C2P	79953
C2G	71954
C3	0
C2S3	0
C3S3	0

Para la calle 39 entre carrera 22 y calle 29, tenemos:

Tabla 60. Tránsito inicial en la calle 39 entre carrera 22 y calle 29.

Aforo Cll 39 entre Cra 22 y Cll 29				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	81	19	16	116
T_i año base				**116**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 44.44%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 61. Número de ejes equivalentes según PCA en la calle 39 entre carrera 22 y calle 29.

Tránsito promedio diario [TPD]	116
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	116
2025	121
2026	125
2027	130
2028	136
2029	141
2030	147
2031	153
2032	159
2033	165
2034	172
2035	179
2036	186
2037	193
2038	201
2039	209
2040	217
2041	226
2042	235
2043	244
2044	254
TPD futuro	**3592**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	55.56	1996	0	778,440
C2P	24.69	887	0.41	
C2G	14.81	532	4.40	
C3	4.94	177	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	161,872		161,872				
C2G		97,097		97,097			
C3		32,388				32,388	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	161,872	129,485	161,872	97,097	0	32,388	0

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	Cantidad
C2P	161872
C2G	97097
C3	32388
C2S3	0
C3S3	0

5.2.5 *Barrios El Mora y Altos de la Floresta*

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en los barrios El Mora y Altos de la Floresta, sobre los tramos Cra 16ª entre las Calles 40 y 41, Cra 15D entre las Calles 40ª y 40B, y, Cra 15C entre las Calles 40ª y 41. Anexo al presente informe se encuentran los formatos de campo diligenciados.

Tabla 62. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 16A entre calles 40 y 41.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024	
AUTOMOVIL	52	54	57	55
BUS	0	0	0	0
C2P	34	37	33	35
C2G	11	10	12	11
C-3	2	1	2	2
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**99**	**102**	**104**	**103**

Luego tenemos:
TPDs= 103 veh/día

Tabla 63. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 15D entre calles 40a y 40b.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024	
AUTOMOVIL	23	26	26	25
BUS	0	0	0	0
C2P	36	40	44	40
C2G	9	9	12	10
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**68**	**75**	**82**	**75**

Luego tenemos:
TPDs= 75 veh/día

Tabla 64. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 15c entre calles 40a y 41.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024	
AUTOMOVIL	23	30	35	30
BUS	0	0	0	0
C2P	26	23	26	25
C2G	8	7	9	8
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**57**	**60**	**70**	**63**

Luego tenemos:
TPDs= 63 veh/día

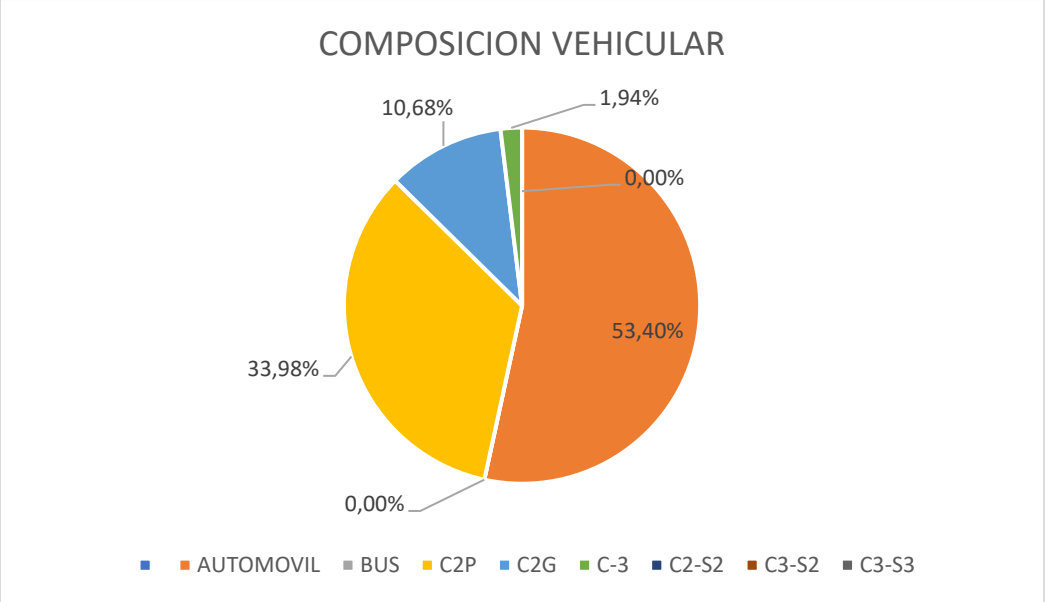
5.2.5.1 *Composición vehicular de barrios El Mora y Altos de La Floresta.*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, la composición vehicular de los tramos correspondientes,

Tabla 65. Composición vehicular carrera 16a entre calles 40 y 41.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024		
AUTOMOVIL	52	54	57	55	53,40%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	34	37	33	35	33,98%
C2G	11	10	12	11	10,68%
C-3	2	1	2	2	1,94%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**99**	**102**	**104**	**103**	**100%**

Gráfica 41. Composición vehicular carrera 16a entre calles 40 y 41.

