ESTUDIO DE TRÁNSITO

ESTUDIO DE TRÁNSITO

PROYECTO: “MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO CÓRDOBA”

MUNICIPIO DE CIÉNEGA DE ORO – CÓRDOBA

VERSIÓN 05

NOVIEMBRE DE 2025

ESTUDIO DE TRÁNSITO

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6
2. OBJETIVOS 6
   2.1. Objetivo General 6
   2.2. Objetivos Específicos 6
3. TRABAJOS EN CAMPO 7
   3.1. Toma de información primaria 7
      3.1.1. Puntos de aforo 8
      3.1.2. Clasificación general de los vehículos 10
      3.1.3. Personal y equipo 10
      3.1.4. Formato de registro aforos 10
4. GENERALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA 13
5. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO 14
   5.1. Población 15
6. LOCALIZACIÓN ESPECIFICA DEL PROYECTO 16
   6.1. Coordenadas del proyecto 16
   6.2. Descripción del proyecto 18
   6.3. Descripción del tramo de intervención 19
7. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO 19
8. ESTUDIO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO VEHICULAR 20
   8.1. Periodo de duración 20
   8.2. Análisis del tránsito aforado 20
      8.2.1. Volumen vehicular en el periodo de conteo 20
      8.2.2. Composición vehicular 22
         8.2.2.1. Composición de autos, buses y camiones 22
         8.2.2.2. Composición de vehículos pesados 23
      8.2.3. Volúmenes de horario 24
      8.2.4. Hora de máxima demanda 24
         8.2.4.1. Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda 38
9. TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO 55
   9.1. Tránsito promedio diario semanal TPDS 55

ESTUDIO DE TRÁNSITO

9.1.1. Tasa de crecimiento 55
10. PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO 61
10.1. Tránsito aforado 61
10.1.1. Proyección del tránsito aforado 61
10.2. Tránsito atraído 62
10.2.1. Proyección del tránsito atraído 63
10.3. Tránsito generado 64
10.3.1. Proyección del tránsito generado 64
10.4. Tránsito de diseño 65
11. CONCLUSIONES 66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vías de intervención. 8
Figura 2. Ubicación de las estaciones de conteo. 9
Figura 3. Designación de vehículos para el aforo. 10
Figura 4. Formato de aforo. 11
Figura 5. Formato de aforo, continuación. 12
Figura 6. Localización del Departamento de Córdoba. 14
Figura 7. Localización específica del proyecto. 16
Figura 8. Ubicación del proyecto. 18
Figura 9. Composición de autos, buses y camiones aforo. 22
Figura 10. Composición de autos, buses y camiones aforo. 23

ÍNDICA DE TABLAS

Tabla 1. Movimientos y estación de aforo. 9
Tabla 2. Distribución de la población en el Municipio de Ciénaga de Oro– Córdoba para el año 2024. 15
Tabla 3. Coordenadas del polígono urbanístico Caño aguas prietas. 16
Tabla 4. Coordenadas de la vía a intervenir. 17
Tabla 5. Descripción del tramo de intervención 19
Tabla 6. Resumen de volúmenes de tránsito estación 1 y estación 2(Entrada y salida**).** 21
Tabla 7. Demanda máxima 02/03/2025. 39
Tabla 8. Volumen horario máximo 02/03/2025. 41
Tabla 9. Demanda máxima 03/03/2025. 42
Tabla 10. Volumen horario máximo 03/03/2025. 42
Tabla 11. Demanda máxima 04/03/2025 43
Tabla 12. Volumen horario máximo 04/03/2025. 45

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Tabla 13. Demanda máxima 05/03/2025..... 47
Tabla 14. Volumen horario máximo 05/03/2025..... 47
Tabla 15. Demanda máxima 06/03/2025..... 48
Tabla 16. Volumen horario máximo 06/03/2025..... 49
Tabla 17. Demanda máxima 07/03/2025..... 50
Tabla 18. Volumen horario máximo 07/03/2025..... 51
Tabla 19. Demanda máxima 08/03/2025..... 52
Tabla 20. Volumen horario máximo 08/03/2025..... 54
Tabla 21. Parámetro 1 - PIB Nación..... 55
Tabla 22. Parámetro 2 - PIB Córdoba..... 56
Tabla 23. Parámetro 3 - PIB Actividad transporte Córdoba..... 57
Tabla 24. Parámetro 4 - Variación de pasajeros movilizados..... 57
Tabla 25. Parámetro 5 - Variación de carga movilizada..... 58
Tabla 26. Parámetro 6 - Variación del tránsito en la infraestructura de transporte..... 59
Tabla 27. Promedio de las tasas de variación según los parámetros..... 60
Tabla 28. Tránsito aforado..... 61
Tabla 29. Proyección del tránsito aforado..... 62
Tabla 30. Tránsito atraído..... 63
Tabla 31. Proyección del tránsito atraído..... 63
Tabla 32. Tránsito generado..... 64
Tabla 33. Proyección del tránsito generado..... 65
Tabla 34. Tránsito de diseño..... 66

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Pirámide poblacional Municipio de Ciénaga de Oro 2024..... 15
Gráfico 2. Volumen diario de vehículos consolidados..... 21
Gráfico 3. Composición vehicular aforo..... 22
Gráfico 4. Composición vehículos pesados aforo..... 23
Gráfico 5. Volumen horario de vehículos consolidados..... 24
Gráfico 6. Volumen horario tránsito días 02/03/2025 – Estación 1..... 25
Gráfico 7. Volumen horario tránsito días 03/03/2025 – Estación 1..... 26
Gráfico 8. Volumen horario tránsito días 04/03/2025 – Estación 1..... 27
Gráfico 9. Volumen horario tránsito días 05/03/2025 – Estación 1..... 28
Gráfico 10. Volumen horario tránsito días 06/03/2025 – Estación 1..... 29
Gráfico 11. Volumen horario tránsito días 07/03/2025 – Estación 1..... 30
Gráfico 12. Volumen horario tránsito días 08/03/2025 – Estación 1..... 31
Gráfico 13. Volumen horario tránsito días 02/03/2025 – Estación 2..... 32
Gráfico 14. Volumen horario tránsito días 03/03/2025 – Estación 2..... 33
Gráfico 15. Volumen horario tránsito días 04/03/2025 – Estación 2..... 34
Gráfico 16. Volumen horario tránsito días 05/03/2025 – Estación 2..... 35
Gráfico 17. Volumen horario tránsito días 06/03/2025 – Estación 2..... 36

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 18. Volumen horario tránsito días 07/03/2025 – Estación 2. 37
Gráfico 19. Volumen horario tránsito días 08/03/2025 – Estación 2. 38
Gráfico 20. Variación del volumen de tránsito día 02/03/2025. 39
Gráfico 21. Variación del volumen de tránsito en la hora pico 02/03/2025. 40
Gráfico 22. Variación del volumen de tránsito día 03/03/2025. 41
Gráfico 23. Variación del volumen de tránsito en la hora pico 03/03/2025. 42
Gráfico 24. Variación del volumen de tránsito día 04/03/2025. 43
Gráfico 25. Variación del volumen de tránsito en la hora pico 04/03/2025. 44
Gráfico 26. Variación del volumen de tránsito día 05/03/2025. 46
Gráfico 27. Variación del volumen de tránsito en la hora pico 05/03/2025. 47
Gráfico 28. Variación del volumen de tránsito día 06/03/2025. 48
Gráfico 29. Variación del volumen de tránsito en la hora pico 06/03/2025. 49
Gráfico 30. Variación del volumen de tránsito día 07/03/2025. 50
Gráfico 31. Variación del volumen de tránsito en la hora pico 07/03/2025. 51
Gráfico 32. Variación del volumen de tránsito día 08/03/2025. 52
Gráfico 33. Variación del volumen de tránsito en la hora pico 08/03/2025. 53

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo tránsito promedio diario..... 55

ESTUDIO DE TRÁNSITO

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios de tránsito tienen como objetivo realizar un diagnóstico del estado de la movilización motorizada o no motorizada (o ambas) en una determinada zona, con el fin de contar con una línea base que permita plantear y evaluar diferentes propuestas de mejoramiento para favorecer la movilidad siempre que sea posible. La complejidad es determinada por el objeto final del análisis, la magnitud del proyecto y si se trata de un estudio en una zona rural o urbana.

En las zonas rurales, por lo general se busca conocer el tránsito promedio diario (TPD) de la vía, con el fin de revisar el nivel de servicio, calcular las cargas que recibe el pavimento para efectos de diseño del mismo. En las zonas urbanas el alcance del estudio de movilidad se extiende, además del sitio del proyecto, a las principales vías en su entorno, las cuales posiblemente se verán afectadas por el flujo de personas y vehículos hacia el nuevo desarrollo. En todas estas vías se evalúan las condiciones actuales y futuras, dimensionando la afectación o beneficio del proyecto y las diferentes alternativas viales y de transporte planteadas.

El presente documento presenta las actividades desarrolladas en campo y los cálculos posteriores que permiten la determinación de tránsito de diseño y con él se determinan las demás decisiones que permitirán delimitar las variables básicas para la concepción general del proyecto mejoramiento y pavimentación del tramo en estudio.

De acuerdo con la solicitud presentada por la ALCALDÍA MUNICIPAL DE CIÉNAGA DE ORO, se realizó el estudio de tránsito para el proyecto **"MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO CÓRDOBA".**

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar las condiciones actuales de tránsito y proyectar las necesidades futuras para el diseño de un pavimento en concreto rígido en el lado derecho del malecón turístico, garantizando una infraestructura vial segura, duradera y eficiente que impulse el desarrollo económico, social y turístico de la zona urbana del Municipio de Ciénaga de Oro, Córdoba.

2.2. Objetivos Específicos

- Llevar a cabo aforos vehiculares en distintos puntos estratégicos de la vía para determinar el volumen, tipo y patrones de circulación de los vehículos que transitan en la vía de diseño.
- Obtener las demandas de flujo vehicular de la vía objeto del estudio.
- Determinar el tránsito promedio para el período de diseño.
- Calcular la proyección del tránsito futuro teniendo en cuenta el atraído y generado.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

3. TRABAJOS EN CAMPO

Se llevó a cabo un reconocimiento detallado de la zona de intervención del proyecto, previsto para la recolección de información primaria. Este proceso, apoyado en la revisión de información cartográfica disponible, permitió identificar los principales aspectos físicos y operativos de la región. Como resultado de este análisis, se presentarán inicialmente las generalidades del proyecto, destacando su objetivo y alcance. Posteriormente, se proporcionará información específica sobre las características técnicas y condiciones actuales de la zona, así como los detalles de las acciones planificadas para su desarrollo.

3.1. Toma de información primaria

Considerando que el tramo en estudio tiene acceso desde la vía nacional sentido Córdoba – Sucre que conducen a la carrera 18, calle 12 y carrera 17, se debe establecer 2 estaciones de conteo; donde se llevaran conteos manuales durante siete días de la semana, en un horario de toma de la información de 24 horas, con intervalos de quince (15) minutos, pero como forma de consolidación en los anexos en PDF se presenta el acumulado en rangos de una (1) hora.

Los conteos se adelantaron por periodos de 24 horas, iniciando a las 6:00 a.m. y concluyendo a las 6:00 a.m. de los siete días de estudio. Información tomada y clasificada de acuerdo con el tipo de vehículos, haciendo la diferencia entre vehículos livianos, buses y camiones; clasificando estos últimos según el número de ejes.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Figura 1. *Vías de intervención.*



Fuente: Google Earth Pro.

3.1.1. Puntos de aforo

Como resultado del reconocimiento de campo, se efectuaron mediciones de volúmenes vehiculares en las estaciones que se presentan en la **Tabla 1.** Movimientos y estación de aforo. La información fue recolectada en el tramo de intervención. Para medir el tráfico presente en los tramos, se llevaron aforos vehiculares durante 7 días consecutivos, desde las 6:00 a.m. hasta las 6:00 a.m. Los recuentos se realizaron en intervalos de 1 hora y se categorizaron en tres tipos de vehículos: autos, buses y camiones. A pesar de la metodología estándar del INVIAS exige efectuar durante periodos constantes de 24 horas, en los tramos no se identificó operación vehicular durante los aforos nocturnos.

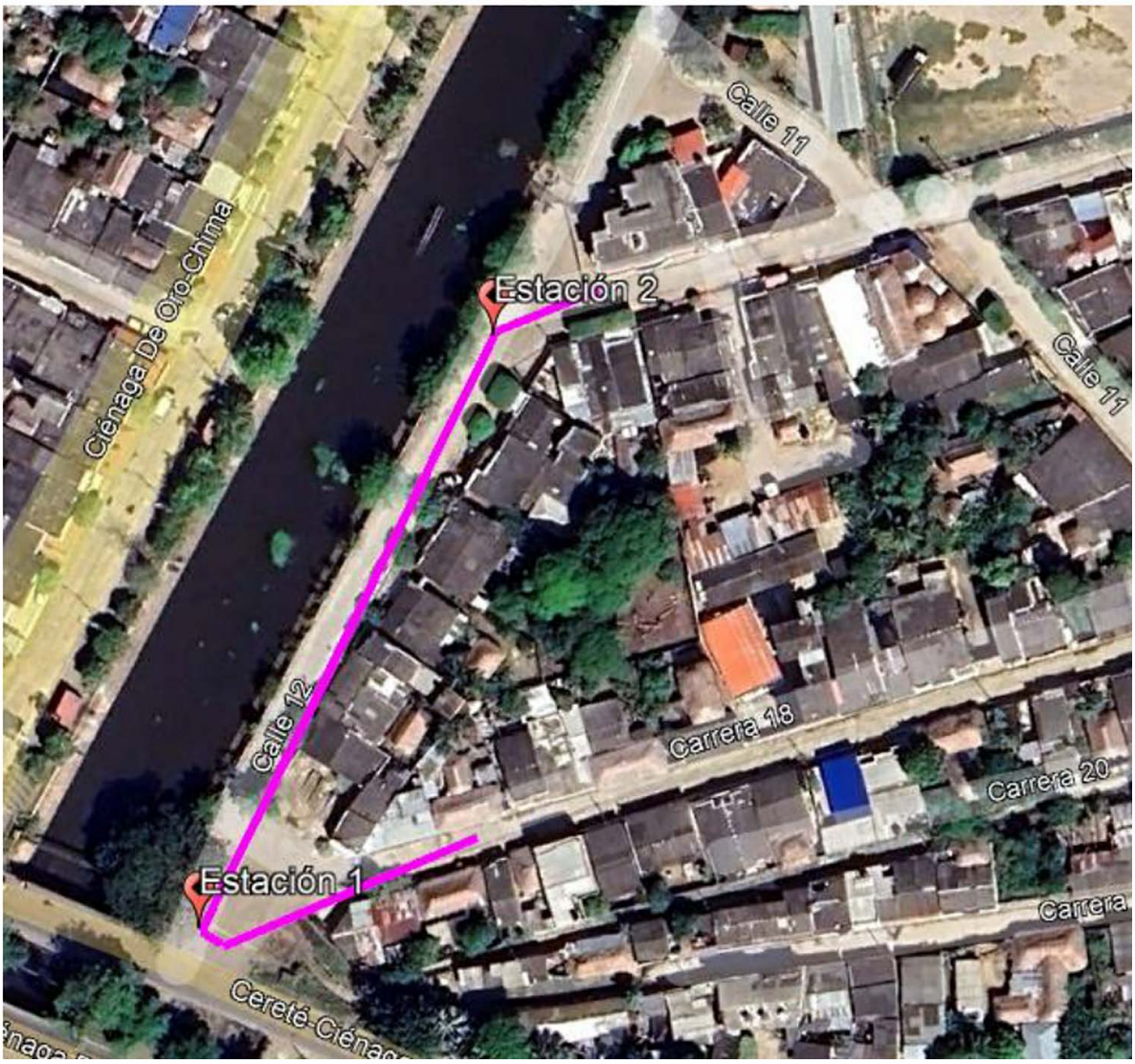
ESTUDIO DE TRÁNSITO

Tabla 1. Movimientos y estación de aforo.

ESTACIÓN AFORO	MOVIMIENTOS AFORADOS
Estación 1	Vía nacional – Carrera 18, Carrera 18 – Vía nacional Vía nacional – Calle 12, Calle 12 – Vía nacional
Estación 2	Calle 12 – Carrera 17

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Ubicación de las estaciones de conteo.



Fuente: Google Earth Pro.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

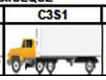
3.1.2. Clasificación general de los vehículos

Los vehículos se clasifican en tres categorías: autos (A), buses (B) y camiones (C). Los buses y los camiones se consideran como vehículos comerciales y son los que se contemplan en la estimación del tránsito para evaluar el efecto de las cargas sobre las estructuras de pavimento.

Para los camiones, que son los vehículos que más interesan en la cuantificación del tránsito de diseño para el dimensionamiento de los pavimentos, el Ministerio de Transporte ha publicado las resoluciones respectivas para su designación, descripción y configuración, tal como se indica en la Tabla 2.1, extraída de las Resoluciones No. 4100 del 28 de Diciembre de 2004 (Ministerio de Transporte 2004). y No 1782 del 8 de Mayo de 2009 (Ministerio de Transporte 2009)

Para el tramo en cuestión se realiza un formato de aforo con la siguiente designación de vehículos pesados.

Figura 3. Designación de vehículos para el aforo.

HORA	AUTO	BUSETA	BUS		CAMIÓN			SEMI REMOLQUE					
			2 E	3 E	C2P	C2G	C3	C2S1	C2S2	C3S1	C3S2	C3S3	TOTAL
													

Fuente: Elaboración propia, según Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito de INVIAS, Segunda Versión 2018.

3.1.3. Personal y equipo

Durante el mes de marzo de 2025 se adelantaron visitas al tramo en estudio con el objeto de caracterizar la morfología general de la zona en estudio, identificar directamente en sitio el proyecto y futuro trazado, y de la misma manera poder determinar las necesidades y alcances de algunas de las actividades de campo para proyectar el estudio.

Posteriormente se contrató, organizó y programó el personal necesario para el levantamiento de información directa en sitio, para actividades como los aforos, estudios de geotecnia y topografía. Estableciendo de esta manera la ubicación de la estación de aforo, que en efecto diera cobertura a las necesidades y alcances del estudio.

3.1.4. Formato de registro aforos

La información se consignó en un formato de campo diseñado para intervalos de tiempo de 1 hora según instrucciones dadas al personal de conteo. En cada formato se indica fecha, día, hora de aforo, denominación de la vía en estudio, identificación y ubicación de la estación de aforo y nombre del observador y supervisor.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

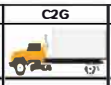
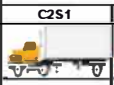
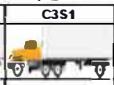
Figura 4. Formato de aforo.

FORMULARIO N° 1

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR

ESTACION	
DIA	
FECHA	

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	
UBICACIÓN	

HORA	AUTO	BUSETA	BUS		CAMIÓN			SEMI REMOLQUE					TOTAL
			2 E	3 E	C2P	C2G	C3	C2S1	C2S2	C3S1	C3S2	C3S3	
													
6 00 - 7:00													
7 00 - 8:00													
8 00 - 9:00													
9:00 - 10:00													
10 00 - 11:00													
11 00 - 12:00													
12 00 - 13:00													
13 00 - 14:00													
14 00 - 15:00													
15 00 - 16:00													
16 00 - 17:00													
17 00 - 18:00													
TOTALES													

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Figura 5. Formato de aforo, continuación.

FORMULARIO Nº 1

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR

ESTACION	
DIA	
FECHA	

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	
UBICACIÓN	

HORA	AUTO	BUSETA	BUS		CAMION			SEMI REMOLQUE					TOTAL
			2 E	3 E	C2P	C2G	C3	C2S1	C2S2	C3S1	C3S2	C3S3	
18 00 - 19:00													
19 00 - 20:00													
20 00 - 21:00													
21 00 - 22:00													
22 00 - 23:00													
23 00 - 24:00													
24:00 - 1 00													
1 00 - 2:00													
2 00 - 3:00													
3 00 - 4:00													
4 00 - 5:00													
5 00 - 6:00													
TOTALES													

Fuente: Elaboración propia.

En el **Anexo 1** se presenta la información de los aforos tomados en campo.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

4. GENERALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

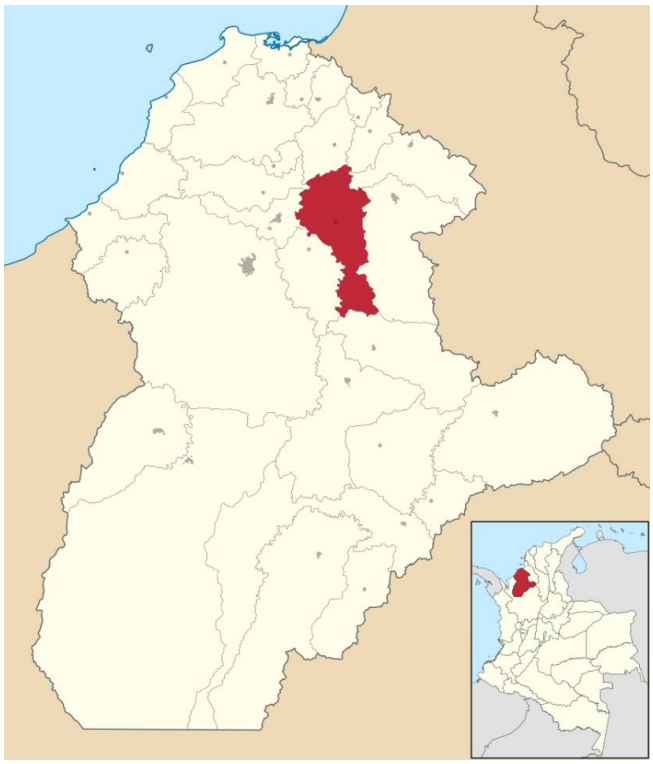
El Departamento de Córdoba está situado en la parte noroccidental de Colombia, sobre la extensa llanura del Caribe, a los 7º 22' 05'' y 9º 26'16'' de latitud norte y a los 74º 47' 43'' y 76º 30' 01'' de longitud oeste y posee una superficie de 25.020 Km2, área que representa el 18,95% de dicha llanura. Limita por el norte con el mar Caribe, por el oeste, sur y suroriente con Antioquia y al este con Bolívar y Sucre, su capital es Montería, conocida también por los nombres de "Capital Ganadera de Colombia", "La Perla del Sinú" y la "Ciudad de las Golondrinas". La línea de costa cordobesa cubre 124 km, y va desde Arboletes, en límites con Antioquia, hasta Punta de Piedra en límites con el departamento de Sucre.

