

**Diagnóstico de la avenida circunvalar entre la calle 49 y la transversal 29 del municipio de
Barrancabermeja empleando la metodología de auditoria de seguridad vial**

María Fernanda Cáceres Vergara

Danny Gerardo Castro Flórez

Trabajo presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Directora:

Sandra Milena Cote Vargas

Magíster Ingeniera Civil

Universidad Industrial De Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2018

En primer lugar, deseo agradecerle profundamente a Dios por acompañarme siempre en cada paso de mi vida y permitirme este gran logro.

Especial agradecimiento a mis padres Gil e Hilda por ser los principales promotores de mis sueños, por sus innumerables esfuerzos, por confiar en mis decisiones y hacer de mi la persona que soy.

Al motor de mi vida, lo que más amo en el mundo entero, mi hija Salomé que con solo con existir ya me daba las fuerzas para seguir trabajando por este sueño.

A mis hermanos por su incondicional apoyo, confianza y contribuciones para finalizar este camino.

A mi compañero de vida Luis por creer en mí, brindarme su amor, su apoyo incondicional y palabras de aliento en todo momento.

A la Ingeniera Sandra Cote, directora de proyecto, por el generoso aporte de su experiencia profesional.

Finalmente, a la Universidad Industrial de Santander y a todos los profesores que me orientaron con sus conocimientos hacia la culminación de una importante etapa de mi vida.

¡Gracias!

María Fernanda Cáceres Vergara

*A **Dios** primeramente por la vida, por darme la entereza y la sabiduría para afrontar esta etapa tan importante en mi vida.*

*A mis padres, **Roselia** y **Luís Jesús** por motivarme a ser cada día mejor.. por su amor incondicional, sus enseñanzas, consejos y sacrificios para que pudiese alcanzar esta gran meta que tanto anhelamos.*

*A mi compañera de vida y amiga **Laura Milena** por su gran amor, compañía, palabras de aliento y apoyo incondicional durante todo este tiempo.*

*A mis **amigos**.. los que han estado tanto en los buenos momentos como también en los difíciles.*

*A mi Directora de tesis y profesora **Sandra Cote** por su paciencia, disponibilidad y orientación para hacer posible la realización de este proyecto.*

Y a todos aquellos que influyeron positivamente en el desarrollo de mi pregrado...

Mil gracias... Lo logramos!!!

Danny Gerardo

Contenido

	Pág.
Introducción	16
1. Marco de referencia	18
1.1 Auditoria de seguridad vial.....	18
1.2 Señalización de vías	18
1.3 Señalización vertical	19
1.3.1 Señales reglamentarias.....	20
1.3.2 Señales preventivas	21
1.3.3 Señales informativas	22
1.4 Señalización horizontal.....	23
1.4.1 Líneas separadoras de carril.....	23
1.4.2 Línea de borde de pavimento.....	24
1.4.3 Líneas centrales.....	25
1.5 Mantenimiento de la señalización vial.....	26
1.5.1 Mantenimiento rutinario	26
1.5.2 Mantenimiento periódico.....	27
1.6 Accidentalidad en Barrancabermeja.	28
2. Metodología	29

2.1 Demarcación de la vía.....	30
2.2 Inspección visual.....	30
2.2.1 Señalización vertical	30
2.2.2 Señalización horizontal.....	32
2.2.3 Pavimento	33
2.3 Aforos vehiculares	34
2.3.1 Primer punto.....	34
2.3.2 Segundo punto	34
2.4 Listas de chequeo.....	35
3. Resultados.....	36
3.1 Señalización vertical	36
3.2 Señalización horizontal.....	39
3.3 Pavimento	41
3.4 Aforo vehicular.....	43
3.4.1 Primer punto.....	43
3.4.2 Segundo punto	46
4. Conclusiones.....	48
5. Recomendaciones	52
Referencias bibliográficas.....	54
Apéndices.....	55

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Tramo de la Av. Circunvalar.	17
<i>Figura 2.</i> Señales reglamentarias.....	20
<i>Figura 3.</i> Señales preventivas.....	21
<i>Figura 4.</i> Señales informativas.	22
<i>Figura 5.</i> Patrón de demarcación líneas segmentadas.	23
<i>Figura 6.</i> Separación entre carriles por líneas segmentadas.....	24
<i>Figura 7.</i> Línea de borde de pavimento.....	25
<i>Figura 8.</i> Línea central.	26
<i>Figura 9.</i> Formato de inspección visual para señalización vertical.....	31
<i>Figura 10.</i> Formato de inspección visual para la señalización horizontal.....	32
<i>Figura 11.</i> Formato de inspección visual para pavimentos flexibles.	33
<i>Figura 12.</i> Formato para aforos vehiculares.....	34
<i>Figura 13.</i> Lista de chequeo general ASV a vías existentes.....	35
<i>Figura 14.</i> Número de señales verticales encontradas.....	36
<i>Figura 15.</i> Porcentaje de señales verticales encontradas.....	37
<i>Figura 16.</i> Estado físico de la señalización vertical	37
<i>Figura 17.</i> Porcentaje del estado físico de la señalización vertical	38