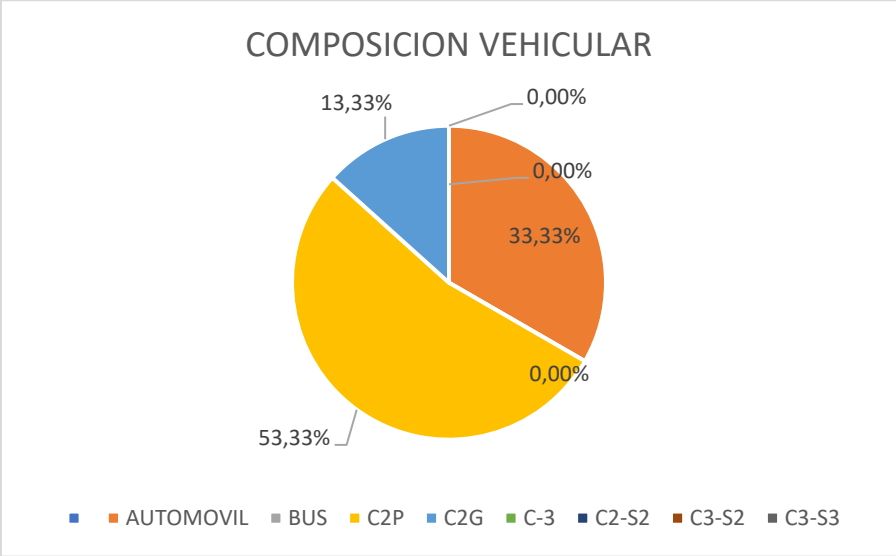


En la vía carrera 16a entre calles 40 y 41, donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 53.4%, seguido de vehículos camiones con un 46.6%, por otra parte, se tiene que no hay flujo de buses.

Tabla 66. Composición vehicular Cra. 15d entre calles 40a y 40b

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024		
AUTOMOVIL	23	26	26	25	33,33%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	36	40	44	40	53,33%
C2G	9	9	12	10	13,33%
C-3	0	0	0	0	0,00%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**68**	**75**	**82**	**75**	**100%**

Gráfica 42. Composición vehicular Cra. 15d entre calles 40a y 40b.