En su división político-administrativa, el departamento de Córdoba ha estado conformado en los últimos años por 28 municipios (Montería, Ayapel, Buenavista, Canalete, Cereté, Chimá, Chimú, Ciénaga de Oro, Cotorra, La Apartada, Lorica, Los Córdobas, Monín, Montelíbano, Moñitos, Planeta Rica, Pueblo Nuevo, Puerto Escondido, Puerto Libertador, Purísima, Sahagún, San Andrés de Sotavento, San Antero, San Bernardo del Viento, San Carlos, San Pelayo, Tierralta y Valencia). A partir de junio 20 del 2007 la Asamblea de Córdoba aprobó la creación de dos municipios (Tuchín y San José de Uré).

Córdoba es uno de los 32 departamentos que, junto con Bogotá, Distrito Capital, forman la Republica de Colombia, ubicado al norte de país, en la región Caribe, limitando al norte con el mar Caribe (océano Atlántico), al este con los departamentos de sucre y bolívar y al sur con el departamento de Antioquia; fue creado por medio de la ley 9 de 18 de diciembre de 1951, reglamentada el 18 de junio de 1592.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Figura 6. *Localización del Departamento de Córdoba.*



Fuente: Colombia - Córdoba – Ciénaga de oro.svg.

5. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO

Ciénaga de Oro es un municipio colombiano ubicado en el departamento de Córdoba. Parte de la Subregión del Medio Sinú. El nombre de Ciénaga de Oro surge del hecho en que, en tiempos de su fundación, y en épocas de lluvias torrenciales, descendían de los cerros situados al oriente abundantes pepitas de oro que después eran recogidas por sus habitantes en los distintos puntos de la población.

Ciénaga de Oro se encuentra ubicada a 35 kilómetros aproximadamente de Montería, capital del departamento de Córdoba, rodeado de colinas que vienen a ser una desmembración de la Serranía de San Jerónimo. Se sienta al costado del Caño de Aguas Prietas o del Floral, que baja de las serranías de San Carlos, después de recibir las aguas de varias ciénagas que le hacen aumentar su caudal, va a confundirse con las aguas del río Sinú frente a Lorica.

La serranía de San Jerónimo que lo penetra por el oriente y el occidente, forma dos zonas diferentes; la primera al norte: plana baja y cenagosa, bañada por una gran cantidad de corrientes menores; y la segunda al sur, relativamente montañosa con alturas que no alcanzan a 300 metros sobre el nivel del

mar. Por esta misma conformación topográfica, la jurisdicción municipal dispone solamente del piso térmico cálido.

Se encuentra localizado al oriente del departamento, a 35 kilómetros de Montería. El municipio de Ciénaga de Oro tiene una extensión de 50.100 hectáreas que corresponde a un 2% de la extensión de departamento de Córdoba, de las cuales el 15% son terrenos planos, es decir, 7.515 hectáreas; el 5% de terrenos quebrados, con 2.505 hectáreas. Limita por el norte con San Andrés de Sotavento y Chimá; por el sur, con Pueblo Nuevo; por el oriente, con los municipios de Chinú y Sahagún y por el occidente, con los municipios de Cereté, San Carlos y San Pelayo.

5.1. Población

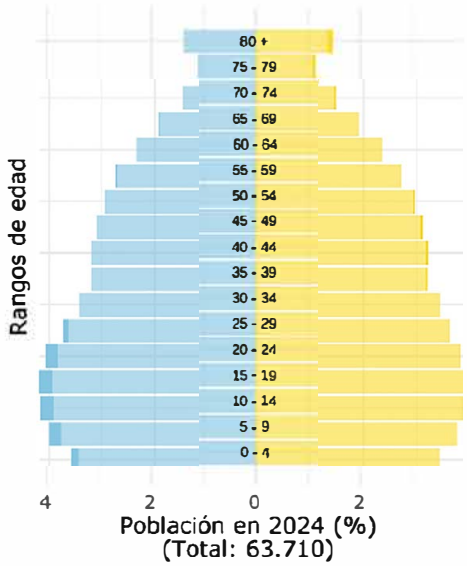
El Municipio de Ciénaga de Oro cuenta con una población de 63.710 habitantes según estimaciones del Departamento Nacional de Planeación con censo de 2018.

Tabla 2. Distribución de la población en el Municipio de Ciénaga de Oro– Córdoba para el año 2024.

ÁREA GEOGRÁFICA	HABITANTES	PORCENTAJES
Cabecera Municipal	22.813	35.8%
Centros poblados y rural disperso	40.897	64.2%
Total	**118.451**	**100%**

Fuente: Terridata (Municipio de Ciénaga de Oro). Censo DANE, 2018.

Gráfico 1. Pirámide poblacional Municipio de Ciénaga de Oro 2024.

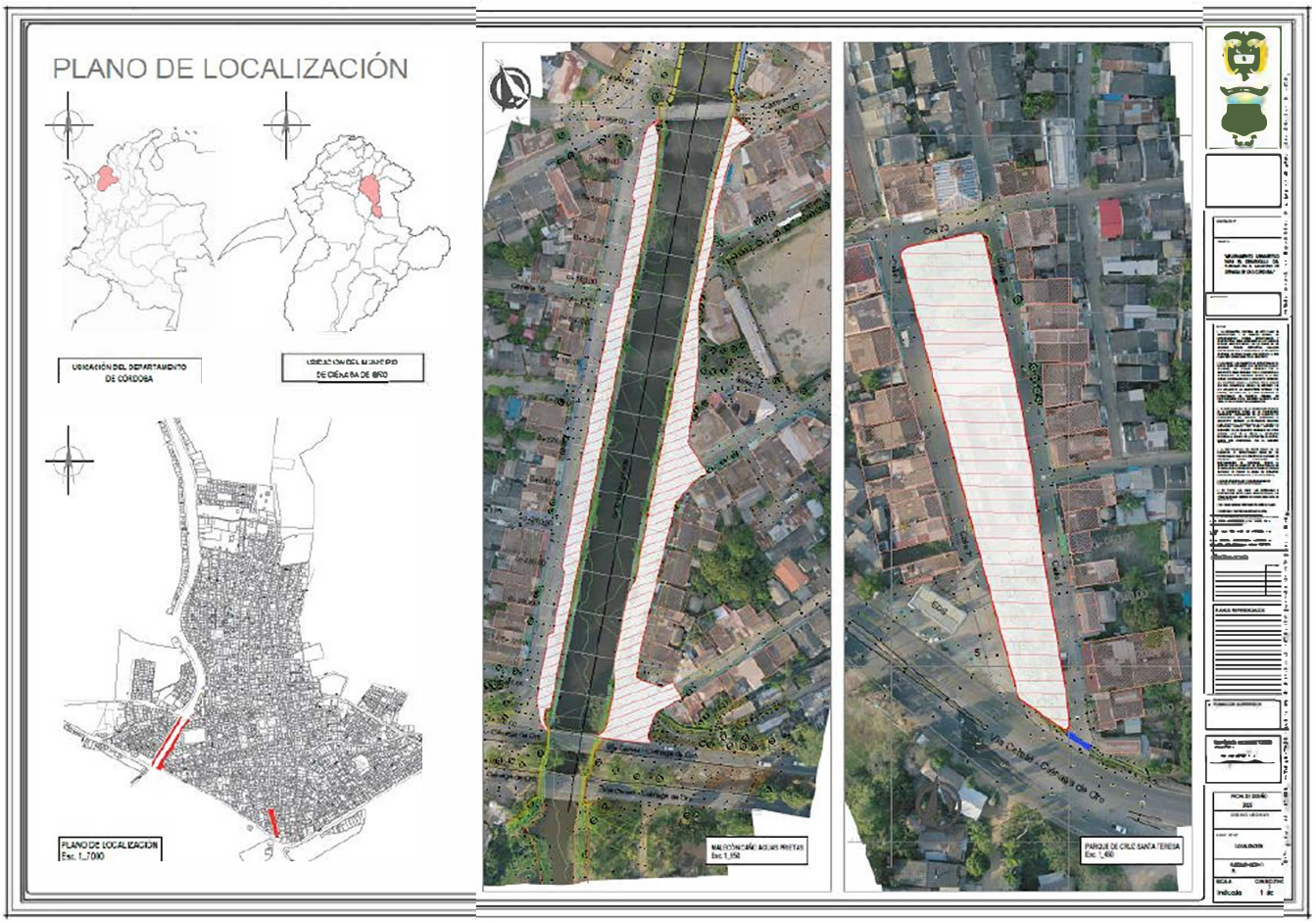


Fuente: Terridata (Municipio de Ciénaga de Oro). Censo DANE, 2018.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

6. LOCALIZACIÓN ESPECIFICA DEL PROYECTO

Figura 7. Localización específica del proyecto.



Fuente: PL-LOCALIZACIÓN GENERAL.

6.1. Coordenadas del proyecto

***Tabla 3**. Coordenadas del polígono urbanístico Caño aguas prietas.*

PUNTO	NORTE	ESTE
1	8°52'20.91775"N	75°37'33.07113"W
2	8°52'21.30934"N	75°37'33.83766"W
3	8°52'21.33429"N	75°37'33.82478"W
4	8°52'21.31594"N	75°37'33.78623"W
5	8°52'21.39608"N	75°37'33.65216"W
6	8°52'21.46297"N	75°37'33.58732"W

ESTUDIO DE TRÁNSITO

PUNTO	NORTE	ESTE
7	8°52'22.02612"N	75°37'33.24812"W
8	8°52'22.24119"N	75°37'33.1943"W
9	8°52'23.31"N	75°37'32.52655"W
10	8°52'23.45205"N	75°37'32.36046"W
11	8°52'29.81308"N	75°37'28.2993"W
12	8°52'29.4477"N	75°37'28.0959"W
13	8°52'29.32089"N	75°37'28.48316"W
14	8°52'28.73543"N	75°37'28.92459"W
15	8°52'28.40091"N	75°37'29.14391"W
16	8°52'28.09518"N	75°37'29.27989"W
17	8°52'27.19444"N	75°37'29.8636"W
18	8°52'25.20539"N	75°37'30.80589"W
19	8°52'24.63793"N	75°37'30.68836"W
20	8°52'24.59086"N	75°37'30.9163"W
21	8°52'24.37089"N	75°37'31.32141"W
22	8°52'21.98495"N	75°37'32.90287"W
23	8°52'21.69283"N	75°37'32.57679"W
24	8°52'21.70878"N	75°37'32.38469"W
25	8°52'21.41122"N	75°37'32.33882"W
26	8°52'21.33717"N	75°37'32.79237"W
27	8°52'20.93901"N	75°37'33.0382"W

Fuente: Elaboración propia.

***Tabla 4.** Coordenadas de la vía a intervenir.*

PUNTO	NORTE	ESTE
1	8°52'20.91775"N	75°37'33.07113"W
2	8°52'21.2784"N	75°37'33.77709"W
3	8°52'21.27536"N	75°37'33.69447"W
4	8°52'21.61499"N	75°37'33.36634"W
5	8°52'22.11764"N	75°37'33.13448"W
6	8°52'24.56532"N	75°37'31.49795"W
7	8°52'24.83708"N	75°37'31.00623"W
8	8°52'24.89457"N	75°37'30.74159"W
9	8°52'24.70327"N	75°37'30.70189"W
10	8°52'24.65333"N	75°37'30.93983"W
11	8°52'24.42115"N	75°37'31.36552"W
12	8°52'21.97071"N	75°37'32.96888"W
13	8°52'21.63262"N	75°37'32.61181"W
14	8°52'21.64281"N	75°37'32.37452"W

ESTUDIO DE TRÁNSITO

PUNTO	NORTE	ESTE
15	8°52'21.4498"N	75°37'32.34477"W
16	8°52'21.39016"N	75°37'32.73985"W
17	8°52'21.35233"N	75°37'32.84946"W
18	8°52'21.0647"N	75°37'33.08154"W
19	8°52'20.99385"N	75°37'33.09564"W

Fuente: Elaboración propia.

6.2. Descripción del proyecto

El proyecto de **MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO CÓRDOBA**, busca transformar una vía para la movilidad urbana, mejorando su infraestructura vial para garantizar un tránsito seguro, fluido y sostenible. Este proyecto incluye el mejoramiento y pavimentación de la vía en concreto rígido, la optimización de su capacidad y nivel de servicio, así como la implementación de mejoras complementarias como drenajes, señalización, y accesibilidad.

Figura 8. Ubicación del proyecto.



Fuente: Google Earth Pro.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

6.3. Descripción del tramo de intervención

Tabla 5. Descripción del tramo de intervención.

TRAMO	LONGITUD
Calle 12, Carrera 17, Carrera 18	259.00 m

Fuente: Elaboración propia.

7. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO

1. Consolidado de la información primaria

Se recopila y consolida la información obtenida de la estación de aforo para calcular el Tránsito Promedio Diario (TPD) correspondiente a los días aforados.

2. Análisis de composición vehicular

Se realiza un análisis detallado de la composición vehicular, incluyendo la clasificación de los vehículos y camiones registrados en los aforos obtenidos.

3. Cálculo del TPD Semanal

A partir de los datos recolectados, se calcula el TPD semanal considerando los resultados de los aforos realizados.

4. Determinación de la tasa de crecimiento

Se calcula la tasa de crecimiento necesaria para proyectar el tránsito aforado hacia los periodos de diseño. Esta tasa se determina teniendo en cuenta los parámetros establecidos en Transporte en cifras del Ministerio del Transporte, ajustados al contexto actual del proyecto para el año 2025.

5. Cálculo del tránsito aforado proyectado

Con la tasa de crecimiento obtenida en el numeral 9.1.1, se ajusta el tránsito aforado para su proyección futura.

6. Cálculo del tránsito atraído proyectado

Para proyectar el tránsito atraído hacia los periodos de diseño, se utiliza la misma tasa de que se contempla en el numeral 9.1.1.

7. Cálculo del tránsito generado

Este tránsito generado se aplica al tránsito aforado y se proyecta utilizando la misma tasa obtenida en el numeral 9.1.1.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

8. Proyección futura del tránsito

Para el periodo de ejecución, el tránsito futuro se calcula como la suma del tránsito aforado proyectado, el tránsito generado proyectado. A partir del año que se ponga puesta en marcha hasta el periodo de diseño, el tránsito aforado proyectado, el tránsito generado proyectado y el tránsito atraído proyectado.

8. ESTUDIO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO VEHICULAR

El principal objetivo del estudio de volúmenes vehiculares es el de determinar la magnitud de los flujos horarios y diarios en cada tramo en estudio, dado que presentan características operacionales diferentes, identificando básicamente la composición de los mismos, de acuerdo con el tipo de vehículo.

8.1. Periodo de duración

Los aforos se realizaron durante un periodo de siete (7) días veinticuatro (24) horas en las estaciones definidas en el numeral 3.1.1.

8.2. Análisis del tránsito aforado

La información recolectada se presenta en el Anexo 1, en donde se pueden observar, para cada estación muestral, los volúmenes tal como se tomaron en campo.

Se recopilaron datos direccionados de volúmenes vehiculares, clasificándolos en automóviles, buses-busetas y camiones (clasificados según el número de ejes), con el propósito de establecer su movilización dentro de la zona de influencia del proyecto.

La información se consignó en formatos diseñados para intervalos de tiempo de conteo de una hora (1); en cada formato se indicó la fecha, día y hora del aforo, nombre del aforador y del supervisor, denominación de las vías que conforman la intersección.

8.2.1. Volumen vehicular en el periodo de conteo

A continuación, se muestran los volúmenes medidos en los períodos de aforo y clasificados por tipo de vehículo registrados durante los días y periodo de aforo, teniendo en cuenta el tramo de toma de información.

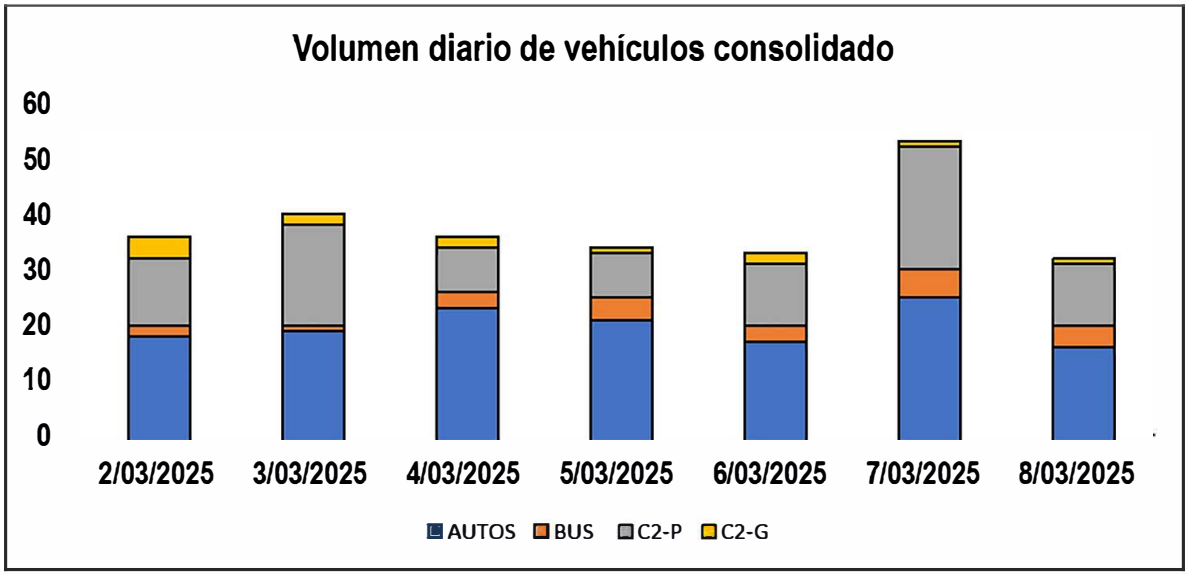
ESTUDIO DE TRÁNSITO

Tabla 6. Resumen de volúmenes de tránsito estación 1 y estación 2(Entrada y salida).

RESUMEN DE COMPOSICIÓN VEHICULAR PARA PROYECTO MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO CÓRDOBA				
DÍA	**AUTOS**	**BUS**	**C2-P**	**C2-G**
2/03/2025	19	2	12	4
3/03/2025	20	1	18	2
4/03/2025	24	3	8	2
5/03/2025	22	4	8	1
6/03/2025	18	3	11	2
7/03/2025	26	5	22	1
8/03/2025	17	4	11	1
Subtotal	146	22	90	13
TPD Diario	21	3	13	2

Fuente: Elaboración propia – Según aforos realizados.

Gráfico 2. Volumen diario de vehículos consolidados.



Fuente: Elaboración propia – Según aforos realizados.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

8.2.2. Composición vehicular

8.2.2.1. Composición de autos, buses y camiones

Figura 9. *Composición de autos, buses y camiones aforo.*

Composición vehicular diaria

Total de Vehiculos= *39*

Autos= *21*

$$\%\ Autos = \frac{Total\ Autos}{Total\ vehiculos} = \frac{21\ Autos}{39\ Vehiculos} = 53{,}85\ \%$$

Buses = *3*

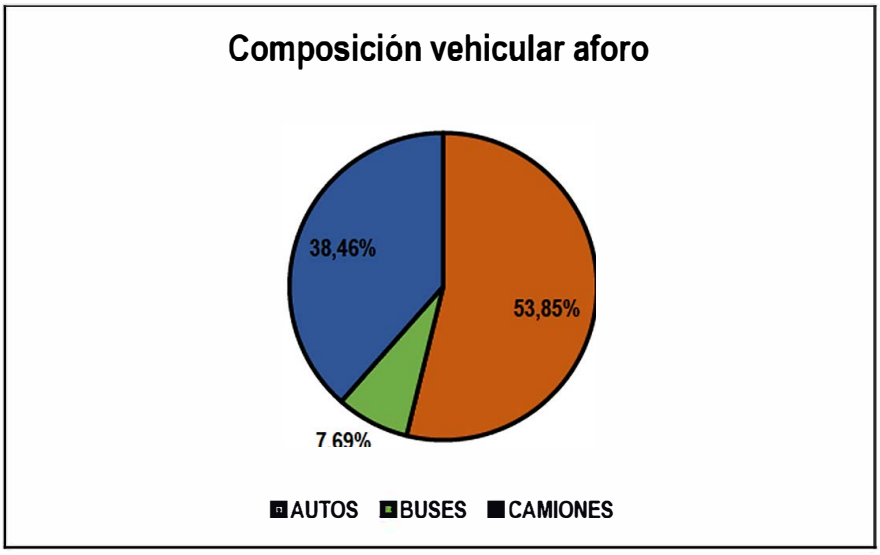
$$\%\ Buses = \frac{Total\ Buses}{Total\ vehiculos} = \frac{3\ Buses}{39\ Vehiculos} = 7{,}69\ \%$$

Camiones= *15*

$$\%\ Camiones = \frac{Total\ Camiones}{Total\ vehiculos} = \frac{15\ Camiones}{39\ Vehiculos} = 38{,}46\ \%$$

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. *Composición vehicular aforo.*



Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

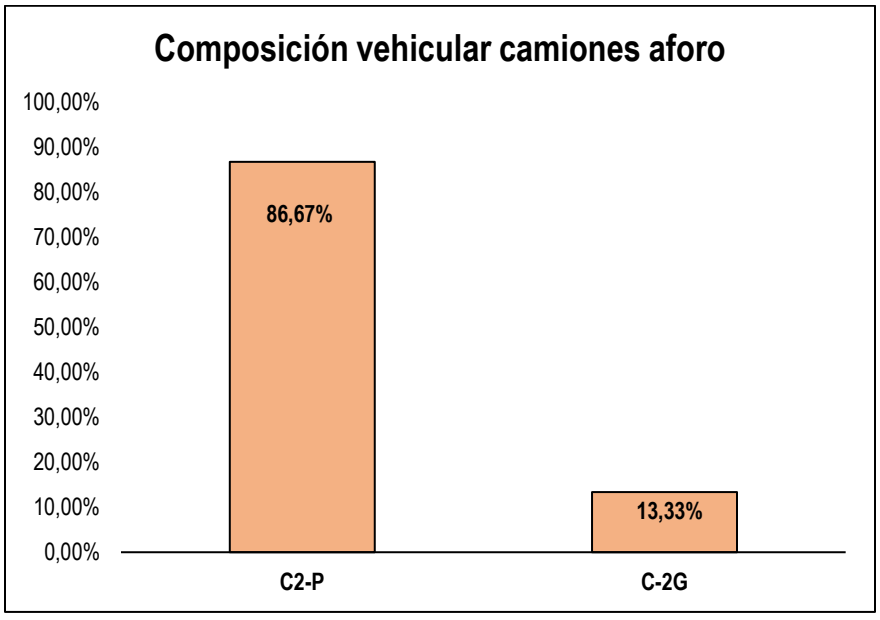
8.2.2.2. Composición de vehículos pesados

Figura 10. *Composición de autos, buses y camiones aforo.*

Composición vehículos pesados diarios	
Total Camiones = *15*	***C2-P*** = *13*
$\%\ C2\text{-}P = \frac{Total\ C2\text{-}P}{Total\ Camiones} = \frac{13\ C2\text{-}P}{15\ Camiones} = 86{,}67\ \%$	***C2-G*** = *2*
$\%\ C2\text{-}G = \frac{Total\ C2\text{-}G}{Total\ Camiones} = \frac{2\ C2\text{-}G}{15\ Camiones} = 13{,}33\ \%$	

Fuente: Elaboración propia.