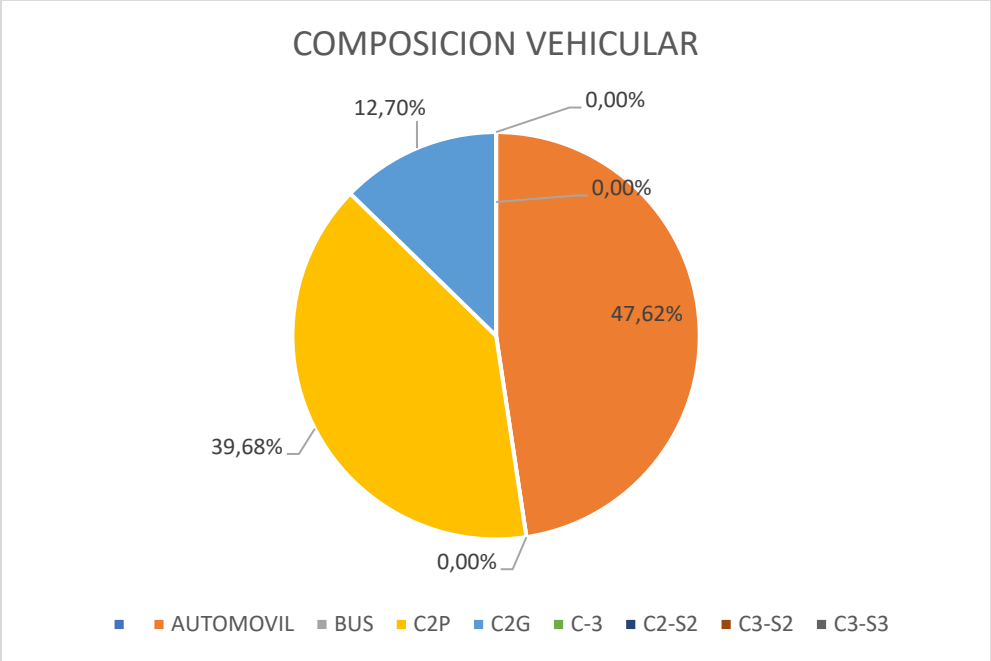


En la vía carrera 15d entre calles 40 y 41, donde se hizo el aforo, predomina el flujo de camiones con un 53.33%, seguido de automóviles con un 33.3%, por otra parte, se tiene que no hay flujo de buses.

Tabla 67. Composición vehicular Cra. 15c entre calles 40a y 41

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/08/2024	27/08/2024	31/08/2024		
AUTOMOVIL	23	30	35	30	47,62%
BUS	0	0	0	0	0,00%
C2P	26	23	26	25	39,68%
C2G	8	7	9	8	12,70%
C-3	0	0	0	0	0,00%
C2-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S2	0	0	0	0	0,00%
C3-S3	0	0	0	0	0,00%
TOTAL	**57**	**60**	**70**	**63**	**100%**

Gráfica 43. Composición vehicular Cra. 15c entre calles 40a y 41.



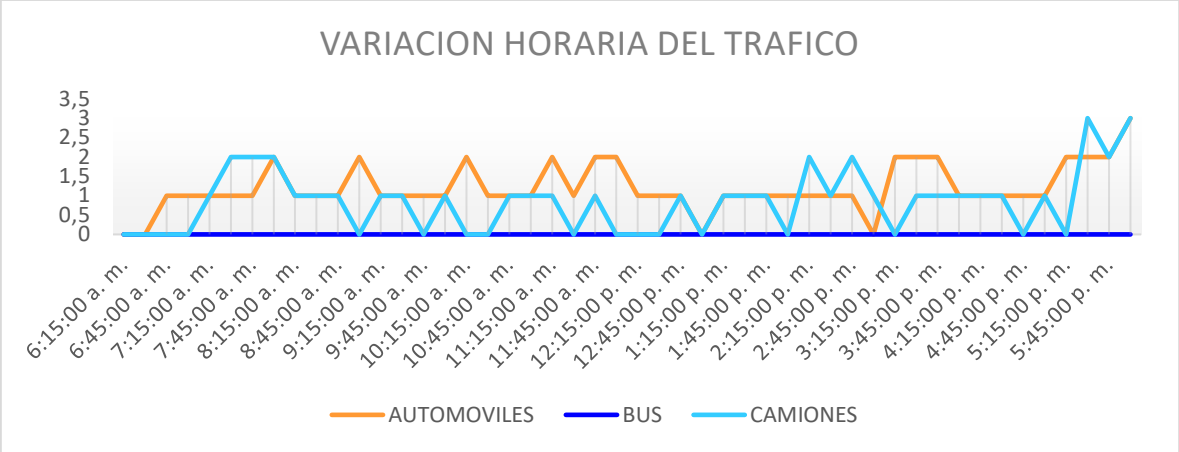
En la vía carrera 15c entre calles 40 y 41, donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 47.62%, seguido de camiones con un 39.68%, por otra parte, se tiene que no hay flujo de buses

5.2.5.2 *Variación horaria del volumen de tránsito de los barrios El Mora y Altos de La Floresta*

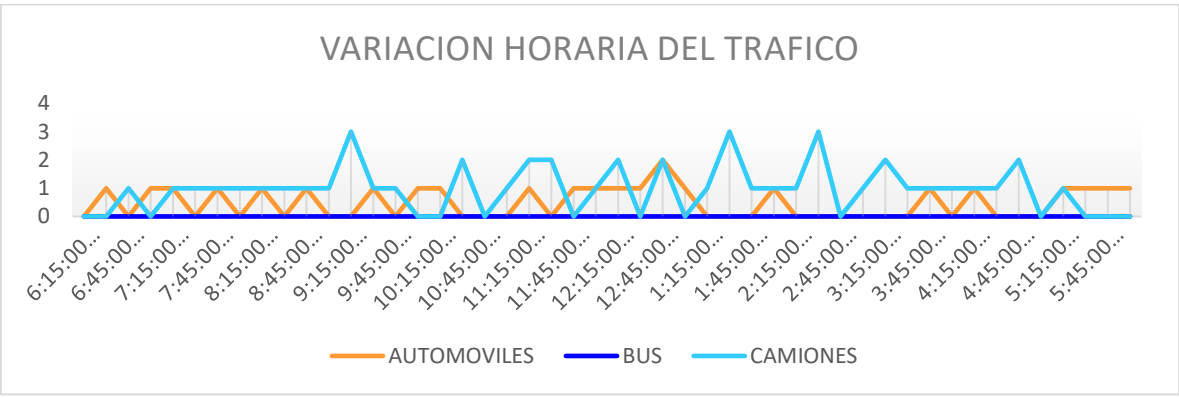
Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en las carreras 16ª y 15c entre calles 40 y 41, fue el 31 de agosto, por otra parte, en la carrera 15d entre calles 40 y 41 fue el 31 de agosto, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