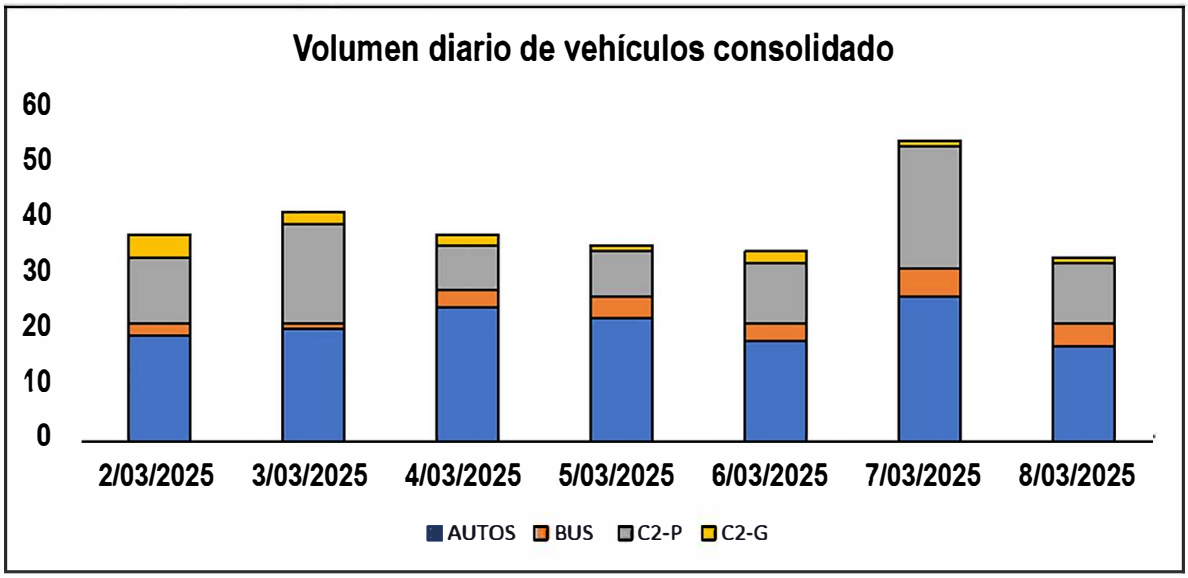
Gráfico 4. *Composición vehículos pesados aforo.*



Fuente: Elaboración propia.

8.2.3. Volúmenes de horario

Gráfico 5. Volumen horario de vehículos consolidados.



Fuente: Elaboración propia.

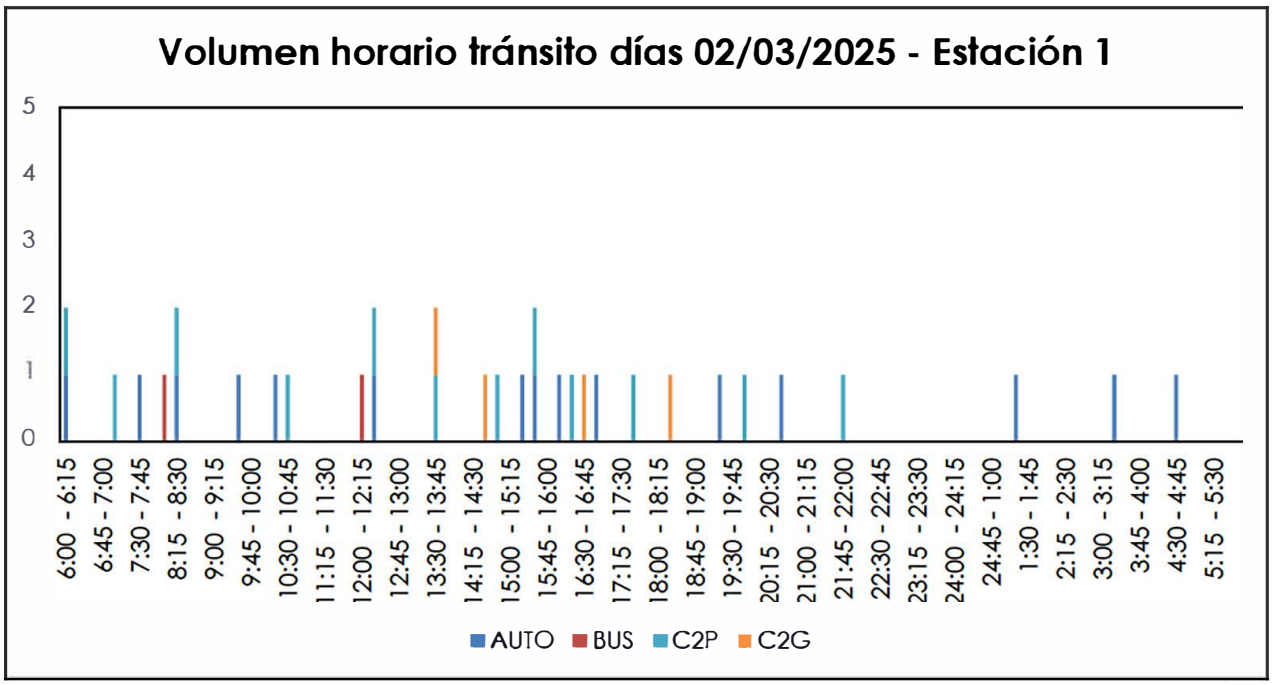
El gráfico muestra el volumen horario consolidado de vehículos registrados en diferentes fechas. A continuación, se presenta un análisis del comportamiento del tráfico: El volumen de vehículos muestra una variabilidad significativa entre los días evaluados. El día con mayor flujo vehicular corresponde al 07/03/2025, con un registro de 54 vehículos diarios, mientras que el día con menor flujo es el 08/03/2025, con un registro de 33 vehículos diarios.

8.2.4. Hora de máxima demanda

En las siguientes graficas se muestra el comportamiento de los vehículos en diferentes horarios en cada uno de los días aforados.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 6. Volumen horario tránsito días 02/03/2025 – Estación 1.

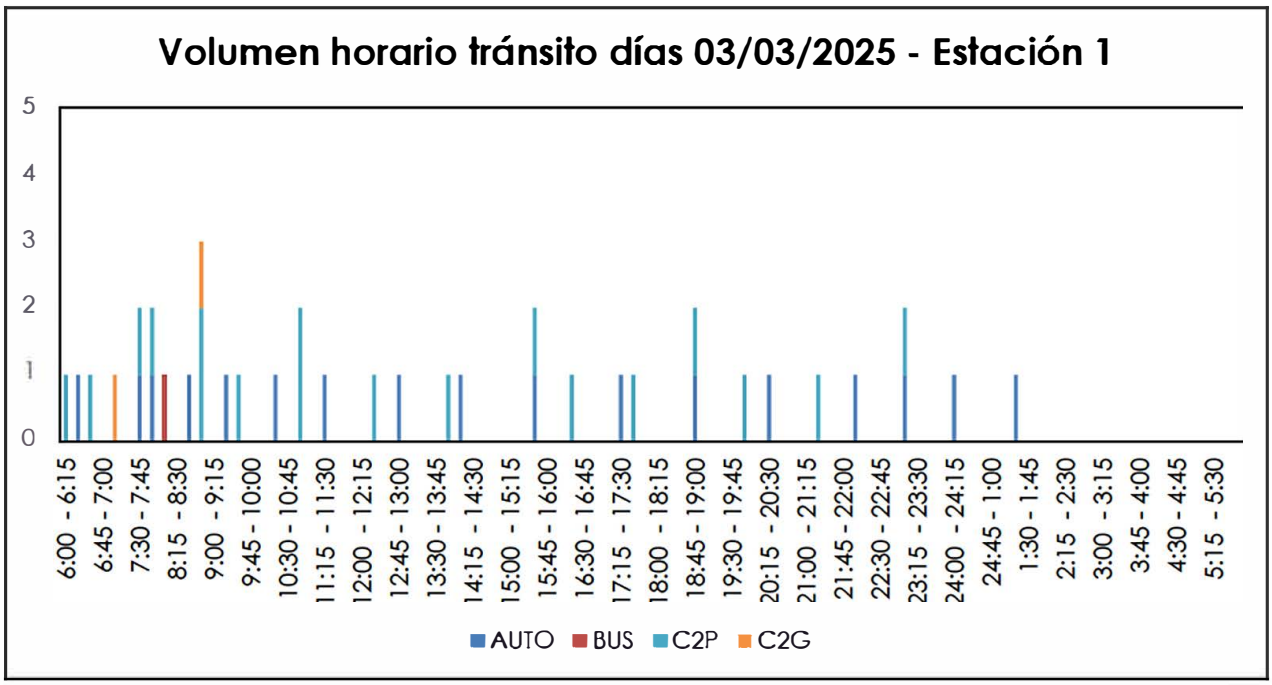


Fuente: Elaboración propia.

El día 02/03/2025, el volumen vehicular estuvo dominado por autos particulares y C2-P (15 vehículos y 12 vehículos respectivamente) y una actividad moderada de vehículos tipo Buseta (2 vehículos) y C2-G (4 vehículos). Las horas con mayor demanda fueron 6:00 a.m. – 6:15 a.m., 8:15 a.m. – 8:30 a.m., 12:15 p.m. – 12:30 p.m., 13:30 p.m. -13:45 p.m. y 15:30 p.m. – 15:45 p.m.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 7. Volumen horario tránsito días 03/03/2025 – Estación 1.

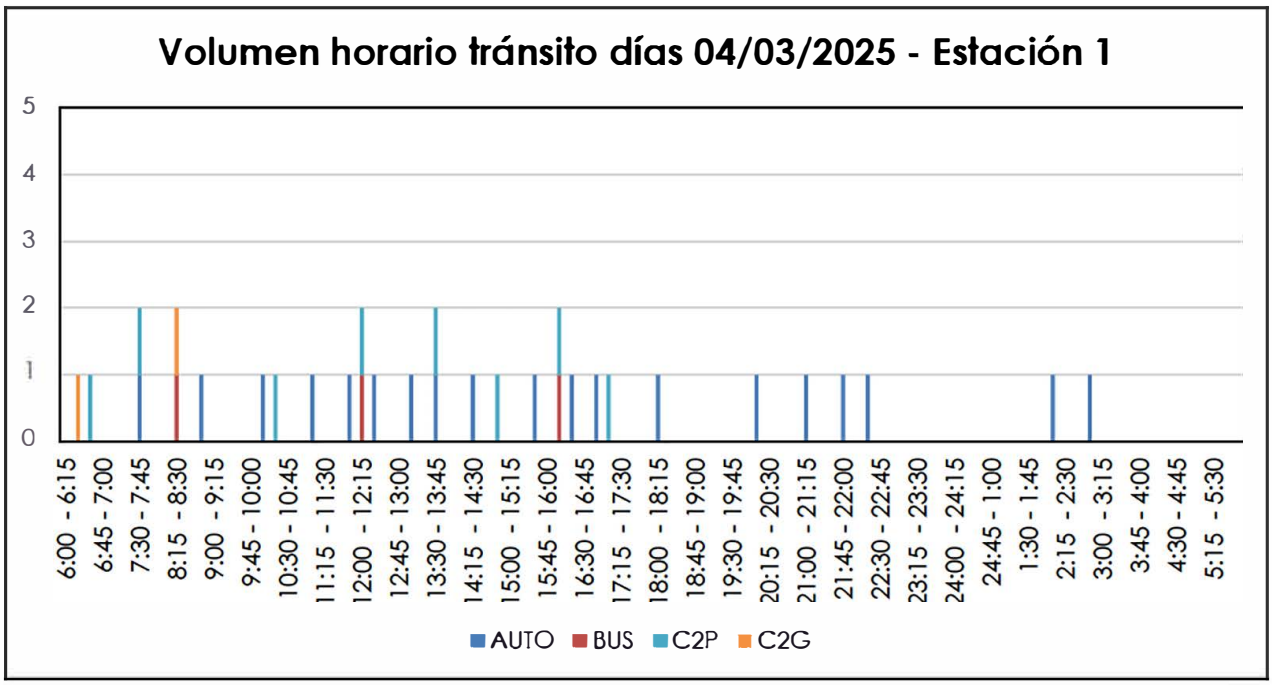


Fuente: Elaboración propia.

El día 03/03/2025, el volumen vehicular estuvo dominado por autos particulares y C2-P (17 vehículos y 18 vehículos respectivamente) y una actividad moderada de vehículos tipo Buseta (1 vehículos) y C2-G (2 vehículos). Las horas con mayor demanda fueron 8:45 a.m. – 9:00 a.m. y 10:45 a.m. – 11:00 a.m.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 8. Volumen horario tránsito días 04/03/2025 – Estación 1.

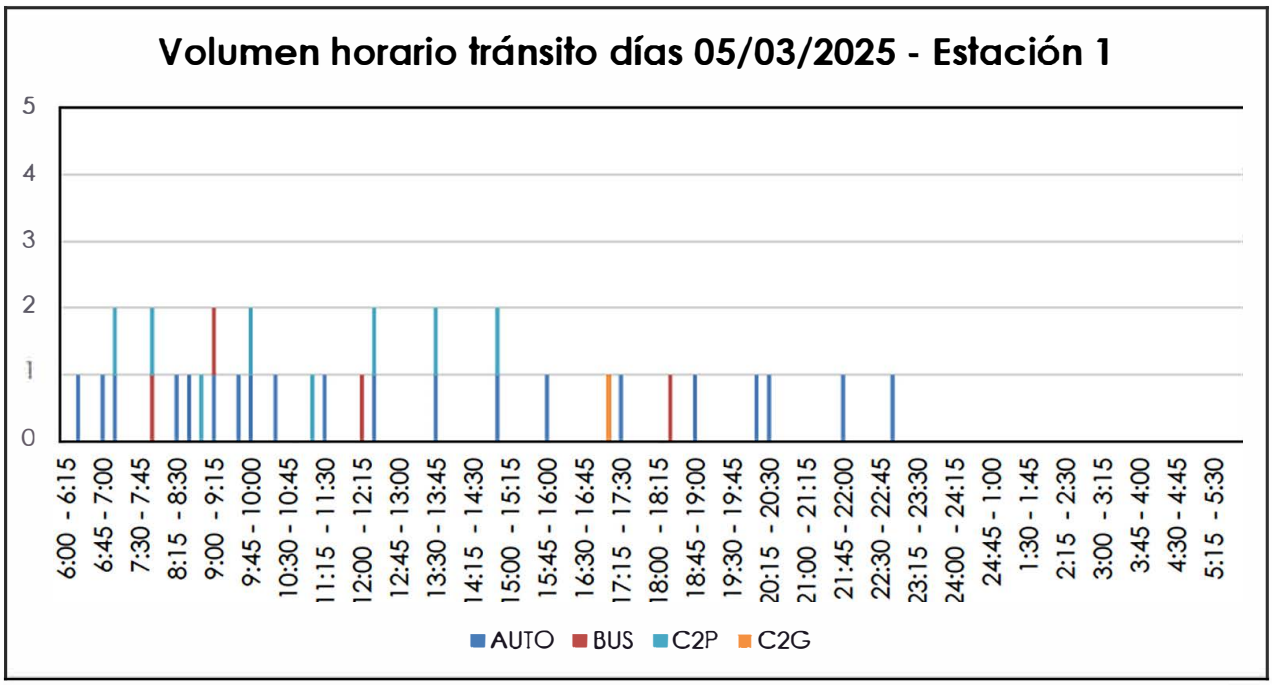


Fuente: Elaboración propia.

El día 04/03/2025, el volumen vehicular estuvo dominado por autos particulares y C2-G (19 vehículos y 2 vehículos respectivamente) y una actividad moderada de vehículos tipo Buseta (3 vehículos) y C2-P (8 vehículos). Las horas con mayor demanda fueron 7:30 a.m. – 7:45 a.m., 8:15 a.m. – 8:30 a.m., 12:00 p.m. – 12:15 p.m., 13:30 p.m. – 13:45 p.m. y 16:00 p.m. – 16:15 p.m.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 9. Volumen horario tránsito días 05/03/2025 – Estación 1.

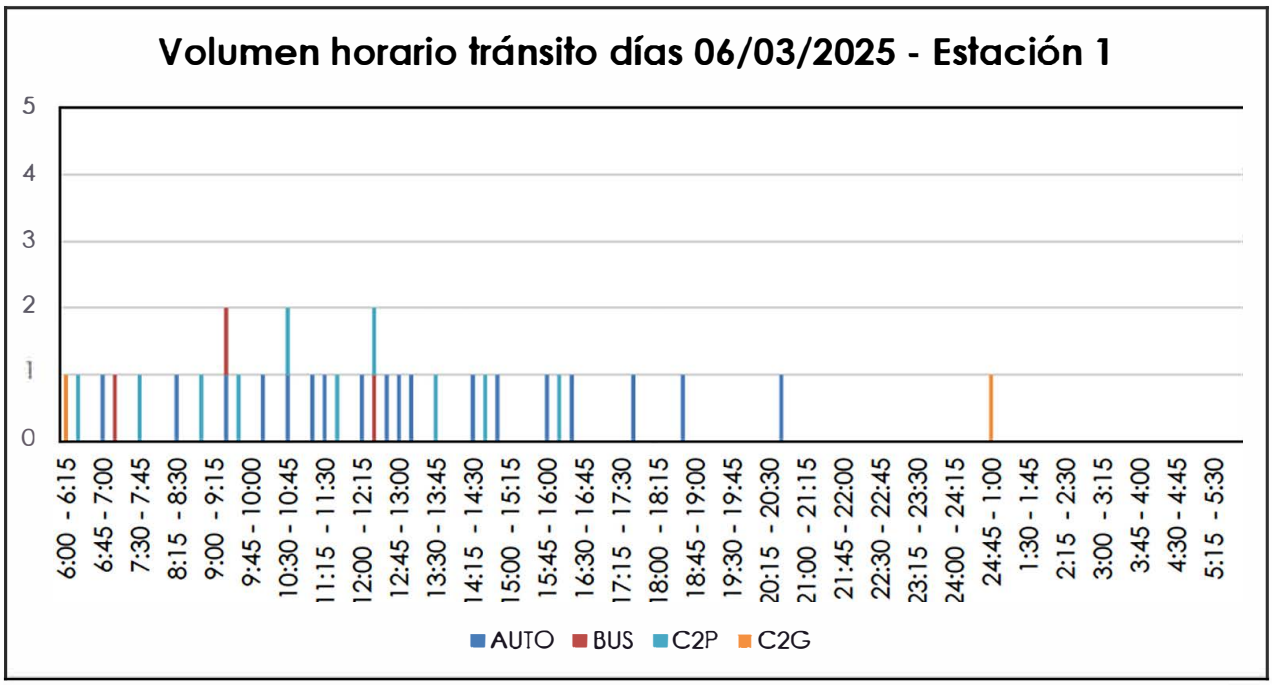


Fuente: Elaboración propia.

El día 05/03/2025, el volumen vehicular estuvo dominado por autos particulares y C2-G (20 vehículos y 1 vehículos respectivamente) y una actividad moderada de vehículos tipo Buseta (4 vehículos) y C2-P (8 vehículos). Las horas con mayor demanda fueron 7:00 a.m. – 7:15 a.m., 7:45 a.m. – 8:00 a.m., 9:00 a.m. – 9:15 a.m., 9:45 a.m. – 10:00 a.m., 12:15 p.m. – 12:30 p.m., 13:30 p.m. – 13:45 p.m. y 14:45 p.m. – 15:00 p.m.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 10. Volumen horario tránsito días 06/03/2025 – Estación 1.

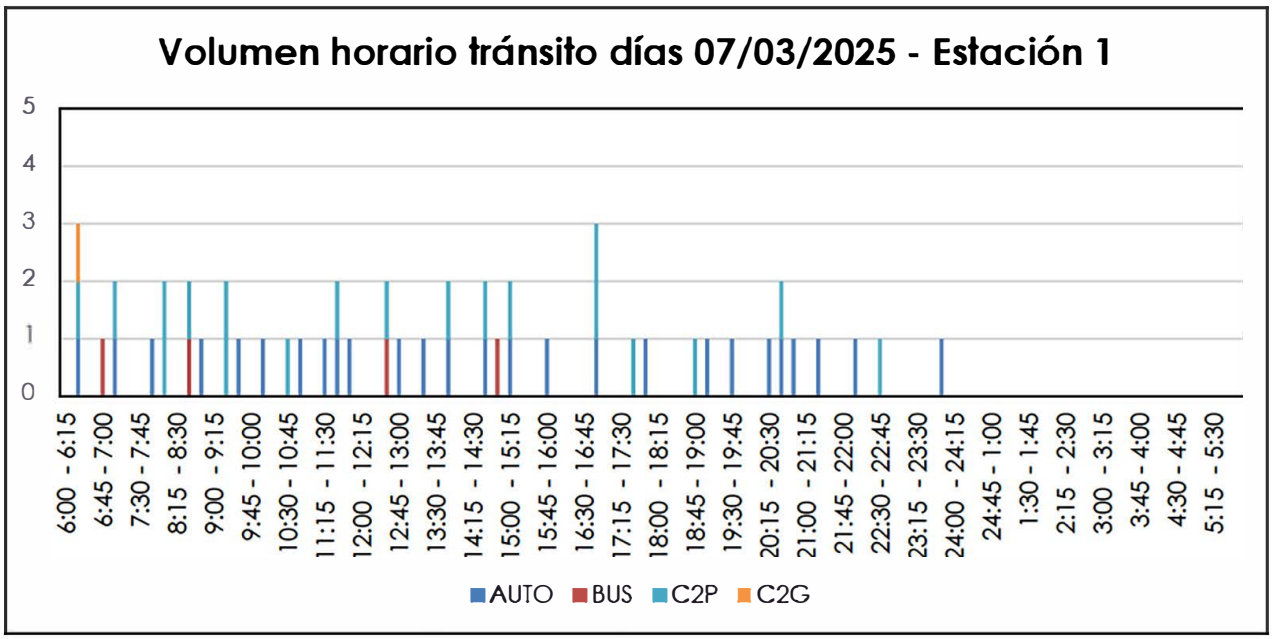


Fuente: Elaboración propia.

El día 06/03/2025, el volumen vehicular estuvo dominado por autos particulares y C2-G (18 vehículos y 2 vehículos respectivamente) y una actividad moderada de vehículos tipo Buseta (3 vehículos) y C2-P (10 vehículos). Las horas con mayor demanda fueron 9:15 a.m. – 9:30 a.m., 10:30 a.m. – 10:45 a.m. y 12:15 p.m. – 12:30 p.m.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 11. Volumen horario tránsito días 07/03/2025 – Estación 1.