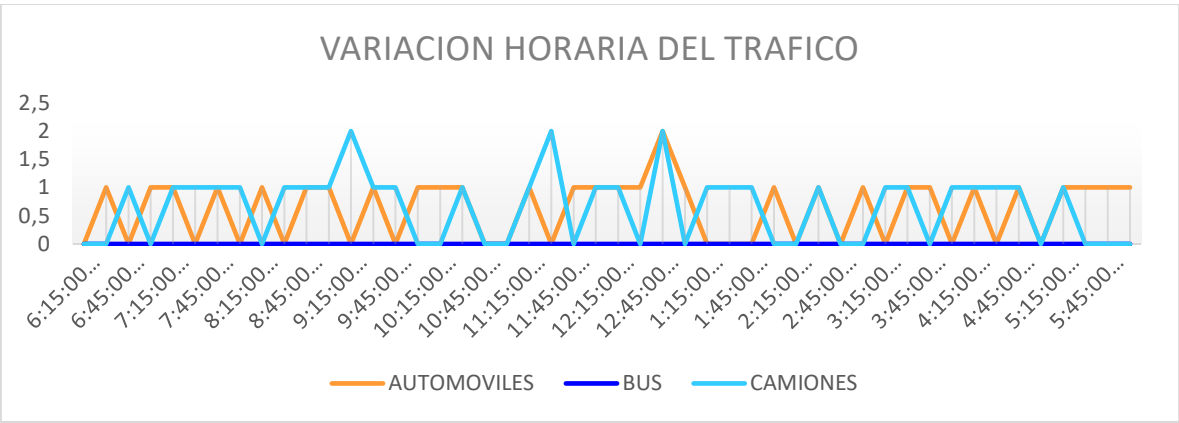
Gráfica 44. Variación horaria del volumen de tránsito de la carrera 16a entre calles 40 y 41.



Gráfica 45. Variación horaria del volumen de tránsito de la carrera 15d entre calles 40a y 40b



Gráfica 46. Variación horaria del volumen de tránsito de la carrera 15c entre calles 40a y 41



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan por ambos tramos son los automóviles y camiones, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso, los antes mencionados.

5.2.5.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de los barrios El Mora y Altos de La Floresta*.

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.

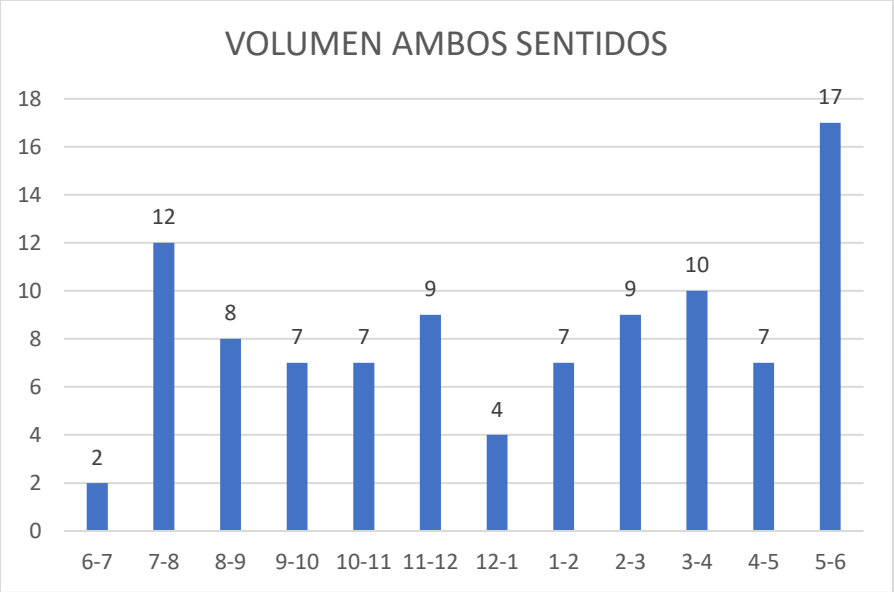
Matemáticamente esto se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \qquad (7)$$

Dónde,
FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.
VHMD: Volumen horario de máxima demanda.
Qmáx: Volumen máximo.
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 47. Variación del volumen de tránsito en un día en la carrera 16a entre calles 40 y 41.