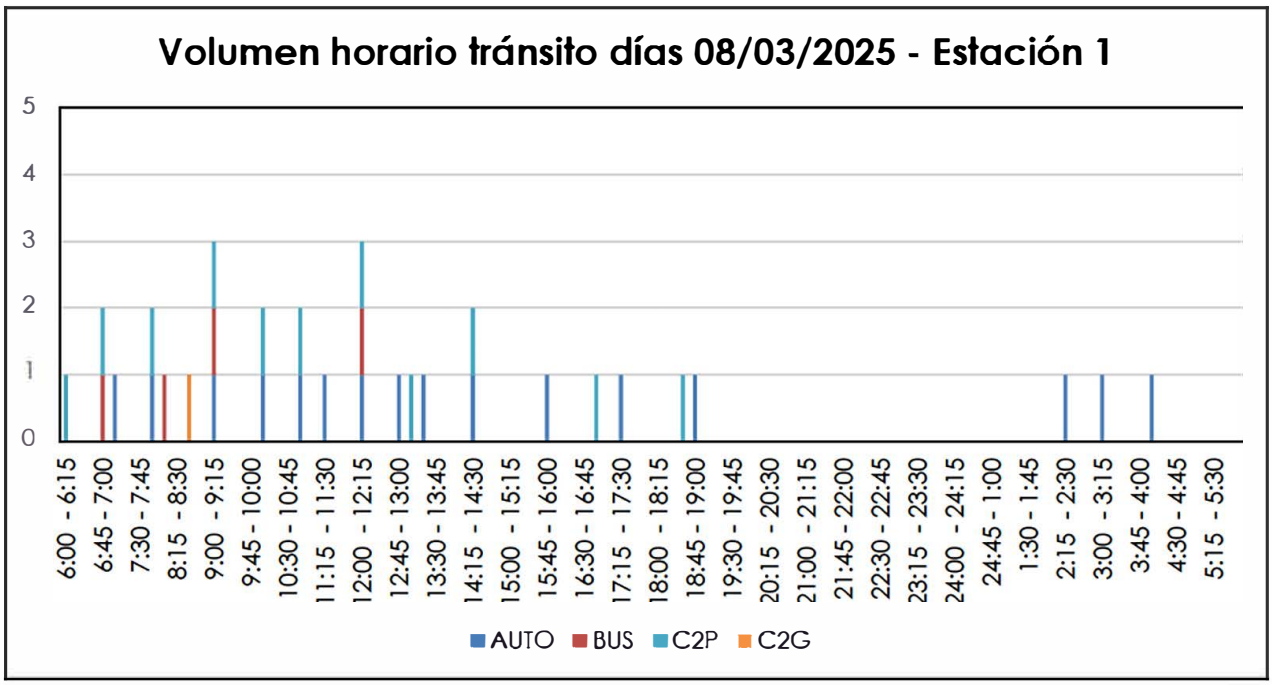


Fuente: Elaboración propia.

El día 07/03/2025, el volumen vehicular estuvo dominado por autos particulares y C2-P (26 vehículos y 1 vehículos respectivamente) y una actividad moderada de vehículos tipo Buseta (4 vehículos) y C2-G (19 vehículos). Las horas con mayor demanda fueron 6:15 a.m. – 6:30 a.m. y 16:45 p.m. – 17:00 p.m.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 12. Volumen horario tránsito días 08/03/2025 – Estación 1.

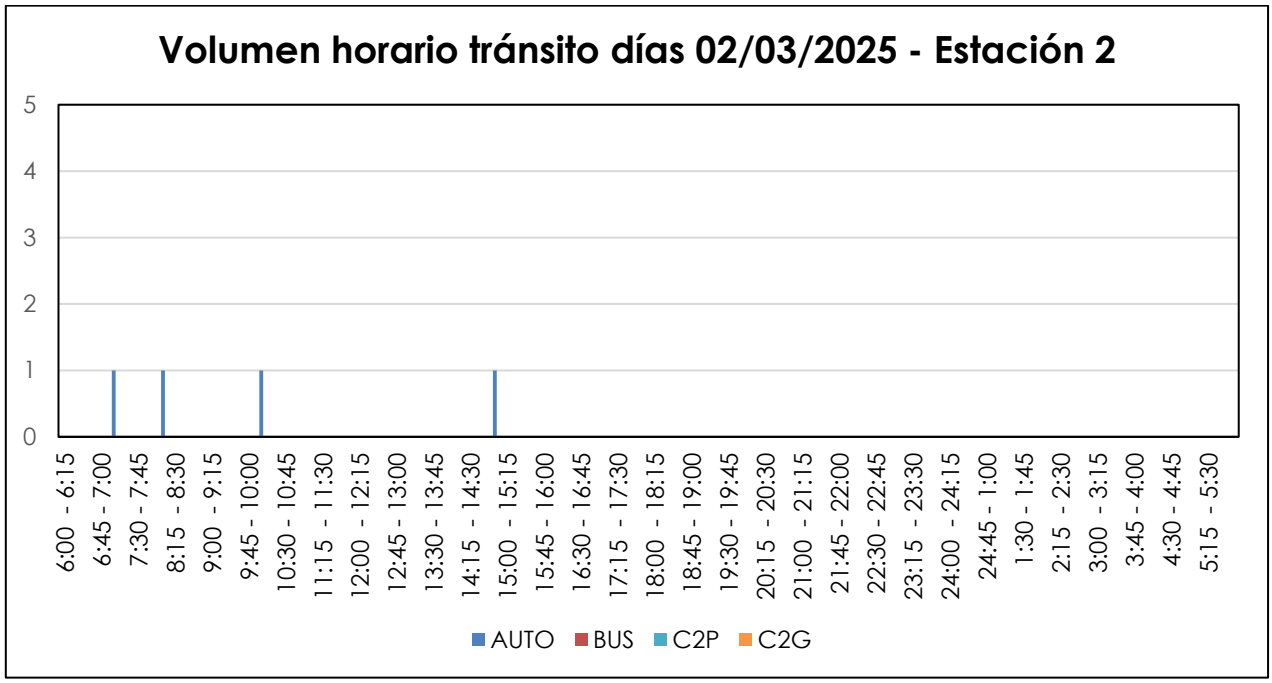


Fuente: Elaboración propia.

El día 08/03/2025, el volumen vehicular estuvo dominado por autos particulares y C2-P (16 vehículos y 11 vehículos respectivamente) y una actividad moderada de vehículos tipo Buseta (4 vehículos) y C2-G (1 vehículos). Las horas con mayor demanda fueron 9:00 a.m. – 9:15 a.m. y 12:00 p.m. – 12:15 p.m.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 13. *Volumen horario tránsito días 02/03/2025 – Estación 2.*

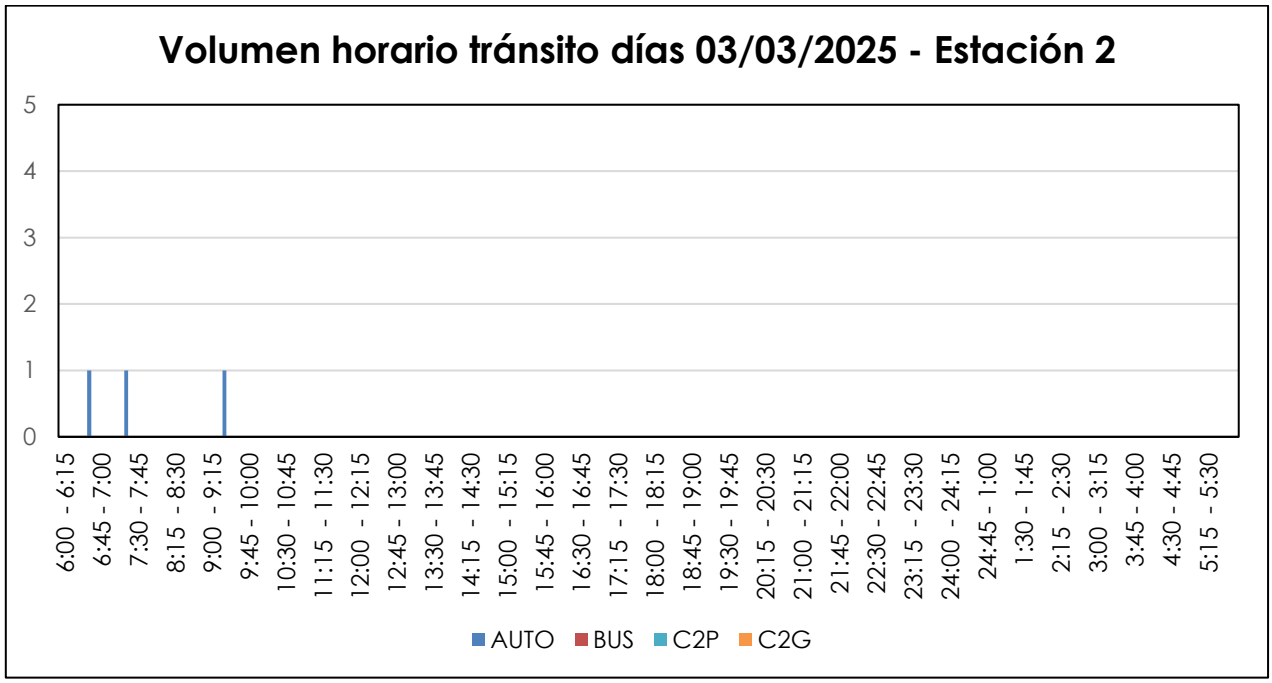


Fuente: Elaboración propia.

El día 02/03/2025, el volumen vehicular estuvo dominado por autos particulares (4 vehículos). Las horas con mayor demanda fueron 7:00 a.m. – 7:15 a.m., 8:00 a.m. – 8:15 a.m., 10:00 a.m. – 10:15 a.m. y 14:45 p.m. – 15:00 p.m.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 14. *Volumen horario tránsito días 03/03/2025 – Estación 2.*

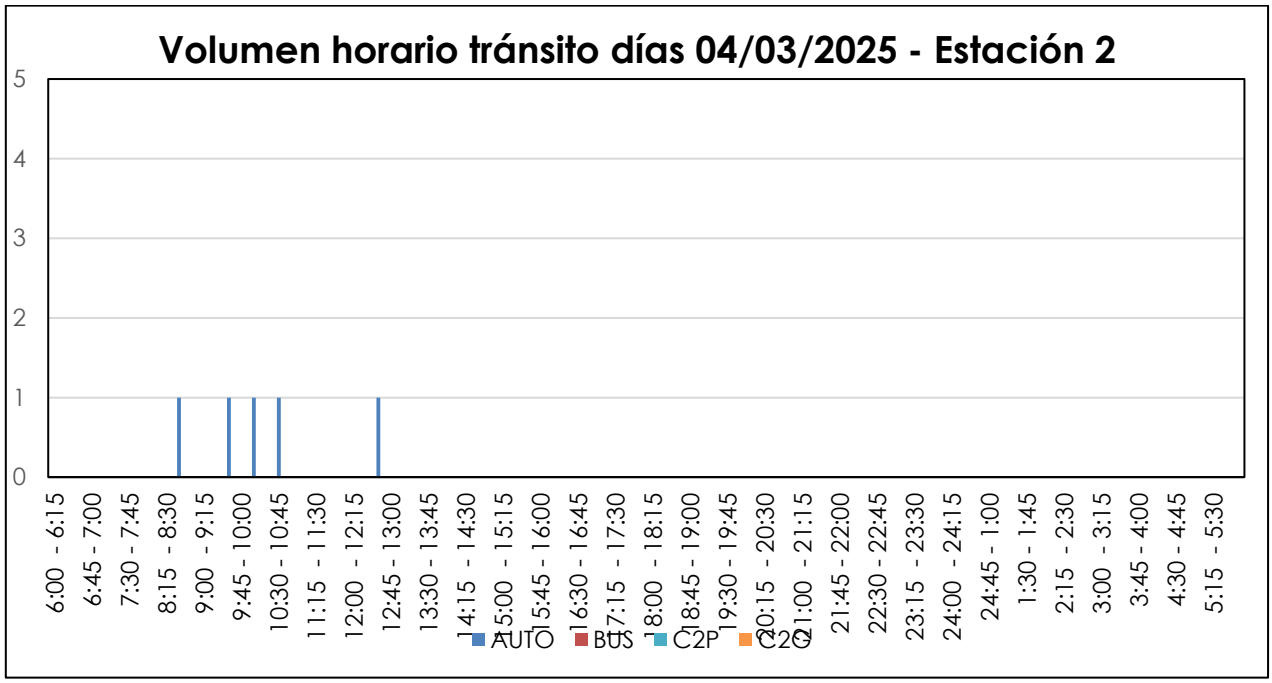


Fuente: Elaboración propia.

El día 03/03/2025, el volumen vehicular estuvo dominado por autos particulares (3 vehículos). Las horas con mayor demanda fueron 6:30 a.m. – 6:45 a.m., 7:15 a.m. – 7:30 a.m., y 9:15 a.m. – 9:30 a.m.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 15. *Volumen horario tránsito días 04/03/2025 – Estación 2.*

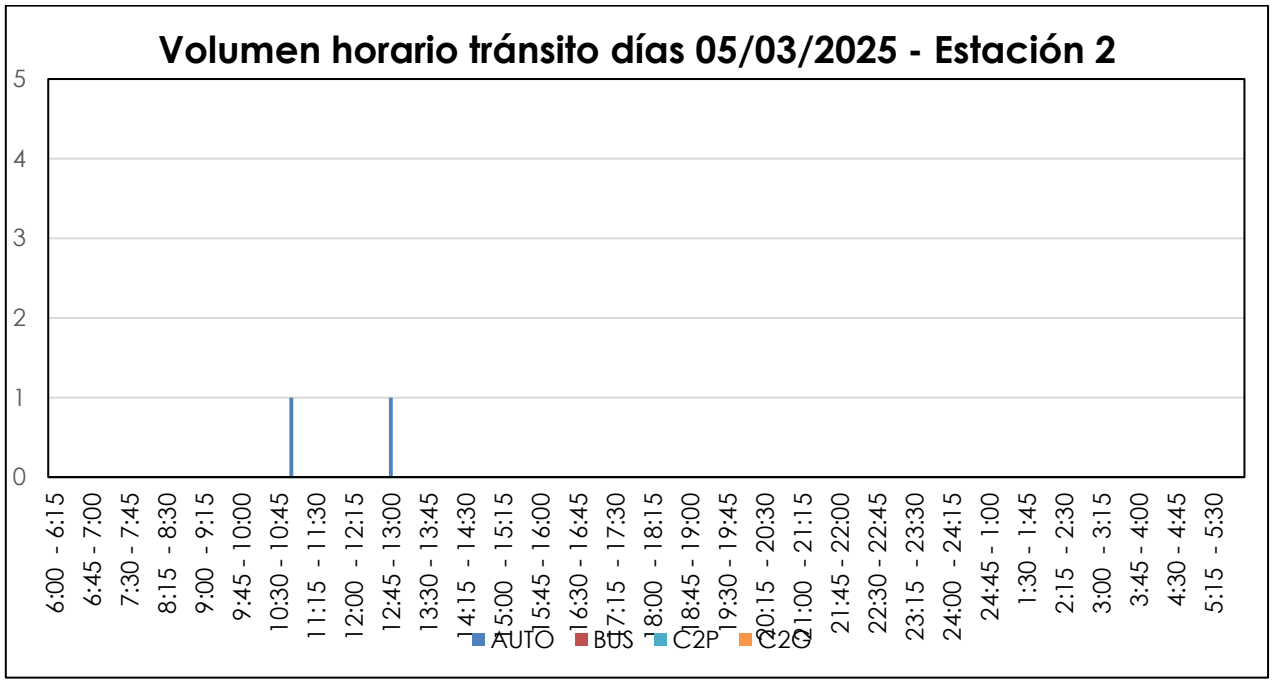


Fuente: Elaboración propia.

El día 04/03/2025, el volumen vehicular estuvo dominado por autos particulares (5 vehículos). Las horas con mayor demanda fueron 8:30 a.m. – 8:45 a.m., 9:30 a.m. – 9:45 a.m., 10:00 a.m. – 10:15 a.m., 10:30 a.m. – 10:45 a.m. y 12:30 p.m. – 12:45 p.m.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 16. *Volumen horario tránsito días 05/03/2025 – Estación 2.*

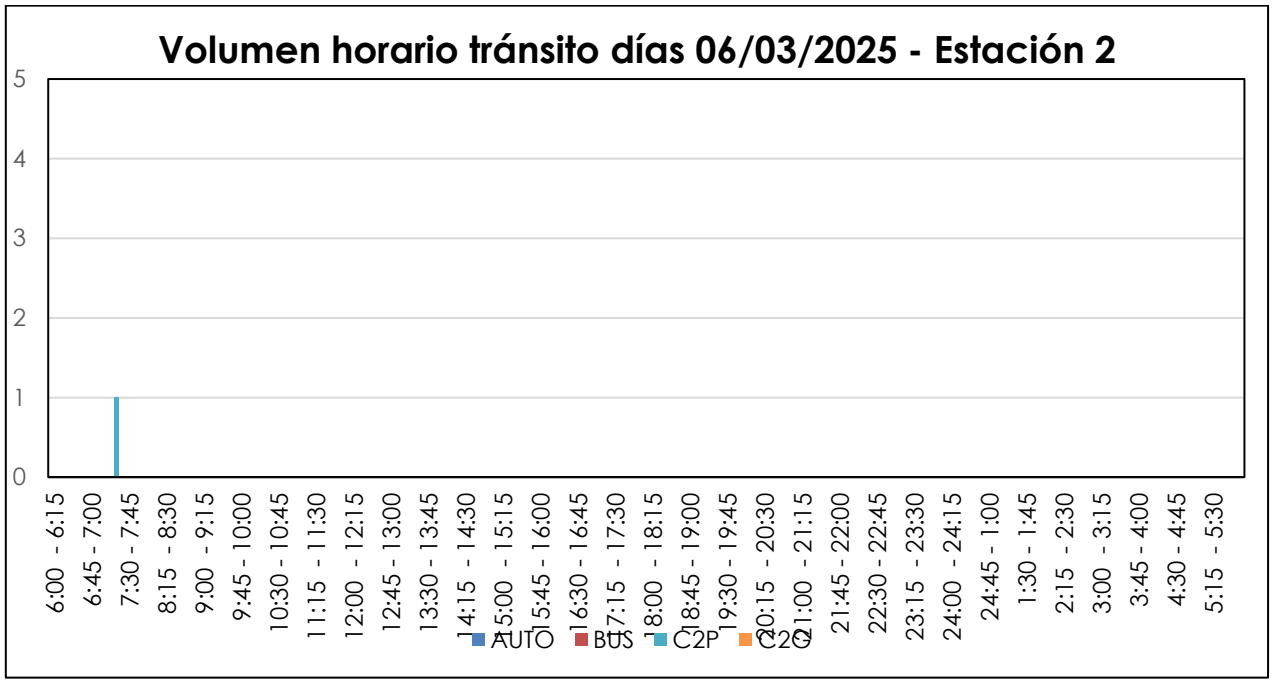


Fuente: Elaboración propia.

El día 05/03/2025, el volumen vehicular estuvo dominado por autos particulares (2 vehículos). Las horas con mayor demanda fueron 10:45 a.m. – 11:00 a.m. y 12:45 p.m. – 13:00 p.m.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 17. *Volumen horario tránsito días 06/03/2025 – Estación 2.*

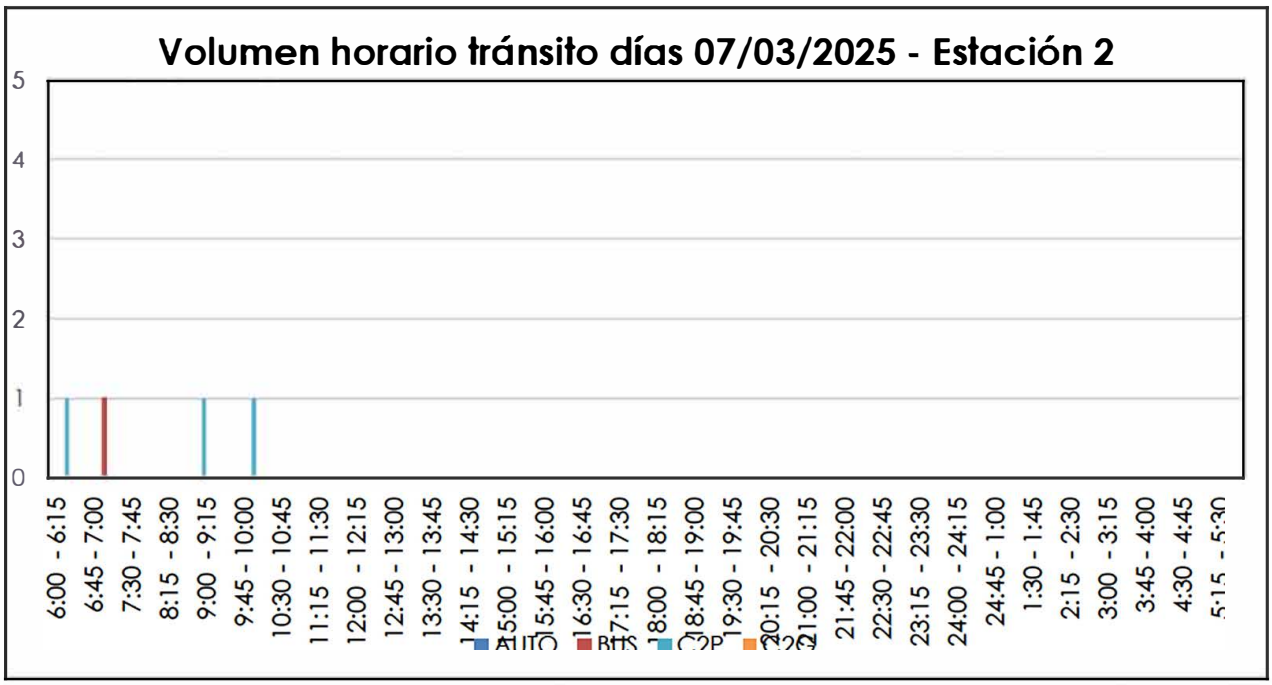


Fuente: Elaboración propia.

El día 06/03/2025, el volumen vehicular estuvo dominado por C2-P (1 vehículos). Las horas con mayor demanda fueron 7:15 a.m. – 7:30 a.m.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 18. Volumen horario tránsito días 07/03/2025 – Estación 2.

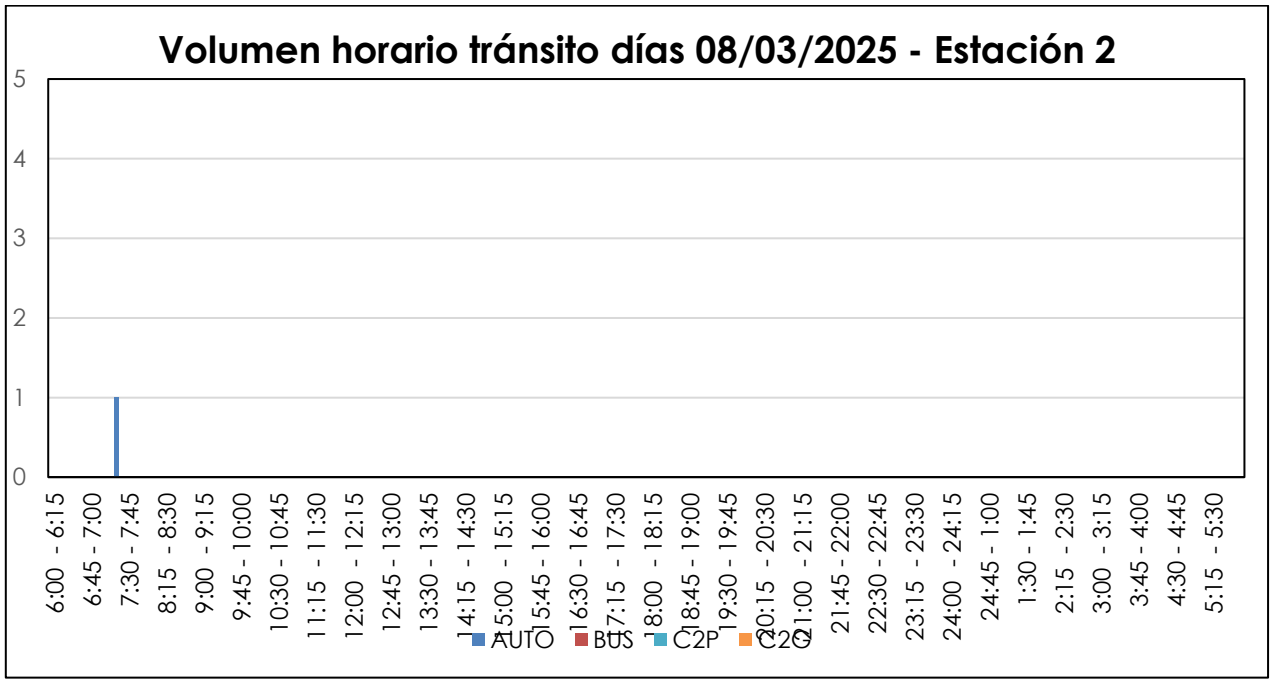


Fuente: Elaboración propia.

El día 07/03/2025, el volumen vehicular estuvo dominado por buses y C2-P (1 y 3 vehículos respectivamente). Las horas con mayor demanda fueron 6:15 a.m. – 6:30 a.m.,7:00 a.m. – 7:15 a.m., 9:00 a.m. – 9:15 a.m. y 10:00 a.m. – 10:15 a.m.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 19. *Volumen horario tránsito días 08/03/2025 – Estación 2.*



Fuente: Elaboración propia.

El día 08/03/2025, el volumen vehicular estuvo dominado por autos particulares (1 vehículo). Las horas con mayor demanda fueron 7:15 a.m. – 7:30 a.m.

8.2.4.1. Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda

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:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})}$$

Donde:

ESTUDIO DE TRÁNSITO

FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.

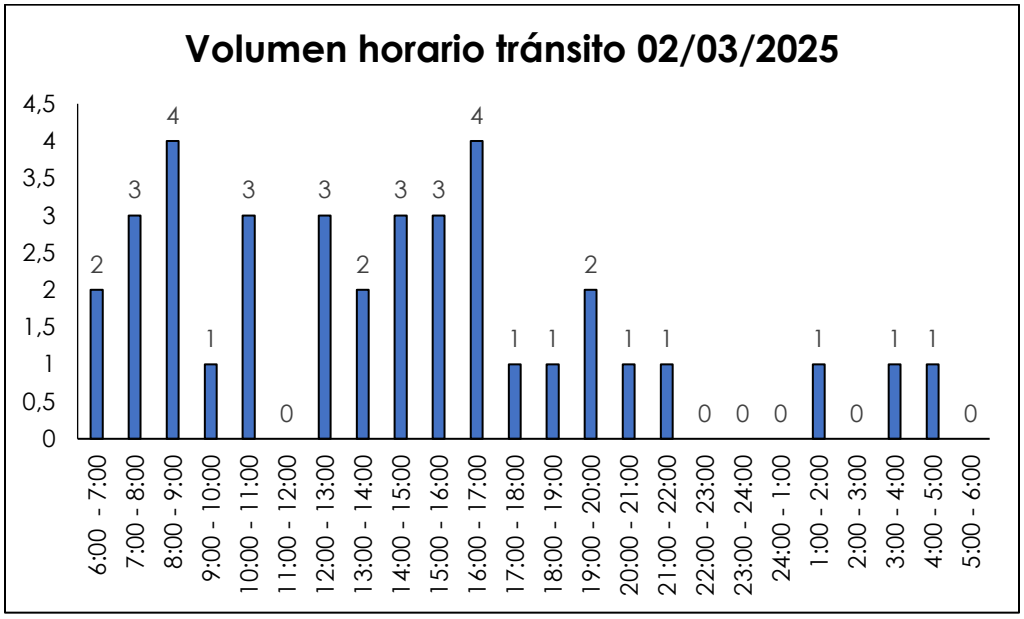
VHMD: Volumen horario de máxima demanda.

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, en el tramo, se muestra a continuación, se presenta las gráficas consolidadas con los datos obtenidos de la estación 1 y la estación 2.

Gráfico 20. *Variación del volumen de tránsito día 02/03/2025.*



Fuente: Elaboración propia.

La hora de máxima demanda fue 8:00 a 9:00 am y 16:00 a 17:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 7. *Demanda máxima 02/03/2025.*

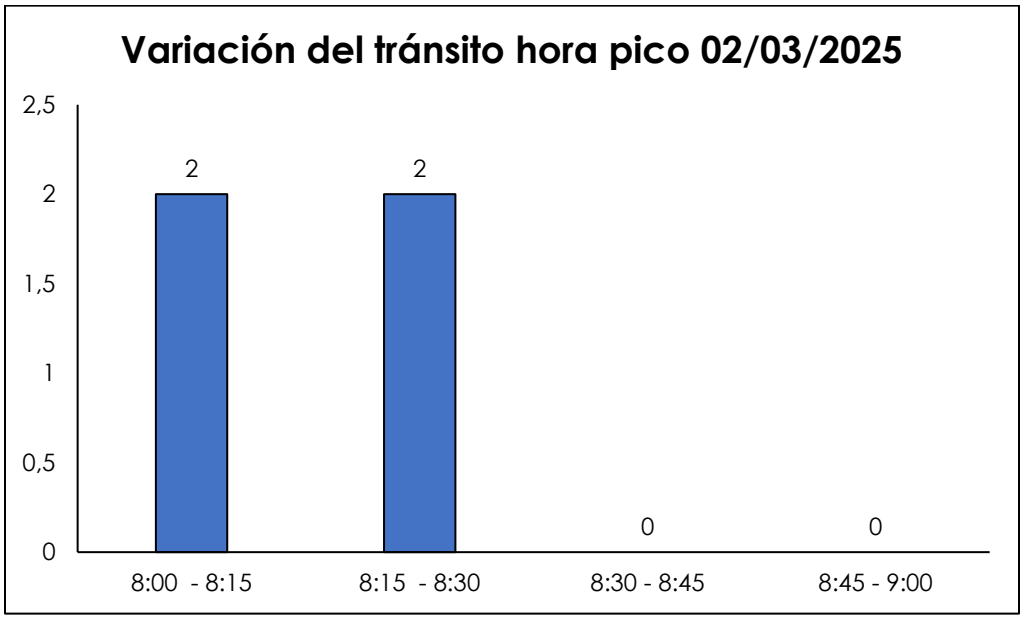
VHMD	4veh/hr
HORA	8:00 – 9:00 am 16:00 – 17:00 pm

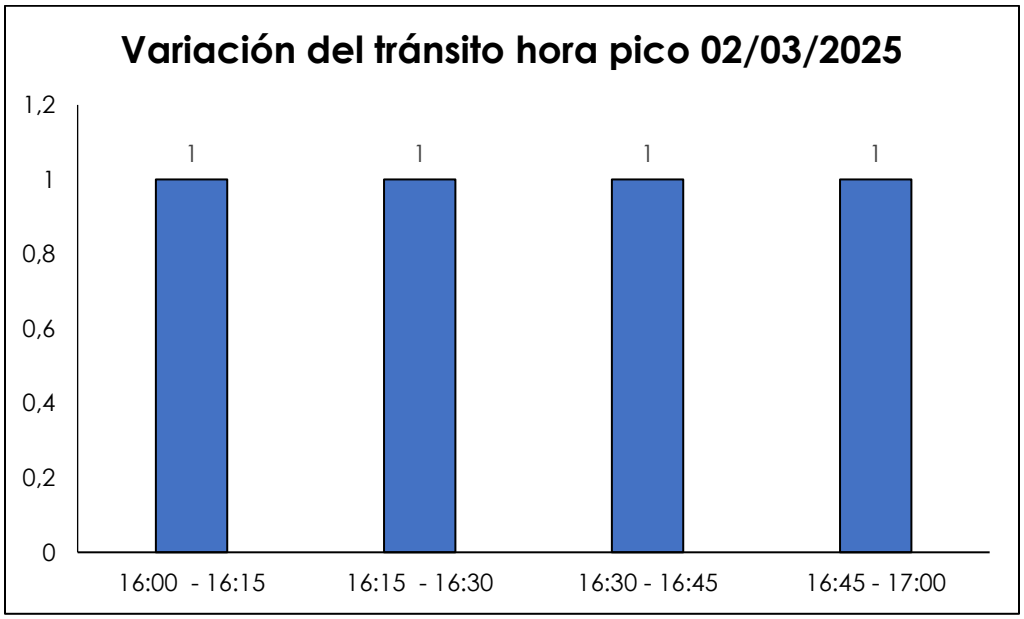
Fuente: Elaboración propia.

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

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 21. *Variación del volumen de tránsito en la hora pico 02/03/2025.*





Fuente: Elaboración propia.

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

ESTUDIO DE TRÁNSITO

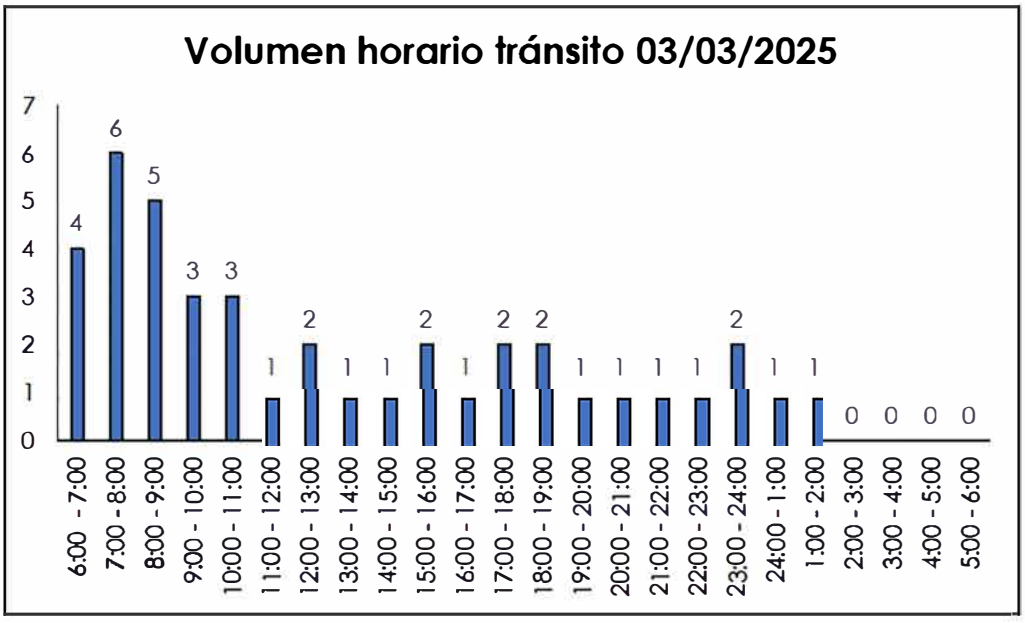
Tabla 8. Volumen horario máximo 02/03/2025.

HORA	VOLUMEN
8:00 – 8:15 am	2
8:15 – 8:30 am	2
8:30 – 8:45 am	0
8:45 – 9:00 am	0
16:00 – 16:15 pm	1
16:15 – 16:30 pm	1
16:30 – 16:45 pm	1
16:45 – 17:00 pm	1

Fuente: Elaboración propia.

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.50 en el horario de 8:00 – 8:15 am o 8:15 – 8:30 am y en el horario de la tarde el factor de máxima demanda es de 1, valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

Gráfico 22. Variación del volumen de tránsito día 03/03/2025.



Fuente: Elaboración propia.

La hora de máxima demanda fue 7:00 a 8:00 am y su volumen horario es:

ESTUDIO DE TRÁNSITO

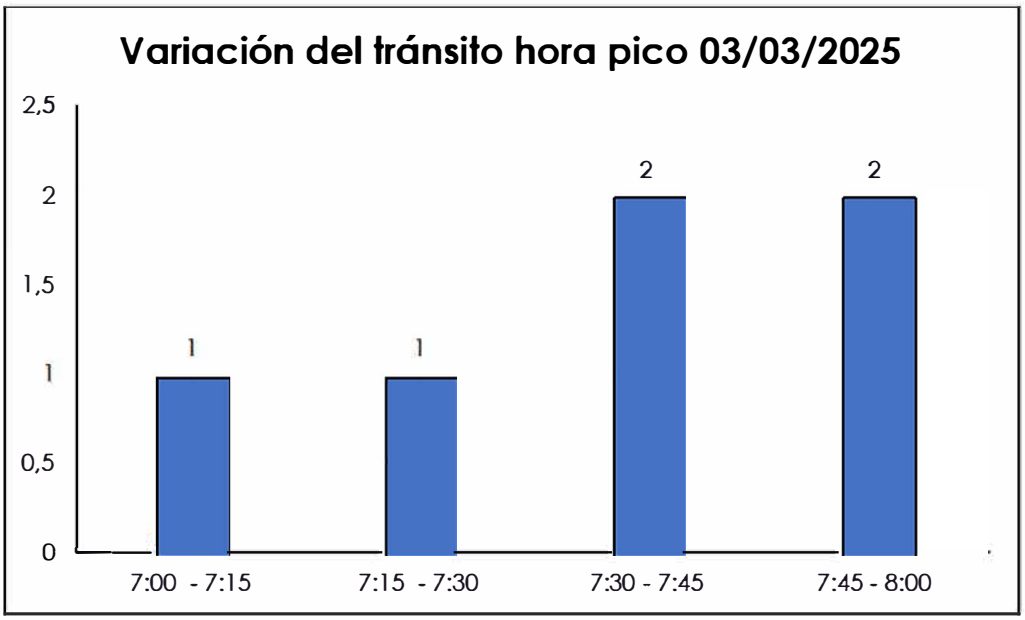
Tabla 9. Demanda máxima 03/03/2025.

VHMD	6veh/hr
HORA	7:00 – 8:00 am

Fuente: Elaboración propia.

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

Gráfico 23. Variación del volumen de tránsito en la hora pico 03/03/2025.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Volumen horario máximo 03/03/2025.

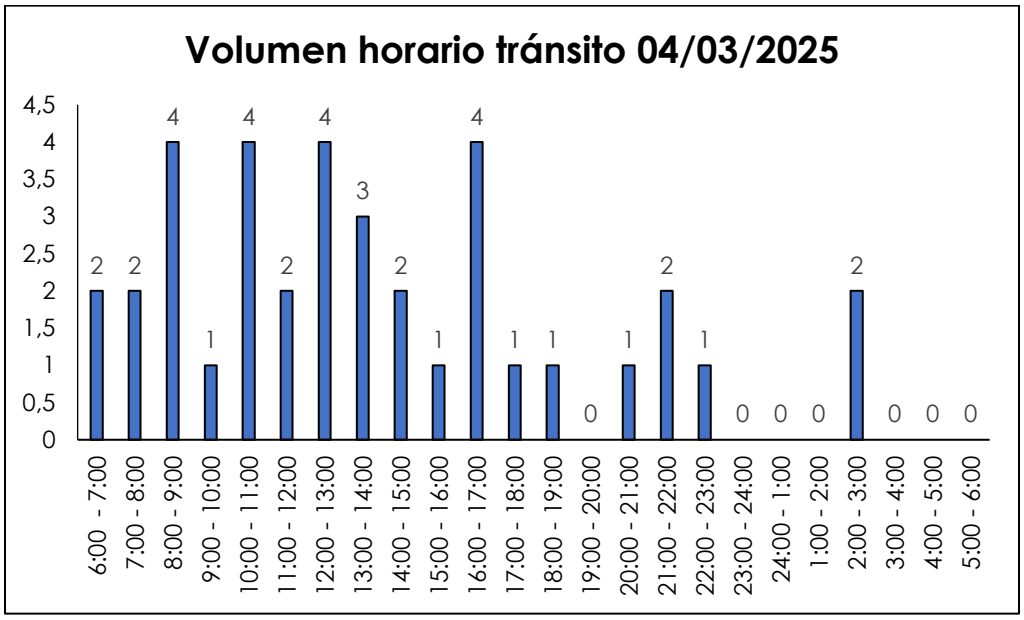
HORA	VOLUMEN
7:00 – 7:15 am	1
7:15 – 7:30 am	1
7:30 – 7:45 am	2
7:45 – 8:00 am	2

Fuente: Elaboración propia.

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.75 en el horario de 7:30 – 8:00 am, valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 24. *Variación del volumen de tránsito día 04/03/2025.*



Fuente: Elaboración propia.

La hora de máxima demanda fue 8:00 a 9:00 am, 10:00 a 11:00 am, 12:00 a 13:00 pm y 16:00 a 17:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 11. *Demanda máxima 04/03/2025.*

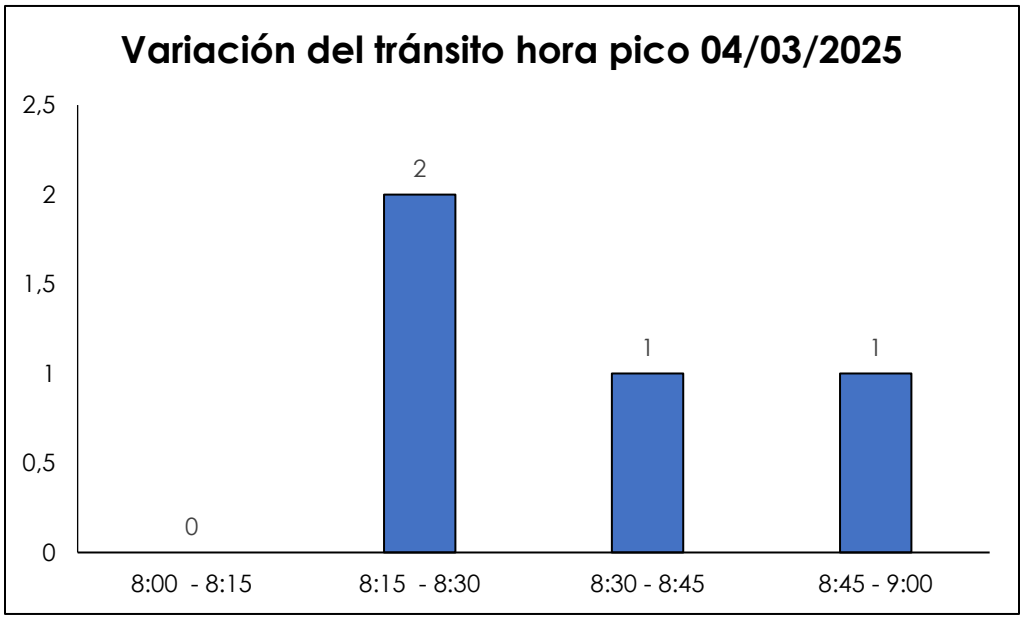
VHMD	4veh/hr
HORA	8:00 - 9:00 am 10:00 - 11:00 am 12:00 – 13:00 pm 16:00 - 17:00 pm

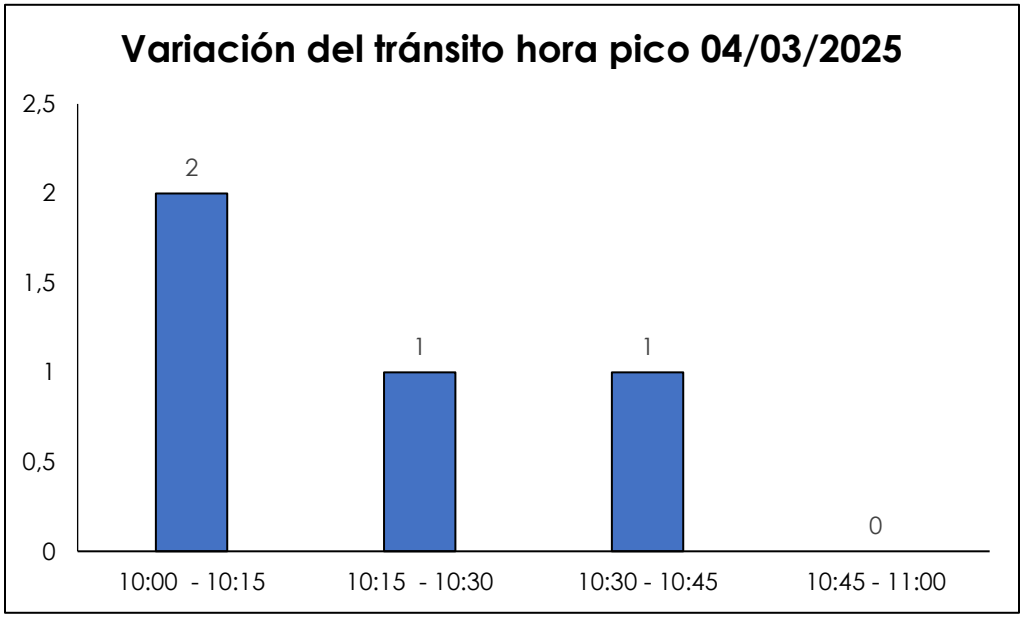
Fuente: Elaboración propia.