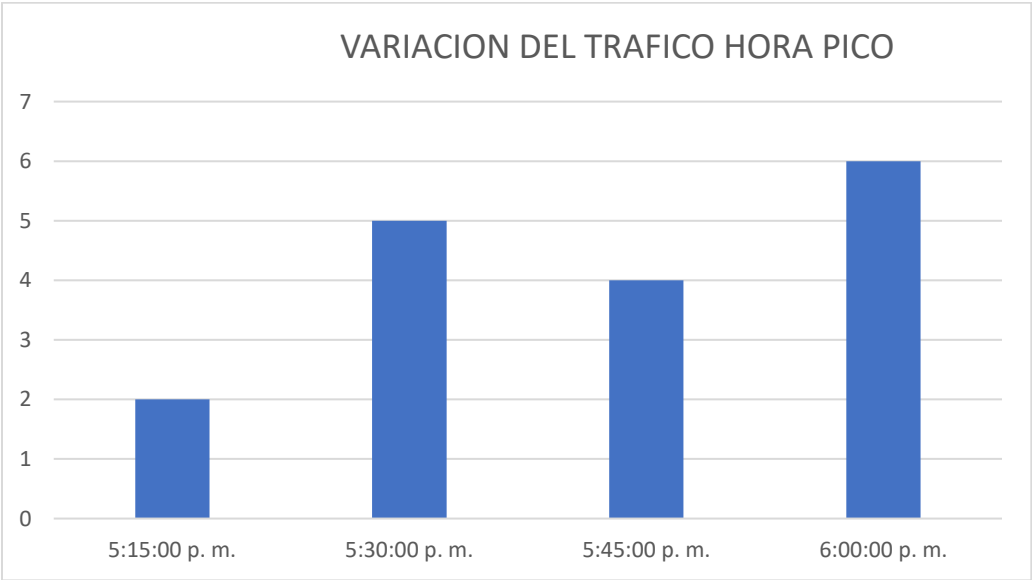
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 05:00 pm – 06:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 68. Demanda máxima.

VHMD	17veh/hr
HORA	5-6

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 48. Variación del volumen de tránsito en un día en la carrera 16a entre calles 40 y 41.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

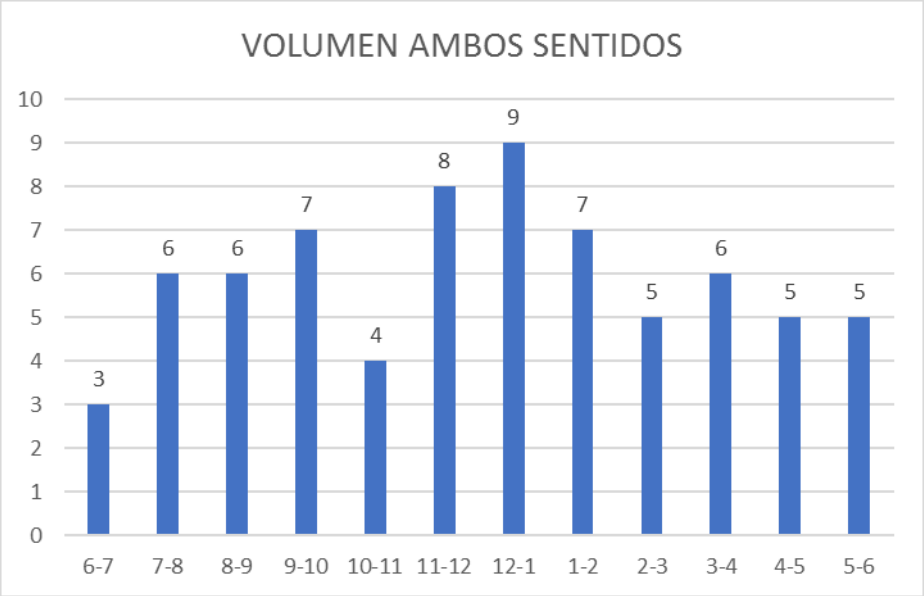
Tabla 69. Volumen horario máximo en carrera 16a entre calles 40 y 41.