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

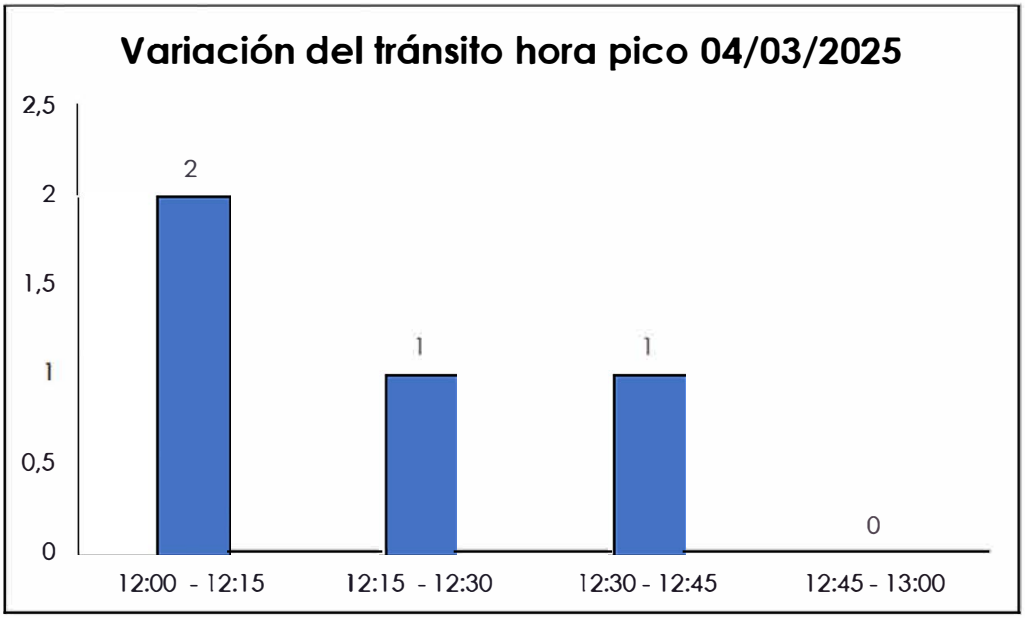
ESTUDIO DE TRÁNSITO

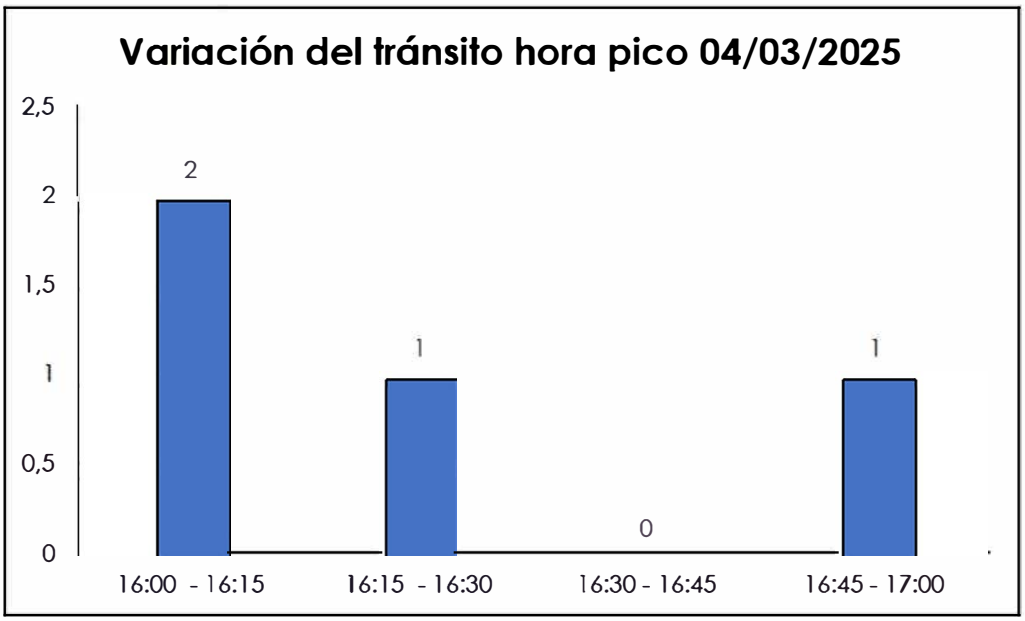
Gráfico 25. *Variación del volumen de tránsito en la hora pico 04/03/2025.*





ESTUDIO DE TRÁNSITO





Fuente: Elaboración propia.

***Tabla 12.** Volumen horario máximo 04/03/2025.*

HORA	VOLUMEN
8:00 - 8:15 am	0
8:15 - 8:30 am	2
8:30- 8:45 am	1

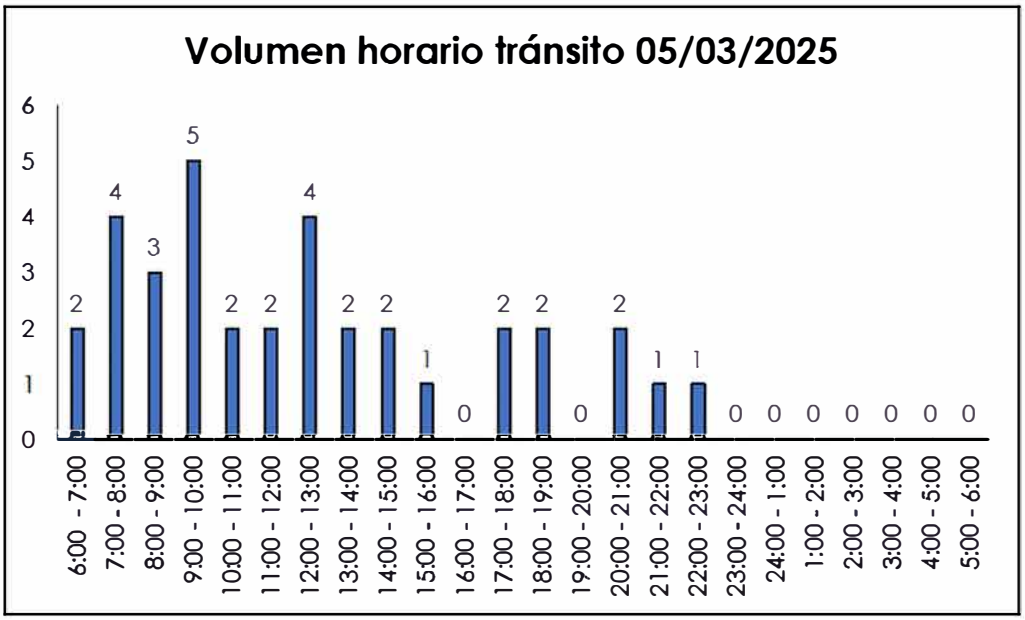
ESTUDIO DE TRÁNSITO

HORA	VOLUMEN
8:45 - 9:00 am	1
10:00 - 10:15 am	2
10:15 - 10:30 am	1
10:30 - 10:45 am	1
10:45 - 11:00 am	0
12:00 - 12:15 pm	2
12:15 - 12:30 pm	1
12:30 - 12:45 pm	1
12:45 - 13:00 pm	0
16:00 - 16:15 pm	2
16:15 - 16:30 pm	1
16:30 - 16:45 pm	0
16:45 - 17:00 pm	1

Fuente: Elaboración propia.

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.50 en el horario de 8:15 – 8:30 am, 10:00 – 10:30 am, 12:00 – 12:15 pm y 16:00 – 16:15 pm, valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

***Gráfico 26**. Variación del volumen de tránsito día 05/03/2025.*



Fuente: Elaboración propia.

La hora de máxima demanda fue 9:00 a 10:00 am y su volumen horario es:

ESTUDIO DE TRÁNSITO

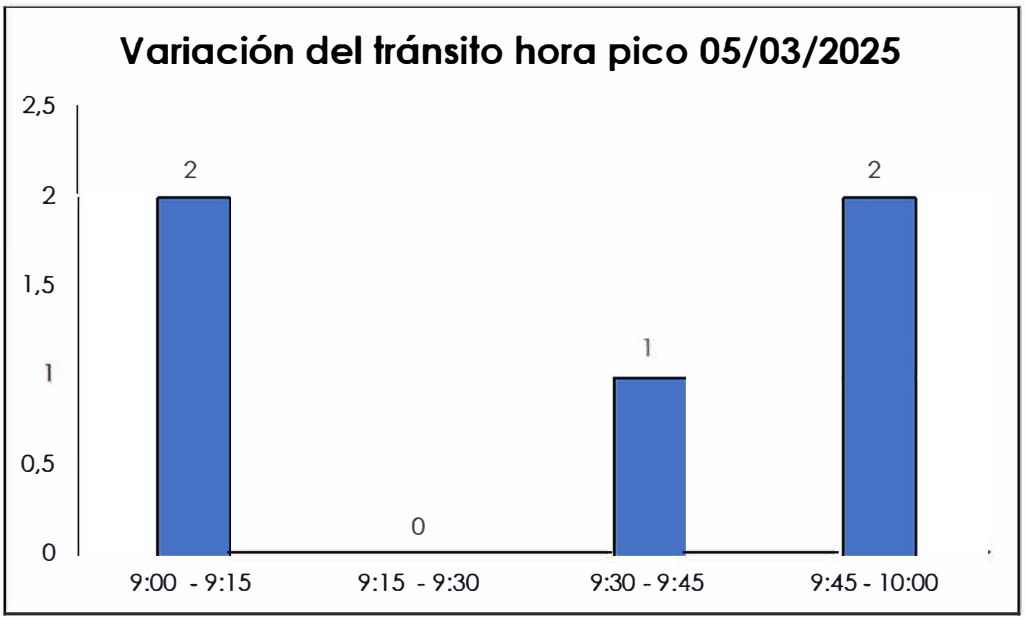
Tabla 13. Demanda máxima 05/03/2025.

VHMD	5veh/hr
HORA	9:00 – 10:00 am

Fuente: Elaboración propia.

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

Gráfico 27. Variación del volumen de tránsito en la hora pico 05/03/2025.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Volumen horario máximo 05/03/2025.

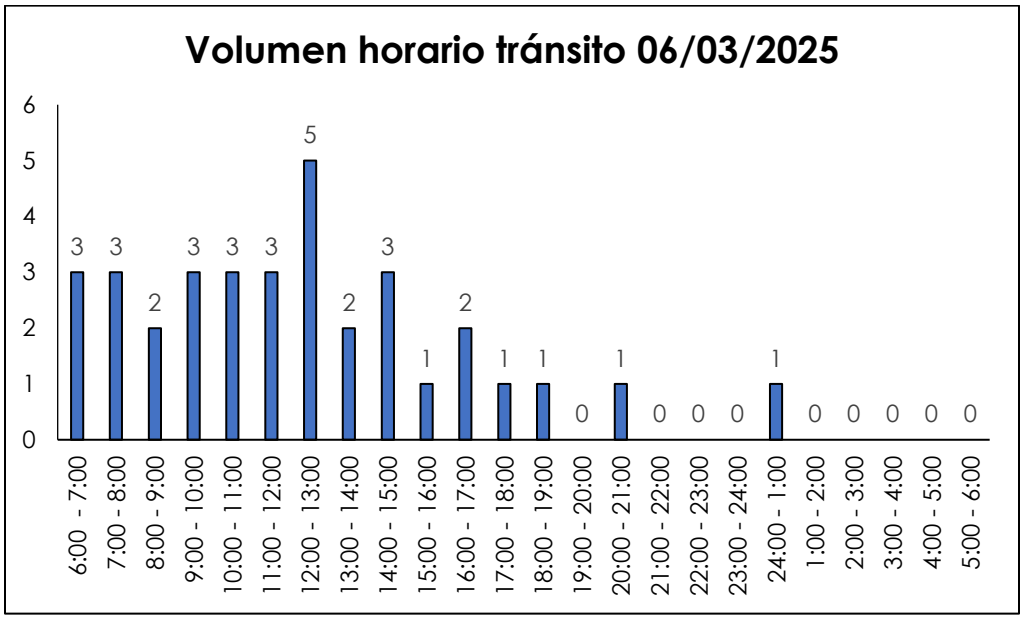
HORA	VOLUMEN
9:00 – 9:15 am	2
9:15 – 9:30 am	0
9:30 – 9:45 am	1
9:45 – 10:00 am	2

Fuente: Elaboración propia.

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.625 en el horario de 9:00 – 9:15 am, valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 28. *Variación del volumen de tránsito día 06/03/2025.*



Fuente: Elaboración propia.

La hora de máxima demanda fue 12:00 a 13:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 15. *Demanda máxima 06/03/2025.*

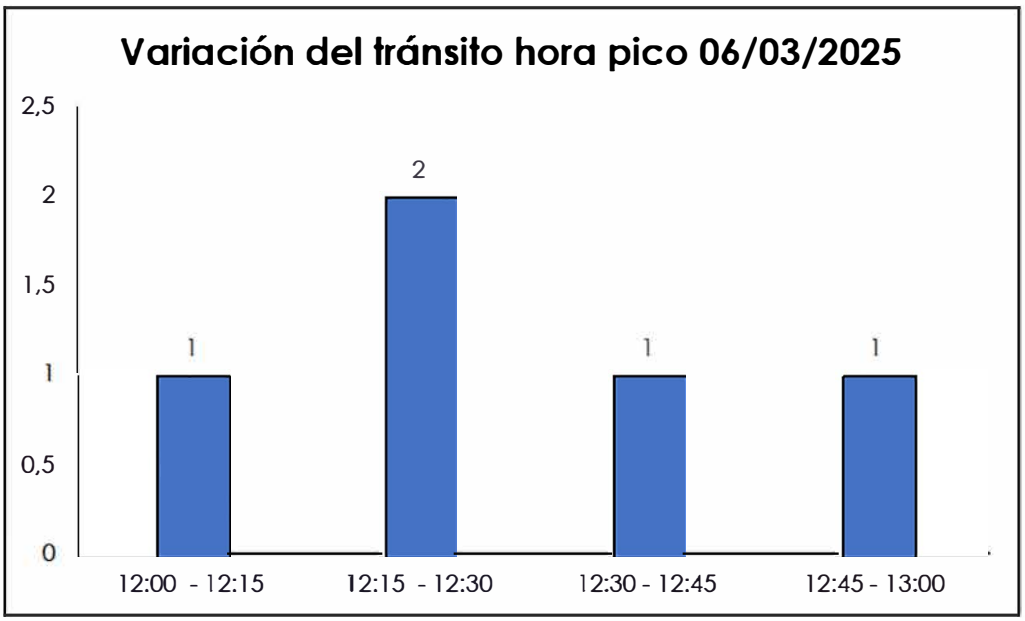
VHMD	5veh/hr
HORA	12:00 – 13:00 pm

Fuente: Elaboración propia.

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

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 29. Variación del volumen de tránsito en la hora pico 06/03/2025.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Volumen horario máximo 06/03/2025.

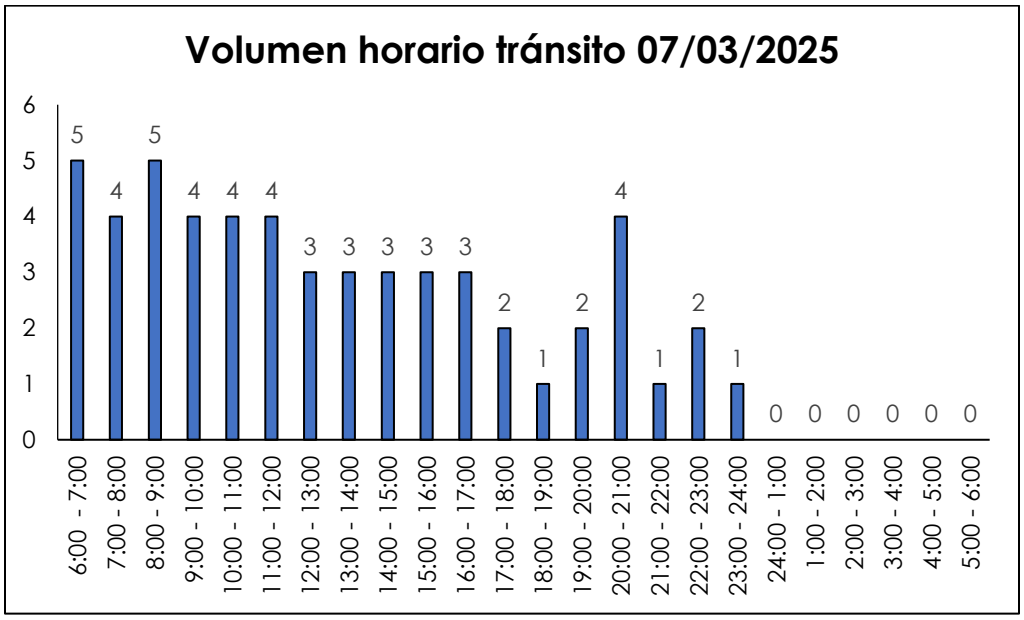
HORA	VOLUMEN
12:00 – 12:15 pm	1
12:15 – 12:30 pm	2
12:30 – 12:45 pm	1
12:45 – 13:00 pm	1

Fuente: Elaboración propia.

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.625 en el horario de 12:15 – 12:30 pm, valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 30. *Variación del volumen de tránsito día 07/03/2025.*



Fuente: Elaboración propia.

La hora de máxima demanda fue 6:00 a 7:00 am y 8:00 a 9:00 am y su volumen horario es:

Tabla 17. *Demanda máxima 07/03/2025.*

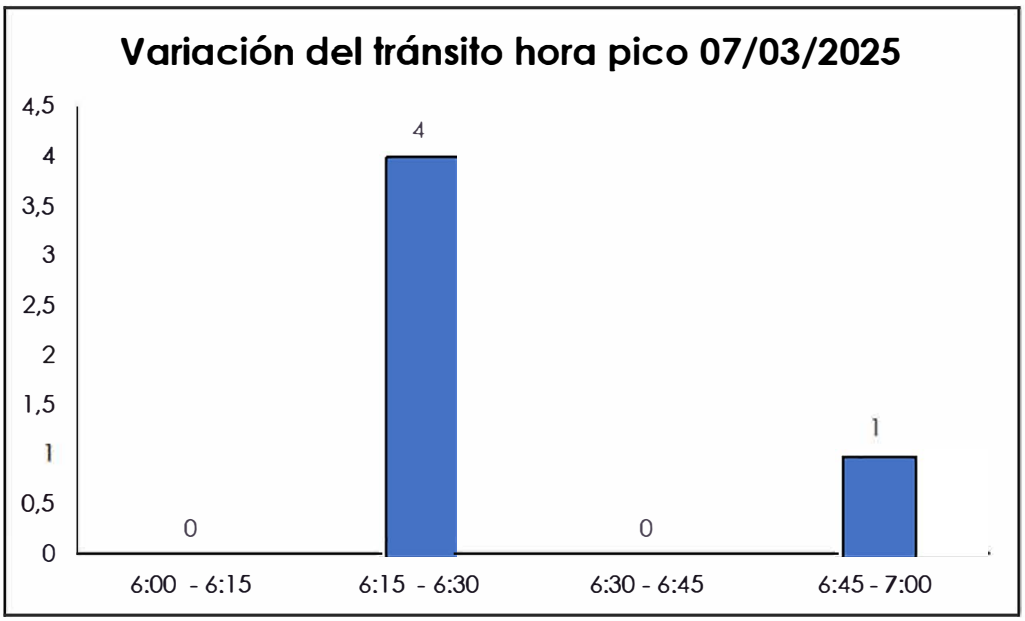
VHMD	5veh/hr
HORA	6:00 – 7:00 am 8:00 – 9:00 am

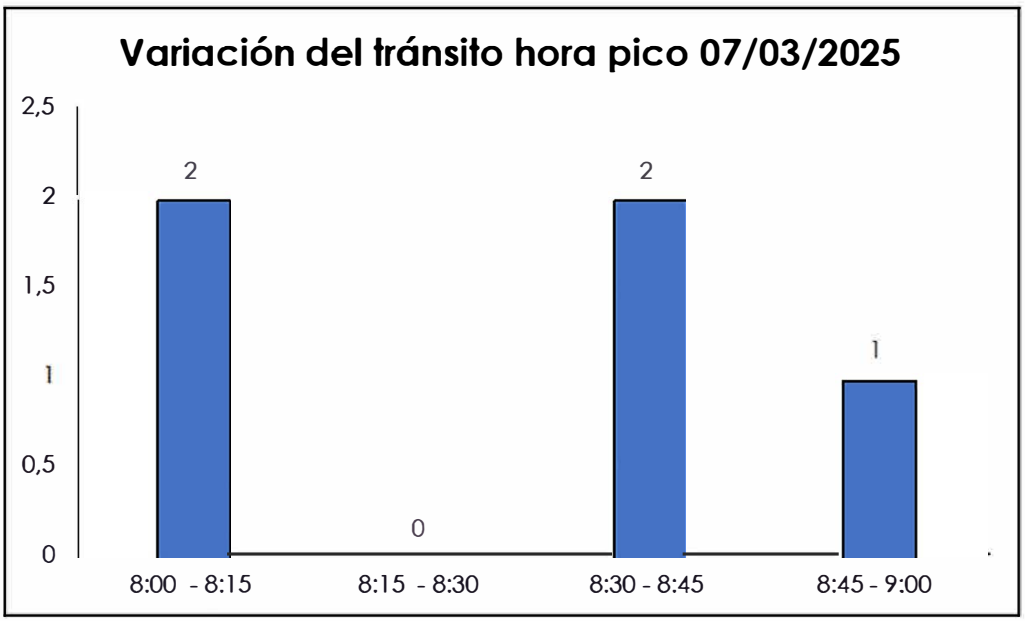
Fuente: Elaboración propia.

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

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Gráfico 31. Variación del volumen de tránsito en la hora pico 07/03/2025.





Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Volumen horario máximo 07/03/2025.

HORA	VOLUMEN
6:00 – 6:15 am	0
6:15 – 6:30 am	4

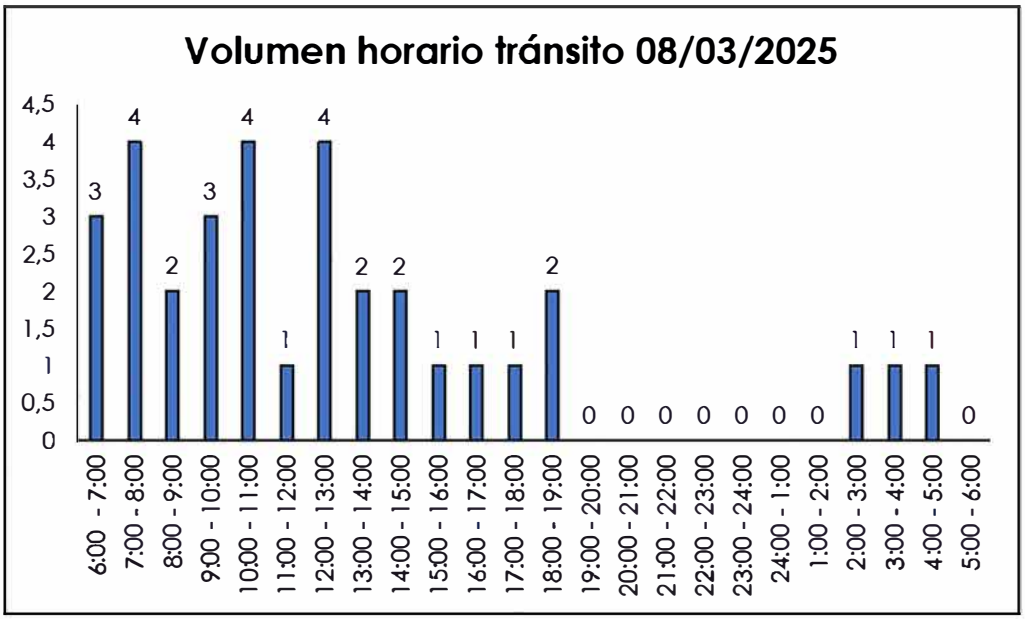
ESTUDIO DE TRÁNSITO

HORA	VOLUMEN
6:30 – 6:45 am	0
6:45 – 7:00 am	1
8:00 - 8:15 am	2
8:15 - 8:30 am	0
8:30 - 8:45 am	2
8:45 - 9:00 am	1

Fuente: Elaboración propia.