HORA	VOLUMEN
5:15:00 p. m.	2
5:30:00 p. m.	5
5:45:00 p. m.	4
6:00:00 p. m.	6

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 1.42, valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

Para la carrera 15d entre calles 40 y 41, tenemos que:

Gráfica 49. Variación del volumen de tránsito en un día en la cra. 15d entre calles 40a y 40b.



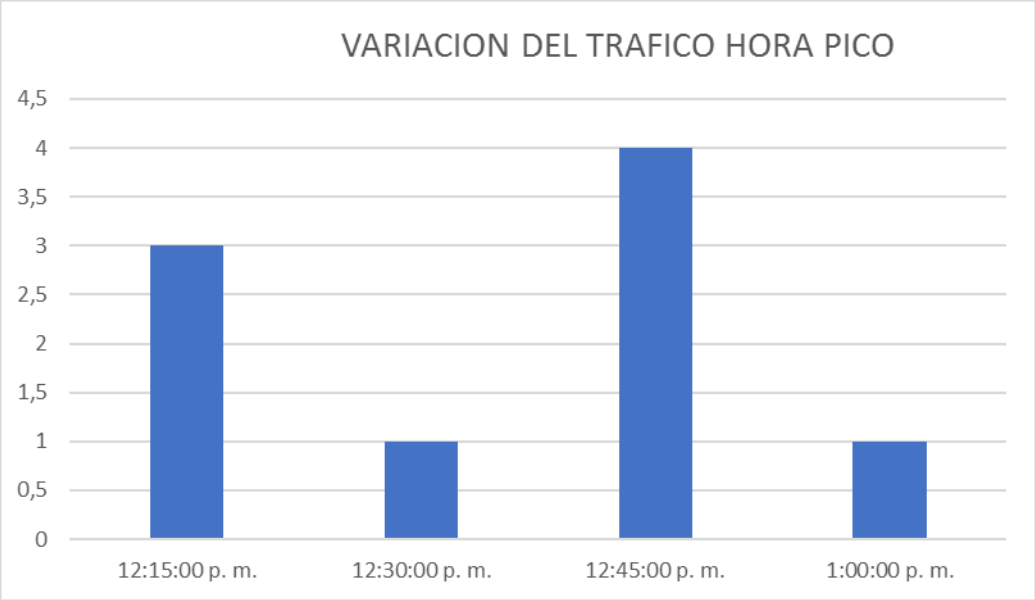
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 12:00 pm – 01:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 70. Demanda máxima.

VHMD	9veh/hr
HORA	12-1

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 50. Variación del volumen de tránsito en un día en la cra. 15d entre calles 40a y 40b.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

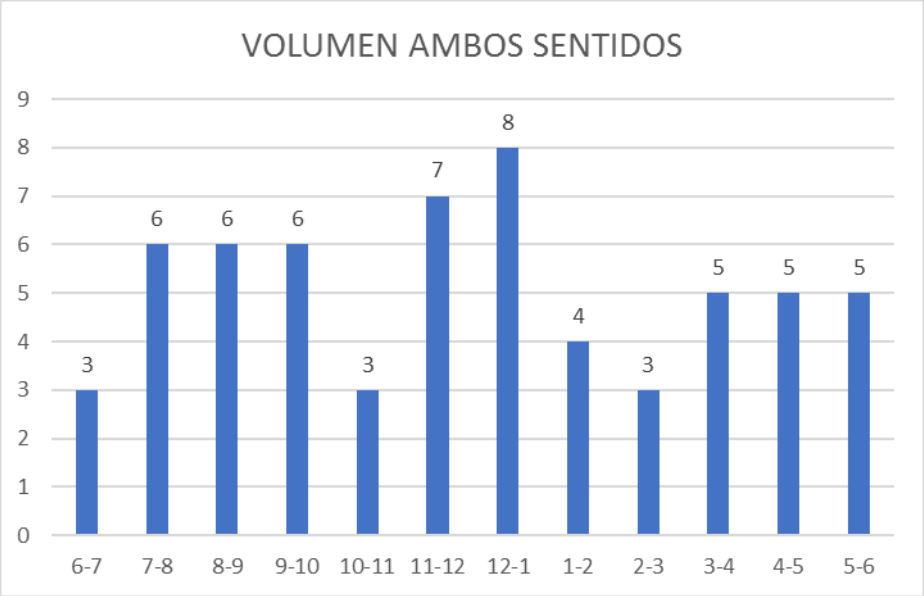
Tabla 71. Volumen horario máximo en la cra. 15d entre calles 40a y 40b.

HORA	VOLUMEN
12:15:00 p. m.	3
12:30:00 p. m.	1
12:45:00 p. m.	4
1:00:00 p. m.	1

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.75, valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

Para la carrera 15c entre calles 40 y 41, tenemos que:

Gráfica 51. Variación del volumen de tránsito en un día en la cra. 15c entre calles 40a y 41.



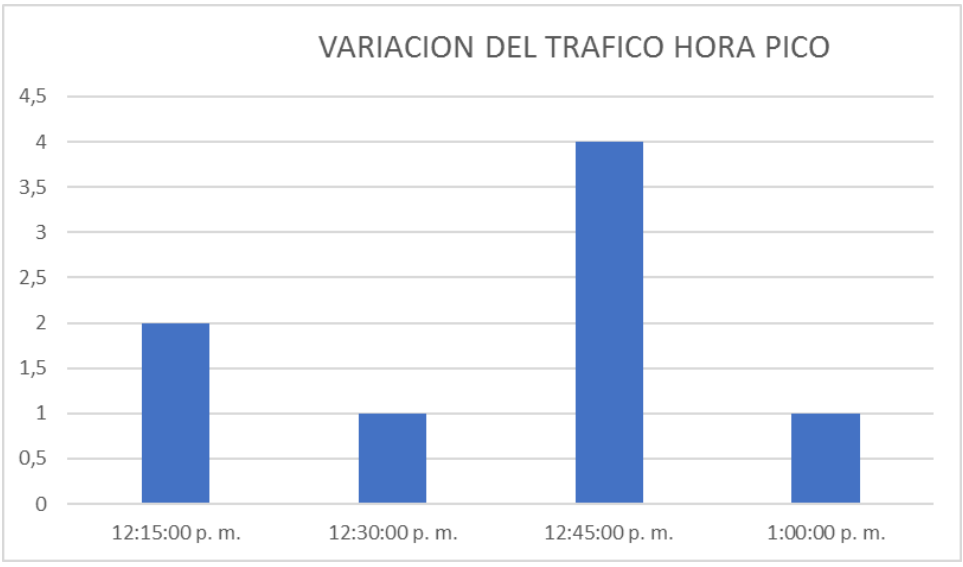
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 12:00 pm – 01:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 72. Demanda máxima.

VHMD	8veh/hr
HORA	12-1

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 52. Variación del volumen de tránsito en un día en la cra. 15c entre calles 40a y 41.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

Tabla 73. Volumen horario máximo en la cra. 15c entre calles 40a y 41.

HORA	VOLUMEN
12:15:00 p. m.	2
12:30:00 p. m.	1
12:45:00 p. m.	4
1:00:00 p. m.	1

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.67, valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora

5.2.5.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para los barrios El Mora y Altos de La Floresta*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía del tramo vial a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda calle 41, vía colectora de la ciudad, con base en esto se asume un porcentaje medio de tránsito atraído, por lo cual, se establece que una vez la vía sea pavimentada es del 23% del tránsito existente. Así mismo, se establece que el transito generado es del 20% del tránsito existente, debido a las mismas razones del tránsito atraído.

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial para la carrera 16a entre calles 40 y 41:

Tabla 74. Tránsito inicial en la carrera 16a entre calles 40 y 41.

Aforo Cra 16A Cll 40 y 41				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	103	24	21	148
T_i año base				**148**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 46.60%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 75. Número de ejes equivalentes según PCA en la en la carrera 16ª entre calles 40 y 41.

Tránsito promedio diario [TPD]	148
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	148
2025	154
2026	160
2027	166
2028	173
2029	180
2030	187
2031	195
2032	203
2033	211
2034	219
2035	228
2036	237
2037	246
2038	256
2039	267
2040	277
2041	288
2042	300
2043	312
2044	324
TPD futuro	**4583**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	**%**	**Cantidad**	**Factor Daño**	**Ejes equivalentes de 8.2 ton**
Autos	53.40	2448	0	**653,271**
C2P	33.98	1557	0.41	
C2G	10.68	490	4.40	
C3	1.94	89	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	**Eje Simple Rueda Simple**		**Eje Simple Rueda Doble**		**Eje Tándem**		**Eje Trídem**
	3.1	**6**	**6.6**	**11**	**21**	**22**	**24**
C2P	284,235		284,235				
C2G		89,336		89,336			
C3		16,228				16,228	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	**284,235**	**105,564**	**284,235**	**89,336**	**0**	**16,228**	**0**

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	**Cantidad**
C2P	284235
C2G	89336
C3	16228
C2S3	0
C3S3	0

Para la carrera 15d entre calles 40 y 41 tenemos:

Tabla 76. Tránsito inicial en la carrera 15d entre calles 40a y 40b.