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.3125 en el horario de 6:15 – 6:30 am, valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

***Gráfico 32**. Variación del volumen de tránsito día 08/03/2025.*



Fuente: Elaboración propia.

La hora de máxima demanda fue 7:00 a 8:00 am, 10:00 – 11:00 am y 12:00 – 13:00 pm y su volumen horario es:

***Tabla 19.** Demanda máxima 08/03/2025.*

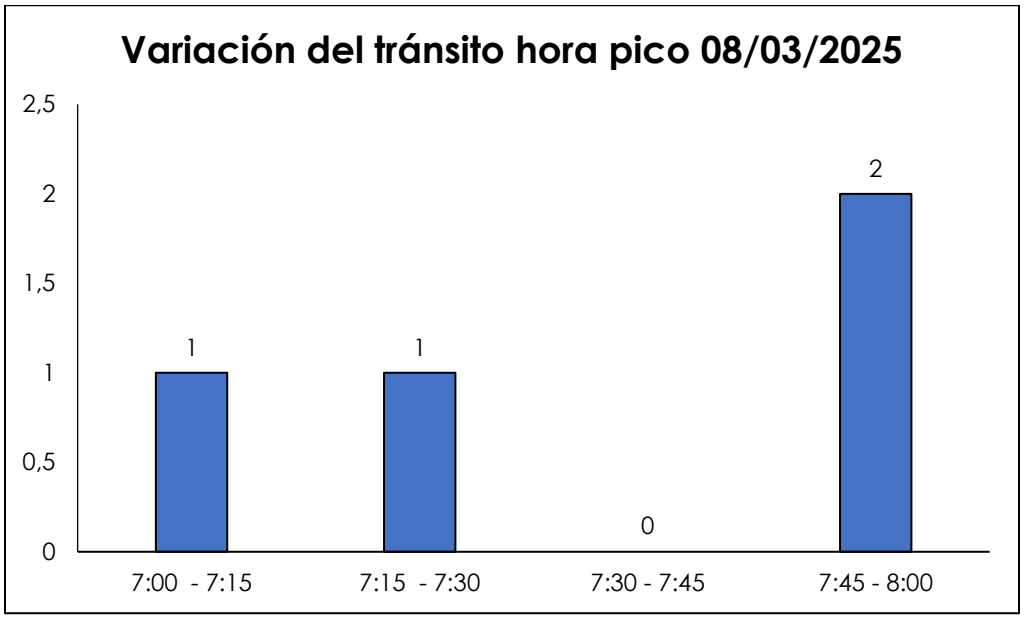
VHMD	4veh/hr
HORA	7:00 – 8:00 am 10:00 – 11:00 am 12:00 – 13:00 pm

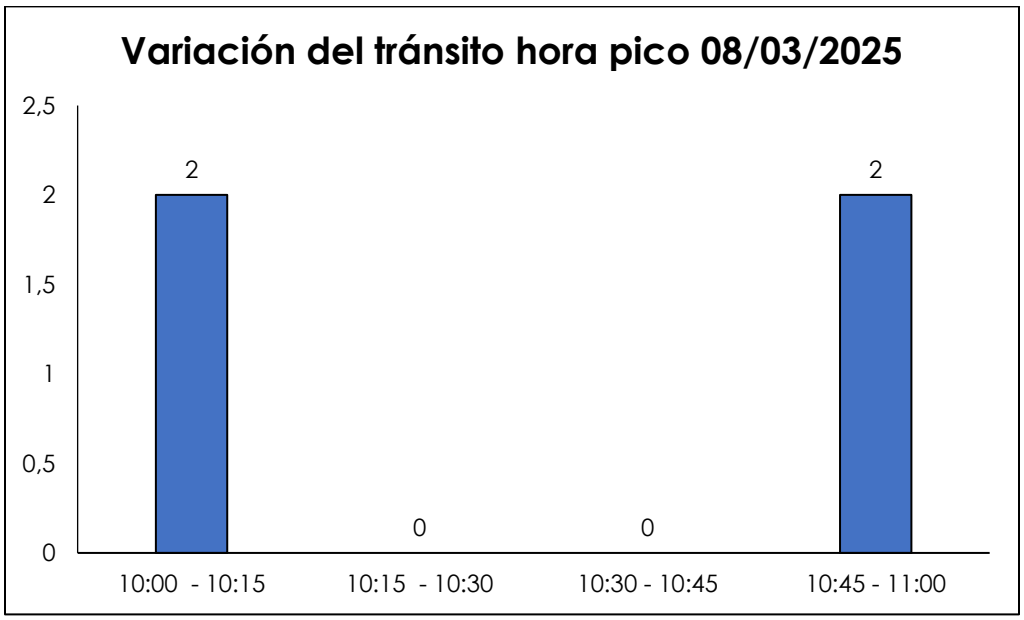
ESTUDIO DE TRÁNSITO

Fuente: Elaboración propia.

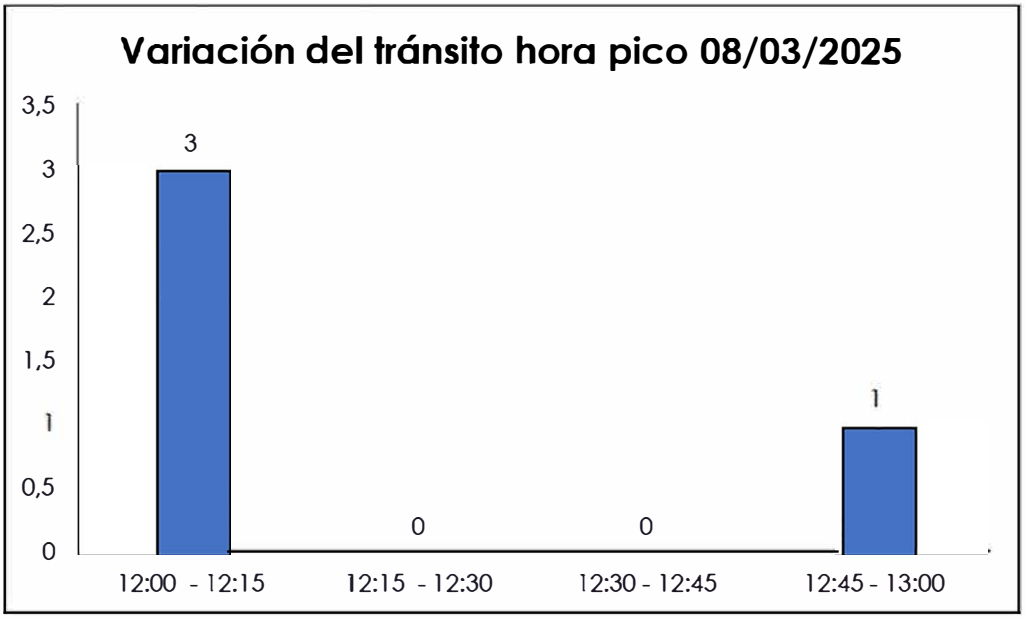
A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfico 33. *Variación del volumen de tránsito en la hora pico 08/03/2025.*





ESTUDIO DE TRÁNSITO



Fuente: Elaboración propia.

***Tabla 20**. Volumen horario máximo 08/03/2025.*

HORA	VOLUMEN
7:00 – 7:15 am	1
7:15 – 7:30 am	1
7:30 – 7:45 am	0
7:45 – 8:00 am	2
10:00 – 10:15 am	2
10:15 – 10:30 am	0
10:30 – 10:45 am	0
10:45 – 11:00 am	2
12:00 – 12:15 pm	3
12:15 – 12:30 pm	0
12:30 – 12:45 pm	0
12:45 – 13:00 pm	1

Fuente: Elaboración propia.

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.33 en el horario 12:00 – 12:15 pm, valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

9. TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO

En el presente capítulo se presentan los criterios y los cálculos ejecutados, a partir de diversas fuentes, para establecer el Tránsito Promedio Diario y la tasa de crecimiento que refleje las condiciones particulares de los tramos en estudio, dentro del área de influencia del proyecto.

9.1. Tránsito promedio diario semanal TPDS

A partir de la información consignada en el Anexo 1 y en el numeral 8.2.1, en la ecuación 1 se presenta el cálculo del tránsito promedio diario semanal para el consolidado de las estaciones.

Ecuación 1. Cálculo tránsito promedio diario.

$$TPDS\ semanal = \frac{Total\ Vehículos\ Semanal}{Días\ Aforados}$$

Fuente: Elaboración propia.

$$TPDS\ semanal = \frac{Total\ Vehículos\ Semanal}{Días\ Aforados} = \frac{277\ Vehículos}{7\ Días} = 39\ Veh/Día$$

El TPD semanal para el Tramo es de 39 Veh/Día.

9.1.1. Tasa de crecimiento

Para proyectar el tránsito aforado, generado y atraído durante el período de diseño, es necesario establecer una tasa de crecimiento adecuada que permita calcular la evolución del tránsito en el tiempo. Para esto se tomaron parámetros para establecer la tasa de crecimiento con la cual se proyectará el tránsito aforado, el tránsito generado y el tránsito atraído.

Parámetro 1. PIB Nacional

Tabla 21. Parámetro 1 - PIB Nación.

AÑO	PIB NACIÓN	VARIACIÓN
2005	514853	
2006	549435	6.72%
2007	586457	6.74%
2008	605713	3.28%
2009	612616	1.14%
2010	640151	4.49%
2011	684628	6.95%
2012	711415	3.91%

ESTUDIO DE TRÁNSITO

AÑO	PIB NACIÓN	VARIACIÓN
2013	747939	5.13%
2014	781589	4.50%
2015	804692	2.96%
2016	821489	2.09%
2017	832656	1.36%
2018	854008	2.56%
2019	881224	3.19%
2020	817900	-7.19%
2021	906243	10.80%
2022	972655	7.33%
2023	979584	0.71%
2024	996666	1.74%
i promedio		3.60%

Fuente: Estadísticas DANE, 2025.

Parámetro 2. PIB Córdoba

***Tabla 22**. Parámetro 2 - PIB Córdoba.*

AÑO	PIB CÓRDOBA	VARIACIÓN
2005	10343	
2006	10795	4.37%
2007	11700	8.38%
2008	11089	-5.22%
2009	11377	2.60%
2010	11608	2.03%
2011	11547	-0.53%
2012	12684	9.85%
2013	13141	3.60%
2014	13684	4.13%
2015	13657	-0.20%
2016	13731	0.54%
2017	13920	1.38%
2018	14196	1.98%
2019	14774	4.07%
2020	13892	-5.97%
2021	15438	11.13%
2022	16364	6.00%
2023	16475	0.68%

AÑO	PIB CÓRDOBA	VARIACIÓN
i promedio		2.71%

Fuente: Estadísticas DANE, 2024.

Parámetro 3. PIB Actividad transporte Córdoba

***Tabla 23**. Parámetro 3 - PIB Actividad transporte Córdoba.*

AÑO	PIB ACTIVIDAD TRANSPORTE CÓRDOBA	VARIACIÓN
2005	878	
2006	967	10.14%
2007	1094	13.13%
2008	1149	5.03%
2009	1210	5.31%
2010	1265	4.55%
2011	1347	6.48%
2012	1435	6.53%
2013	1634	13.87%
2014	1798	10.04%
2015	1959	8.95%
2016	2209	12.76%
2017	2393	8.33%
2018	2538	6.06%
2019	2754	8.51%
2020	2337	-15.14%
2021	3103	32.78%
2022	3856	24.27%
2023	4133	7.18%
i promedio		9.38%

Fuente: Estadísticas DANE, 2024.

Parámetro 4. Variación de pasajeros movilizados

***Tabla 24**. Parámetro 4 - Variación de pasajeros movilizados.*

AÑO	PASAJEROS	VARIACIÓN
1995	94161337	
1996	95742237	1.68%
1997	98911215	3.31%
1998	100364439	1.47%

ESTUDIO DE TRÁNSITO

AÑO	PASAJEROS	VARIACIÓN
1999	94654074	-5.69%
2000	98448963	4.01%
2001	99009731	0.57%
2002	99570498	0.57%
2003	120201516	20.72%
2004	128893186	7.23%
2005	156568326	21.47%
2006	164118093	4.82%
2007	172127092	4.88%
2008	168021219	-2.39%
2009	177855357	5.85%
2010	175260455	-1.46%
2011	184958703	5.53%
2012	170404280	-7.87%
2013	179915072	5.58%
2014	187896491	4.44%
2015	188836000	0.50%
2016	189953909	0.59%
2017	128337252	-32.44%
2018	137184263	6.89%
2019	136183088	-0.73%
2020	45486225	-66.60%
2021	68052414	49.61%
2022	101387820	48.98%
2023	89375192	-11.85%
i promedio		2.49%

Fuente: Elaboración propia a partir de información "El Transporte en cifras" – Ministerio de transporte, 2023.

Parámetro 5. Variación de carga movilizada

***Tabla 25**. Parámetro 5 - Variación de carga movilizada.*

AÑO	CARGA (MILLONES)	VARIACIÓN
1994	82841	
1995	86741	4.71%
1996	71168	-17.95%
1997	89399	25.62%
1998	84350	-5.65%

ESTUDIO DE TRÁNSITO

AÑO	CARGA (MILLONES)	VARIACIÓN
1999	77674	-7.91%
2000	73034	-5.97%
2001	100284	37.31%
2002	84019	-16.22%
2003	99782	18.76%
2004	117597	17.85%
2005	139646	18.75%
2006	155196	11.14%
2007	183126	18.00%
2008	169714	-7.32%
2009	173558	2.26%
2010	181021	4.30%
2011	191701	5.90%
2012	199369	4.00%
2013	220309	10.50%
2014	232480	5.52%
2015	235112	1.13%
2016	103080	-56.16%
2017	107286	4.08%
2018	112445	4.81%
2019	118303	5.21%
2020	108721	-8.10%
2021	123711	13.79%
2022	135638	9.64%
2023	135964	0.24%
i promedio		3.39%

Fuente: Elaboración propia a partir de información "El Transporte en cifras" – Ministerio de transporte, 2023.

Parámetro 6. Variación del tránsito en la infraestructura de transporte

Tabla 26. *Parámetro 6 - Variación del tránsito en la infraestructura de transporte.*

AÑO	TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO	VARIACIÓN
1996	2004	
1997	2001	-0.15%
1998	2272	13.54%
1999	1992	-12.32%

ESTUDIO DE TRÁNSITO

AÑO	TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO	VARIACIÓN
2000	1983	-0.45%
2001	2083	5.04%
2002	2330	11.86%
2003	1910	-18.03%
2004	2274	19.06%
2005	2357	3.65%
2006	2695	14.34%
2007	2584	-4.12%
2008	3173	22.79%
2009	3411	7.50%
2010	3481	2.05%
2011	3825	9.88%
2012	3629	-5.12%
2013	3911	7.77%
2014	4104	4.93%
2015	4364	6.34%
2016	4489	2.86%
2017	4601	2.49%
2018	6261	36.08%
2019	5439	-13.13%
2020	8667	59.35%
2021	9042	4.33%
2022	15086	66.84%
i promedio		9.52%

Fuente: Elaboración propia a partir de información "El Transporte en cifras" – Ministerio de transporte.

Con base en los anteriores parámetros se consideró el promedio de las tasas de variación de cada uno de ellos como se muestra en el resumen de la siguiente tabla:

***Tabla 27**. Promedio de las tasas de variación según los parámetros.*

PARÁMETRO	PROMEDIO
PIB Nación	3.60%
PIB Córdoba	2.71%
PIB Actividad transporte Córdoba	9.38%
Variación de pasajeros movilizados	2.49%
Variación de carga movilizada	3.39%
Variación del tránsito en la infraestructura de transporte	9.52%

ESTUDIO DE TRÁNSITO

PARÁMETRO	PROMEDIO
Promedio	5.18%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los parámetros que se tuvieron en cuenta se tiene una tasa de crecimiento del **5.18%**. Partiendo de la tasa de crecimiento obtenida, se realiza la proyección del tránsito aforado.

10. PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO

La composición vehicular se obtiene de los resultados de los aforos realizados del 2 de marzo de 2025 al 8 de marzo de 2025.

10.1. Tránsito aforado

***Tabla 28**. Tránsito aforado.*

RESUMEN DE COMPOSICIÓN VEHICULAR PARA PROYECTO MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO CÓRDOBA				
DÍA	**AUTOS**	**BUS**	**C2-P**	**C2-G**
TPD Diario	21	3	13	2

Fuente: Elaboración propia.

10.1.1. Proyección del tránsito aforado

Para obtener la proyección del tránsito aforado se tiene en cuenta la misma tasa de crecimiento determinada en el numeral 9.1.1, la cual fue del 5.18%. Siendo así, se tiene la siguiente tabla:

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Tabla 29. *Proyección del tránsito aforado.*

TRAMO	PROYECCIÓN TRÁNSITO FUTURO AFORADO						
	Año	Número	AUTO	BUS	C2-P	C2-G	Total
Año actual	2025	1	21	3	13	2	39
	2026	2	22	3	14	2	41
	2027	3	23	3	14	2	43
	2028	4	24	3	15	2	45
	2029	5	26	4	16	2	48
	2030	6	27	4	17	3	50
	2031	7	28	4	18	3	53
	2032	8	30	4	19	3	56
	2033	9	31	4	19	3	58
	2034	10	33	5	20	3	61
	2035	11	35	5	22	3	65
	2036	12	37	5	23	3	68
	2037	13	38	5	24	4	71
	2038	14	40	6	25	4	75
	2039	15	43	6	26	4	79
	2040	16	45	6	28	4	83
	2041	17	47	7	29	4	87
	2042	18	50	7	31	5	92
	2043	19	52	7	32	5	97
Acumulado 20 años	**2044**	**20**	**55**	**8**	**34**	**5**	**102**

TASA DE CRECIMIENTO % r	5,18%

Fuente: Elaboración propia.

Con una tasa de crecimiento del 5.18% para el periodo de diseño de 20 años se tiene un total de 102 veh/día.

10.2. Tránsito atraído

Tomando de guía el Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito de 2007, se puede aplicar el criterio del instituto de ingenieros de Estados Unidos que señala que al tránsito atraído se le asignan porcentajes entre el 5 y el 25% del tránsito normal, con un periodo de aparición de uno (1) o dos (2) años después que la carretera ha sido abierta al servicio. Por las características turísticas del proyecto se asume un porcentaje de tránsito atraído del 15% del tránsito existente una vez, el proyecto entre en marcha.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Tabla 30. *Tránsito atraído.*

TRAMO	PROYECCIÓN TRÁNSITO FUTURO ATRAÍDO						
	Año	Número	AUTO	BUS	C2-P	C2-G	Total
Aforado			21	3	13	2	39
Atraído 15%			4	1	2	1	8

Fuente: Elaboración propia.

10.2.1. Proyección del tránsito atraído

Para obtener la proyección del tránsito atraído se tiene en cuenta la misma tasa de crecimiento usada en el cálculo de la proyección al tránsito aforado en el numeral 9.1.1, la cual fue del 5.18%.

Tabla 31. *Proyección del tránsito atraído.*

TRAMO	PROYECCIÓN TRÁNSITO FUTURO ATRAÍDO						
	Año	Número	AUTO	BUS	C2-P	C2-G	Total
Año actual	2025	1	4	1	2	1	8
	2026	2	4	1	2	1	8
	2027	3	4	1	2	1	9
	2028	4	5	1	2	1	9
	2029	5	5	1	2	1	10
	2030	6	5	1	3	1	10
	2031	7	5	1	3	1	11
	2032	8	6	1	3	1	11
	2033	9	6	1	3	1	12
	2034	10	6	2	3	2	13
	2035	11	7	2	3	2	13
	2036	12	7	2	3	2	14
	2037	13	7	2	4	2	15
	2038	14	8	2	4	2	15
	2039	15	8	2	4	2	16
	2040	16	9	2	4	2	17
	2041	17	9	2	4	2	18
	2042	18	9	2	5	2	19
	2043	19	10	2	5	2	20
Acumulado 20 años	**2044**	**20**	**10**	**3**	**5**	**3**	**21**

TASA DE CRECIMIENTO % r	5,18%

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

10.3. Tránsito generado

Al tránsito generado se le asignan tasa de incremento entre el 5 y 25% del tránsito actual. Con un periodo de generación de uno (1) a dos (2) años después de que la carretera ha sido abierta al servicio. Se establece entonces que el tránsito generado es del 5% del tránsito existente.

Tabla 32. *Tránsito generado.*

TRAMO	PROYECCIÓN TRÁNSITO FUTURO GENERADO						
	Año	Número	AUTO	BUS	C2-P	C2-G	Total
Aforado			21	3	13	2	39
Generado 5%			2	1	1	1	5

Fuente: Elaboración propia.

10.3.1. Proyección del tránsito generado

Para obtener la proyección del tránsito generado se tiene en cuenta la misma tasa de crecimiento usada en el cálculo de la proyección al tránsito aforado en el numeral 9.1.1, la cual fue del 5.18%. Siendo así, se tiene la siguiente tabla:

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Tabla 33. *Proyección del tránsito generado.*

TRAMO	PROYECCIÓN TRÁNSITO FUTURO GENERADO						
	Año	Número	AUTO	BUS	C2-P	C2-G	Total
Año actual	2025	1	2	1	1	1	5
	2026	2	2	1	1	1	5
	2027	3	2	1	1	1	6
	2028	4	2	1	1	1	6
	2029	5	2	1	1	1	6
	2030	6	3	1	1	1	6
	2031	7	3	1	1	1	7
	2032	8	3	1	1	1	7
	2033	9	3	1	1	1	7
	2034	10	3	2	2	2	8
	2035	11	3	2	2	2	8
	2036	12	3	2	2	2	9
	2037	13	4	2	2	2	9
	2038	14	4	2	2	2	10
	2039	15	4	2	2	2	10
	2040	16	4	2	2	2	11
	2041	17	4	2	2	2	11
	2042	18	5	2	2	2	12
	2043	19	5	2	2	2	12
Acumulado 20 años	**2044**	**20**	**5**	**3**	**3**	**3**	**13**

TASA DE CRECIMIENTO % r	5,18%

Fuente: Elaboración propia.