Aforo 15D Cll 40A y 40B				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	75	17	15	107
T_i año base				**107**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 66.67%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 77. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 15d entre calles 40a y 40b.

Tránsito promedio diario [TPD]	107
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	107
2025	111
2026	116
2027	120
2028	125
2029	130
2030	135
2031	141
2032	146
2033	152
2034	158
2035	165
2036	171
2037	178
2038	185
2039	193
2040	200
2041	208
2042	217
2043	225
2044	234
TPD futuro	**3314**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	33.33	1104	0	488,404
C2P	53.33	1767	0.41	
C2G	13.33	442	4.40	
C3	0.00	0	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	322,514		322,514				
C2G		80,613		80,613			
C3		0				0	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	322,514	80,613	322,514	80,613	0	0	0

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	Cantidad
C2P	322514
C2G	80613
C3	0
C2S3	0
C3S3	0

Para la carrera 15c entre calles 40 y 41 tenemos:

Tabla 78. Tránsito inicial en la carrera 15c entre calles 40a y 41.

Aforo 15C Cll 40A y 40B				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	63	14	13	90
T_i año base				**90**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 52.38%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 79. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 15c entre calles 40a y 41.

Tránsito promedio diario [TPD]	90
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	90
2025	94
2026	97
2027	101
2028	105
2029	109
2030	114
2031	118
2032	123
2033	128
2034	133
2035	139
2036	144
2037	150
2038	156
2039	162
2040	169
2041	175
2042	182
2043	190
2044	197
TPD futuro	**2787**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	**%**	**Cantidad**	**Factor Daño**	**Ejes equivalentes de 8.2 ton**
Autos	47.62	1327	0	**367,913**
C2P	39.68	1106	0.41	
C2G	12.70	354	4.40	
C3	0.00	0	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	**Eje Simple Rueda Simple**		**Eje Simple Rueda Doble**		**Eje Tándem**		**Eje Trídem**
	3.1	**6**	**6.6**	**11**	**21**	**22**	**24**
C2P	201,840		201,840				
C2G		64,601		64,601			
C3		0				0	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	**201,840**	**64,601**	**201,840**	**64,601**	**0**	**0**	**0**

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	**Cantidad**
C2P	201840
C2G	64601
C3	0
C2S3	0
C3S3	0

6 Conclusiones

- Teniendo como base los estudios en campo (aforos) se estimó el transito promedio diario semanal (TPDs), a su vez el transito atraído y generado, con dichos parámetros se estableció el transito futuro que pasará por la vía cuando se encuentre en funcionamiento.
- Se calcula las repeticiones admisibles y esperadas que producirán los vehículos que transitarán en la vía a diseñar cuando se encuentre en funcionamiento.
- Se recomienda implementación de un Plan de Manejo de Transito al momento durante la construcción de la vía.

7 Limitaciones del estudio

Este documento fue realizado con base en las condiciones de tránsito obtenidas en los aforos vehiculares. Es necesario que durante la ejecución de los trabajos se lleven y se tomen las medidas y controles recomendados. Cualquier cambio que se realice sin previo conocimiento por parte del consultor durante las obras no garantizará tales situaciones.

Bibliografía

Cárdenas Grisales, J. (2007). El volumen de tránsito atraído y desarrollado en carreteras de Colombia. Un caso real. 41-52. Recuperado el 30 de Septiembre de 2022, de https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/azimut/article/view/4039

INVIAS. (2008). *Manual de diseño de pavimentos de concreto para bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.* (ICPC, Ed.) INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO.

Londoño, C. (2004). *Diseño, Consrucción y Mantenimiento De Pavimentos de Concreto.* Medellín: Instituto Colombiano De Productores De Cemento ICPC.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. (2015). *Manual de señalización vial.*

Rondón Quintana, H. A., & Reyes Lizcano, F. A. (2022). *PAVIMENTOS Materiales, construcción y diseño.* Bogotá: ECOE EDICIONES.

TRANSPORTE, M. D. (2015). *Manual de señalización vial.*

Fin del documento.