10.4. Tránsito de diseño

A partir de los análisis realizados a los tránsitos aforados, atraídos y generados, se muestra en las siguientes tablas el resumen de la proyección del tránsito futuro, donde desde el año 1 el transito futuro corresponde a la suma del tránsito aforado proyectado + el tránsito generado proyectado. Y desde el año 2 al año de diseño que se propone de 20 se tiene en cuenta el tránsito futuro, la suma del tránsito aforado proyectado + tránsito atraído proyectado + tránsito generado proyectado.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Tabla 34. *Tránsito de diseño.*

TRAMO	PROYECCIÓN TRÁNSITO FUTURO						
	Año	Número	AUTO	BUS	C2-P	C2-G	Total
Año actual	2025	0	23	4	14	3	44
	2026	1	24	5	16	5	50
	2027	2	25	6	17	6	53
	2028	3	27	6	17	6	56
	2029	4	28	6	18	6	59
	2030	5	30	6	19	6	62
	2031	6	31	7	20	7	65
	2032	7	33	7	21	7	68
	2033	8	34	7	22	7	72
	2034	9	36	8	24	8	76
	2035	10	38	8	25	8	80
	2036	11	40	9	26	9	84
	2037	12	42	9	27	9	88
	2038	13	44	10	29	10	93
	2039	14	47	10	30	10	97
	2040	15	49	11	32	11	102
	2041	16	52	11	34	11	108
	2042	17	54	12	35	12	113
	2043	18	57	12	37	12	119
Acumulado 20 años	**2044**	**19**	**60**	**13**	**39**	**13**	**125**

Fuente: Elaboración propia.

11. CONCLUSIONES

Se realizaron proyecciones de tránsito para el período de diseño de 20 años para el tramo de intervención, con el objetivo de brindar al diseñador de la estructura de pavimentos la información necesaria para determinar el período más adecuado. Esta elección dependerá de las condiciones técnicas específicas del proyecto, garantizando un diseño óptimo y sostenible en el tiempo; proyección 125 vehículos/día.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

ANEXO CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES

Para el cálculo de ejes equivalentes, primero se deben definir el factor de distribución por carril y el factor de sentido. Posteriormente, se determina el factor de daño de cada vehículo, el cual se aplica al tránsito correspondiente en los diferentes tramos en el período de diseño para obtener una estimación precisa.

1. Factor de distribución por carril

Este parámetro corresponde a la distribución de camiones y buses entre los carriles con el mismo sentido. En carreteras de dos carriles, con un carril por sentido, el valor del factor de distribución por carril 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 1:

Tabla 1. Factor de distribución por carril según NCHRP.

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: Tabla 2.5 Manual de diseño de pavimento asfáltico en vías con medios y altos volúmenes de tránsito, segunda versión 2018.

Para los tramos de intervención la vía es de dos carriles, con un carril por sentido; el valor del Factor de distribución por carril es 1.

2. Factor distribución direccional del tránsito de vehículos comerciales (DD)

El factor de distribución direccional (Fd), 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.

La distribución direccional (DD) corresponde a la proporción del tránsito de vehículos comerciales que circula en una dirección. Generalmente, se considera que la mitad de ellos circula en cada dirección (DD = 0.50). Este valor es levemente conservativo y concuerda con el adoptado por defecto en la Guía de diseño AASHTO 2002. Se toma el valor de DD = 0.50 recomendado por el INVIAS.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

3. Factor de daño vehículos comerciales

Tomando como referencia la Tabla 2.7 del Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito, segunda versión 2018, se presentan los factores de daño por vehículo comercial, calculados con la metodología de la cuarta potencia para las cargas promedios legales.

Dado que los vehículos en estudio tienen un rango de factores de daño mínimo y máximo, se optó por tomar el valor promedio. Esta decisión se fundamenta en la ausencia de estaciones de pesaje tanto en las vías de intervención como en aquellas que canalizan tránsito hacia la vía en estudio. En consecuencia, no es posible determinar si los vehículos circulan con sobrecarga o si transportan cargas mínimas, por lo que el cálculo basado en valores promedio resulta el enfoque más adecuado. A continuación, se presentan los factores de daño seleccionados conforme a la tabla mencionada.

Tabla 2. Factores daño por vehículo comercial para las cargas máximas legales utilizando metodología general de AASHTO y método de la cuarta potencia.

TIPO	DETALLES DEL VEHÍCULO		FACTOR DE DAÑO
			**Factor de daño:** FDV Método de la cuarta potencia = **0.515**.
Configuración del sistema de eje	SRS (2 ruedas)	SRD (4 ruedas)	
Rangos de cargas (t)	2.5 a 3.5	5.5 a 7.5	
FEC AASHTO	0.03 a 0.10	0.20 a 0.71	
Rango de FDV AASHTO	**0.23 a 0.81**		
FEC Método de la cuarta potencia	0.03 a 0.10	0.20 a 0.70	
FDV Método de la cuarta potencia	**0.23 a 0.80**		
 **C2-P**			**Factor de daño:** FDV Método de la cuarta potencia = **0.18**.
Configuración del sistema de eje	SRS (2 ruedas)	SRD (4 ruedas)	
Rangos de cargas (t)	2.0 a 2.5	3.5 a 6	
FEC AASHTO	0.01 a 0.03	0.03 a 0.28	
FDV AASHTO	**0.04 a 0.31**		

ESTUDIO DE TRÁNSITO

TIPO	DETALLES DEL VEHÍCULO		FACTOR DE DAÑO
FEC Método de la cuarta potencia	0.01 a 0.03	0.03 a 0.29	
FDV Método de la cuarta potencia	**0.04 a 0.32**		
 **C2-G**			**Factor de daño:** FDV Método de la cuarta potencia = **4.12**.
Configuración del sistema de eje	SRS (2 ruedas)	SRD (4 ruedas)	
Cargas máximas legales (t)	6	11	
FEC AASHTO	0.88	3.15	
FDV AASHTO	**4.03**		
FEC Método de la cuarta potencia	0.88	3.24	
FDV Método de la cuarta potencia	**4.12**		

Fuente: Tabla 2.7 Manual de diseño de pavimento asfáltico en vías con medios y altos volúmenes de tránsito, segunda versión 2018.

Tabla 3. Resumen de factor de daño de los vehículos comerciales.

VEHÍCULO	FACTOR DE DAÑO
BUS	0.515
C2-P	0.18
C2-G	4.12

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

4. Cálculo de ejes equivalentes de 8.2 Ton a la proyección del tránsito aforado

De acuerdo a la proyección de vehículos para cada tramo calculadas en el numeral 10.1.1.

Tabla 4. Cálculo ejes equivalentes de 8.2 Ton a la proyección del tránsito aforado.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO CÓRDOBA

TRÁNSITO AFORADO

BUS =	0,515	C2-G =	4,12	Factor carril	1,00
C2-P =	0,180			Factor sentido	0,50

AÑO	TPD	AUTOS		BUS			C2-P			C2-G			N ANUAL	N ACUMUL.
		# Veh	# Ejes	# Veh	%	# Ejes	# Veh	%	# Ejes	# Veh	%	# Ejes		
2025	39			3	7,69%	282	13	33,33%	427	2	5,13%	1504	2213	2213
2026	41			3	7,69%	297	14	33,33%	449	2	5,13%	1582	2327	4540
2027	43			3	7,69%	312	14	33,33%	472	2	5,13%	1664	2448	6988
2028	45			3	7,69%	328	15	33,33%	497	2	5,13%	1750	2575	9563
2029	48			4	7,69%	345	16	33,33%	523	2	5,13%	1840	2708	12271
2030	50			4	7,69%	363	17	33,33%	550	3	5,13%	1936	2848	15120
2031	53			4	7,69%	382	18	33,33%	578	3	5,13%	2036	2996	18116
2032	56			4	7,69%	402	19	33,33%	608	3	5,13%	2142	3151	21267
2033	58			4	7,69%	422	19	33,33%	640	3	5,13%	2252	3314	24581

ESTUDIO DE TRÁNSITO

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO CÓRDOBA

TRÁNSITO AFORADO

BUS =	0,515	C2-G =	4,12	Factor carril	1,00
C2-P =	0,180			Factor sentido	0,50

AÑO	TPD	AUTOS		BUS			C2-P			C2-G			N ANUAL	N ACUMUL.
		# Veh	# Ejes	# Veh	%	# Ejes	# Veh	%	# Ejes	# Veh	%	# Ejes		
2034	61			5	7,69%	444	20	33,33%	673	3	5,13%	2369	3486	28067
2035	65			5	7,69%	467	22	33,33%	708	3	5,13%	2492	3667	31734
2036	68			5	7,69%	491	23	33,33%	744	3	5,13%	2621	3857	35591
2037	71			5	7,69%	517	24	33,33%	783	4	5,13%	2757	4056	39647
2038	75			6	7,69%	544	25	33,33%	823	4	5,13%	2899	4267	43914
2039	79			6	7,69%	572	26	33,33%	866	4	5,13%	3050	4488	48401
2040	83			6	7,69%	601	28	33,33%	911	4	5,13%	3208	4720	53121
2041	87			7	7,69%	633	29	33,33%	958	4	5,13%	3374	4964	58086
2042	92			7	7,69%	665	31	33,33%	1008	5	5,13%	3549	5222	63307
2043	97			7	7,69%	700	32	33,33%	1060	5	5,13%	3732	5492	68800
2044	**102**			**8**	**7,69%**	**736**	**34**	**33,33%**	**1115**	**5**	**5,13%**	**3926**	**5777**	**74576**

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

5. Cálculo de ejes equivalente de 8.2 Ton a la proyección del tránsito atraído

De acuerdo a la proyección de vehículos calculadas en el numeral 10.2.1. Sin embargo, teniendo en cuenta que la información tomada para el cálculo del tránsito es secundaria, se le aplica un factor de confiabilidad del 95% a los datos obtenidos.

Tabla 5. Cálculo ejes equivalentes de 8.2 Ton a la proyección del tránsito atraído.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES
MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO CÓRDOBA
TRÁNSITO ATRAÍDO

										R	Z	σ			
BUS =	0,515		C2-G =	4,12		Factor carril	1,00			95%	1,645	0,05			
C2-P =	0,180					Factor sentido	0,50								
AÑO	TPD	AUTOS		BUS			C2-P			C2-G			N ANUAL	N ACUMUL.	POR FACTOR DE CONFIABILIDAD 95%
		# Veh	# Ejes	# Veh	%	# Ejes	# Veh	%	# Ejes	# Veh	%	# Ejes			
2025	8			1	12,50%	94	2	25,00%	66	1	12,50%	752	912	912	1102
2026	8			1	12,50%	99	2	25,00%	69	1	12,50%	791	959	1870	2260
2027	9			1	12,50%	104	2	25,00%	73	1	12,50%	832	1008	2879	3479
2028	9			1	12,50%	109	2	25,00%	76	1	12,50%	875	1061	3940	4761
2029	10			1	12,50%	115	2	25,00%	80	1	12,50%	920	1116	5055	6109

ESTUDIO DE TRÁNSITO

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES
MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO CÓRDOBA
TRÁNSITO ATRAÍDO

BUS =	0,515		C2-G =	4,12	Factor carril	1,00	R	Z	σ
C2-P =	0,180				Factor sentido	0,50	95%	1,645	0,05

AÑO	TPD	AUTOS		BUS			C2-P			C2-G			N ANUAL	N ACUMUL.	POR FACTOR DE CONFIABILIDAD 95%
		# Veh	# Ejes	# Veh	%	# Ejes	# Veh	%	# Ejes	# Veh	%	# Ejes			
2030	10			1	12,50%	121	3	25,00%	85	1	12,50%	968	1173	6229	7527
2031	11			1	12,50%	127	3	25,00%	89	1	12,50%	1018	1234	7463	9019
2032	11			1	12,50%	134	3	25,00%	94	1	12,50%	1071	1298	8761	10588
2033	12			1	12,50%	141	3	25,00%	98	1	12,50%	1126	1365	10127	12238
2034	13			2	12,50%	148	3	25,00%	104	2	12,50%	1185	1436	11563	13974
2035	13			2	12,50%	156	3	25,00%	109	2	12,50%	1246	1511	13073	15799
2036	14			2	12,50%	164	3	25,00%	115	2	12,50%	1310	1589	14662	17719
2037	15			2	12,50%	172	4	25,00%	120	2	12,50%	1378	1671	16333	19739
2038	15			2	12,50%	181	4	25,00%	127	2	12,50%	1450	1758	18091	21863
2039	16			2	12,50%	191	4	25,00%	133	2	12,50%	1525	1849	19939	24097

ESTUDIO DE TRÁNSITO

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES
MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO CÓRDOBA
TRÁNSITO ATRAÍDO

BUS =	0,515	C2-G =	4,12	Factor carril	1,00	R	Z	σ
C2-P =	0,180			Factor sentido	0,50	95%	1,645	0,05

AÑO	TPD	AUTOS		BUS			C2-P			C2-G			N ANUAL	N ACUMUL.	POR FACTOR DE CONFIABILIDAD 95%
		# Veh	# Ejes	# Veh	%	# Ejes	# Veh	%	# Ejes	# Veh	%	# Ejes			
2040	17			2	12,50%	200	4	25,00%	140	2	12,50%	1604	1944	21884	26447
2041	18			2	12,50%	211	4	25,00%	147	2	12,50%	1687	2045	23929	28918
2042	19			2	12,50%	222	5	25,00%	155	2	12,50%	1774	2151	26080	31518
2043	20			2	12,50%	233	5	25,00%	163	2	12,50%	1866	2263	28343	34252
2044	**21**			**3**	**12,50%**	**245**	**5**	**25,00%**	**172**	**3**	**12,50%**	**1963**	**2380**	**30722**	**37128**

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

6. Cálculo de ejes equivalentes de 8.2 Ton a la proyección del tránsito generado

De acuerdo a la proyección de vehículos calculadas en el numeral 10.3.1.

Tabla 6. Cálculo ejes equivalentes de 8.2 Ton a la proyección del tránsito generado.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES
MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO CÓRDOBA
TRÁNSITO GENERADO

BUS =	0,515	C2-G =	4,12	Factor carril	1,00
C2-P =	0,180			Factor sentido	0,50

AÑO	TPD	AUTOS		BUS			C2-P			C2-G			N ANUAL	NACUMUL.
		# Veh	# Ejes	# Veh	%	# Ejes	# Veh	%	# Ejes	# Veh	%	# Ejes		
2025	5			1	20,00%	94	1	20,00%	33	1	20,00%	752	879	879
2026	5			1	20,00%	99	1	20,00%	35	1	20,00%	791	924	1803
2027	6			1	20,00%	104	1	20,00%	36	1	20,00%	832	972	2775
2028	6			1	20,00%	109	1	20,00%	38	1	20,00%	875	1022	3798
2029	6			1	20,00%	115	1	20,00%	40	1	20,00%	920	1075	4873
2030	6			1	20,00%	121	1	20,00%	42	1	20,00%	968	1131	6004
2031	7			1	20,00%	127	1	20,00%	44	1	20,00%	1018	1190	7194
2032	7			1	20,00%	134	1	20,00%	47	1	20,00%	1071	1251	8445
2033	7			1	20,00%	141	1	20,00%	49	1	20,00%	1126	1316	9762
2034	8			2	20,00%	148	2	20,00%	52	2	20,00%	1185	1384	11146

ESTUDIO DE TRÁNSITO

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES
MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO CÓRDOBA
TRÁNSITO GENERADO

BUS =	0,515	C2-G =	4,12	Factor carril	1,00
C2-P =	0,180			Factor sentido	0,50

AÑO	TPD	AUTOS		BUS			C2-P			C2-G			N ANUAL	NACUMUL.
		# Veh	# Ejes	# Veh	%	# Ejes	# Veh	%	# Ejes	# Veh	%	# Ejes		
2035	8			2	20,00%	156	2	20,00%	54	2	20,00%	1246	1456	12602
2036	9			2	20,00%	164	2	20,00%	57	2	20,00%	1310	1532	14134
2037	9			2	20,00%	172	2	20,00%	60	2	20,00%	1378	1611	15744
2038	10			2	20,00%	181	2	20,00%	63	2	20,00%	1450	1694	17439
2039	10			2	20,00%	191	2	20,00%	67	2	20,00%	1525	1782	19221
2040	11			2	20,00%	200	2	20,00%	70	2	20,00%	1604	1874	21095
2041	11			2	20,00%	211	2	20,00%	74	2	20,00%	1687	1971	23067
2042	12			2	20,00%	222	2	20,00%	78	2	20,00%	1774	2074	25140
2043	12			2	20,00%	233	2	20,00%	82	2	20,00%	1866	2181	27321
2044	**13**			**3**	**20,00%**	**245**	**3**	**20,00%**	**86**	**3**	**20,00%**	**1963**	2294	**29615**

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Tabla 7. Cálculo ejes equivalentes de 8.2 Ton.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO CÓRDOBA				
AÑO	EJES EQUIVALENTES TRÁNSITO AFORADO	EJES EQUIVALENTES TRÁNSITO GENERADO	EJES EQUIVALENTES TRÁNSITO ATRAÍDO	TOTAL DE EJES EQUIVALENTES 8.2 Ton
2025	2213	879	1102	3092
2026	4540	1803	2260	8604
2027	6988	2775	3479	13243
2028	9563	3798	4761	18122
2029	12271	4873	6109	23254
2030	15120	6004	7527	28651
2031	18116	7194	9019	34329
2032	21267	8445	10588	40300
2033	24581	9762	12238	46581
2034	28067	11146	13974	53187
2035	31734	12602	15799	60135
2036	35591	14134	17719	67444
2037	39647	15744	19739	75130
2038	43914	17439	21863	83215
2039	48401	19221	24097	91719
2040	53121	21095	26447	100663
2041	58086	23067	28918	110071
2042	63307	25140	31518	119966
2043	68800	27321	34252	130373
2044	**74576**	**29615**	**37128**	**141320**

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas anteriores se visualiza en el año 2025, la columna TOTAL DE EJES EQUIVALENTES 8.2 Ton es la suma del número de ejes equivalentes del tránsito aforado + el tránsito generado. A partir del año 2026 hasta el año 2045, se tiene que la columna TOTAL DE EJES EQUIVALENTES 8.2 Ton es la suma del número de ejes equivalentes del tránsito aforado + el tránsito generado + el tránsito atraído.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

ANEXO CÁLCULO DE ESPECTRO DE CARGA

Establecido el factor de daño de los vehículos comerciales en la **Tabla 3.** Resumen de factor de daño de los vehículos comerciales del capítulo anexo cálculo de ejes equivalentes; se procede a organizar los vehículos de acuerdo a las cargas de sus ejes como se muestra a continuación:

Tabla 1. Configuración y carga del sistema de ejes a los vehículos comerciales identificados.

VEHÍCULO	FACTOR DE DAÑO	CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE EJES	CARGA DEL SISTEMA DE EJES
BUS	0.515	SRS (2 ruedas) – SRD (4 ruedas)	SRS (3.5 Ton) – SRD (7.5 Ton)
C2-P	0.180	SRS (2 ruedas) – SRD (4 ruedas)	SRS (2.5 Ton) – SRD (6 Ton)
C2-G	4.12	SRS (2 ruedas) – SRD (4 ruedas)	SRS (6 Ton) – SRD (11 Ton)

Fuente: Elaboración propia.

Una vez definida la configuración del sistema de ejes y determinada la carga correspondiente, se procede a convertir dicha carga a kilonewton (kN), unidad requerida por el software de la PCA para el desarrollo de los cálculos.

Tabla 2. Configuración de los vehículos de carga en Toneladas (Ton).

TONELADAS				
Vehículo	**Peso Total Ton**	**SIMPLE RUEDA SIMPLE SRS**	**SIMPLE RUEDA DOBLE SRD**	**TÁNDEM RUEDA DOBLE**
BUS	11	3,5	7,5	
C2P	8,5	2,5	6	
C2G	17	6	11	

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Tabla 3. Configuración de los vehículos de carga en Kilonewton (Kn).

KILONEWTON				
Vehículo	Peso Total Kn	SIMPLE RUEDA SIMPLE SRS	SIMPLE RUEDA DOBLE SRD	TÁNDEM RUEDA DOBLE
BUS	107,8737	34,32345	73,55025	
C2P	83,35695	24,51675	58,8402	
C2G	166,7139	58,8402	107,8737	

Fuente: Elaboración propia.

En tercer lugar, se calcula el número de repeticiones a cada vehículo comercial previamente obtenidos en el anexo de cálculo de ejes equivalentes.

Tabla 4. Número de repeticiones.

TRAMO	Repeticiones tránsito aforado	Repeticiones tránsito atraído	Repeticiones tránsito generado	Total repeticiones
BUS	9503	3828	3168	16498
CAMIONES				
C2-P	14392	2676	1107	18176
C2-G	50681	30624	25341	106646

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Espectro de carga periodo 20 años.

	VEHÍCULOS ACUMULADOS	EJES SIMPLES RUEDA SIMPLE			EJES SIMPLE RUEDA DOBLE		
		2.5 (T)	3.5 (T)	6 (T)	6 (T)	7.5 (T)	11 (T)
BUS	16498		16498			16498	
CAMIONES							
C2-P	18176	18176			18176		
C2-G	106646			106646			106646
TOTAL		18176	16498	106646	18176	16498	106646

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE TRÁNSITO

Tabla 6. Resumen espectro de carga periodo 20 años.

TRÁNSITO DE DISEÑO ESPECTRO DE CARGA				TRÁNSITO DE DISEÑO EN EJES EQUIVALENTES	
EJE	**Carga**	**Número de repeticiones**	**Carga Kn**	**Carga**	**Repeticiones**
SRS	**2.5 (T)**	18176	**24,52 kN**	8,2 Ton	141319
	3.5 (T)	16498	**34,32 kN**		
	6 (T)	106646	**58,84 kN**		
SRD	**6 (T)**	18176	**58,84 kN**		
	7.5 (T)	16498	**73,55 kN**		
	11 (T)	106646	**107,87 kN**		

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

El tránsito para el periodo de diseño de 20 años en el tramo de intervención es de 141.319 ejes equivalentes de 8.2 Ton.

Elaboró:

FIRMA VALIDA PARA EL PROYECTO MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO CÓRDOBA

ANA LUISA JIMÉNEZ HERNÁNDEZ
Ingeniera Civil
Especialista en Vías Terrestres
TP. 081037-0560183 COR

Anexo 1 – Aforos.
Anexo 2 – Aforos en digital.