<i>Figura 18.</i> Observación del estado físico de las señales verticales	38
<i>Figura 19.</i> Porcentaje de observaciones de las señalizaciones verticales	39
<i>Figura 20.</i> Estado físico de la señalización horizontal.....	39
<i>Figura 21.</i> Cantidad de tramo donde se presenta línea separadora de carril en el tramo de la vía.....	40
<i>Figura 22.</i> Observaciones generales del tramo de la vía	41
<i>Figura 23.</i> Estado físico del pavimento.....	42
<i>Figura 24.</i> Porcentaje del estado físico del pavimento.....	42
<i>Figura 25.</i> Tipo de falla presente en el pavimento	43
<i>Figura 26.</i> Aforo vehicular jueves, Calle 50 con carrera 11	43
<i>Figura 27.</i> Aforo vehicular domingo, Calle 50 con Carrera 11.....	44
<i>Figura 28.</i> Hora Pico Jueves, Calle 50 con Carrera 11	45
<i>Figura 29.</i> Hora Pico Domingo, Calle 50 con Carrera 11	46
<i>Figura 30.</i> Aforo vehicular, jueves, Calle 67 con Carrera 28.....	47
<i>Figura 31.</i> Hora Pico, día típico, Calle 67 con Carrera 28	47

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Hora de máxima demanda jueves, Calle 50 con Carrera 11</i>	44
Tabla 2. <i>Hora de máxima demanda domingo, Calle 50 con Carrera 11</i>	44
Tabla 3. <i>Capacidad de servicio, Calle 67 con carrera 28</i>	48

Lista de apéndices

	Pág.
Apéndice 1. Formato de inspección visual para señalización vertical.....	55
Apéndice 2. Formato de inspección visual para señalización horizontal.	56
Apéndice 3. Formato de inspección visual para el estado del pavimento	57
Apéndice 4. Formato para aforos vehiculares.....	58
Apéndice 5. Recomendaciones de señales verticales	59
Apéndice 6. Esquema de movimientos del punto Calle 50 con Carrera 11.....	61
Apéndice 7. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día típico.....	62
Apéndice 8. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día típico.....	63
Apéndice 9. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día típico.....	64
Apéndice 10. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día típico.....	65
Apéndice 11. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día típico.....	66
Apéndice 12. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día típico.....	67
Apéndice 13. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día atípico	68
Apéndice 14. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día atípico	69
Apéndice 15. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día atípico	70
Apéndice 16. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día atípico	71
Apéndice 17. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día atípico	72

Apéndice 18. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día atípico	73
Apéndice 19. Esquema de movimientos de la Calle 67 con Carrera 28	74
Apéndice 20. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 2.....	75
Apéndice 21. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 2.....	76
Apéndice 22. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 2.....	77
Apéndice 23. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 2.....	78
Apéndice 24. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 2.....	79
Apéndice 25. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 2.....	80
Apéndice 26. Gráfica de Cantidad de peatones por hora para el punto 1 (día típico)	81
Apéndice 27. Gráfica de Cantidad de peatones por hora para el punto 1 (día atípico)	82
Apéndice 28. Gráfica de Cantidad de peatones por hora para el punto 2 (día típico)	83
Apéndice 29. Tabla resumen de cantidad de vehículos equivalentes en porcentaje para la hora pico del punto 1 (día típico)	84
Apéndice 30. Tabla resumen de cantidad de vehículos equivalentes en porcentaje para la hora pico del punto 1 (día Atípico)	85
Apéndice 31. Tabla resumen de cantidad de vehículos equivalentes en porcentaje para la hora pico del punto 2 (día típico)	86

Resumen

Título: Diagnóstico de la avenida circunvalar entre la calle 49 y la transversal 29 del municipio de Barrancabermeja empleando la metodología de auditoria de seguridad vial*

Autores: María Fernanda Cáceres Vergara**
Danny Gerardo Castro Flórez

Palabras claves: Diagnostico, Auditoría, Pavimento, Volúmenes de tránsito, Señalización vial.

Descripción

Algunos corredores viales de Barrancabermeja se encuentran bastante deteriorados debido a su exposición a continua operación, tal es el caso de la avenida circunvalar entre la calle 49 y la transversal 29 que tiene una extensión de 3,16km abarcando parte del área perimetral del municipio siendo así una arteria importante para la conexión entre el centro y sur occidente del municipio, además también conecta vías de acceso a sectores importantes como es la carrera 28, la diagonal 56 y la calle 52 que de igual forma son corredores que están expuestos a ininterrumpida operación, a la cual se le realizó la presente investigación que tiene como finalidad su diagnóstico usando la metodología de auditoria de seguridad vial.

En base a la información recolectada por medio de aforos y evidencia fotográfica (durante un día típico y atípico en el horario de 5:30am y 7:00pm) en dos puntos importantes del tramo vial.

Además de inspecciones visuales para los diferentes tipos de señalización (horizontal y vertical) y el estado del pavimento, procesando así la información obtenida y entregándola en un Sistema de Información Geográfico (SIG) para dejar un inventario de la infraestructura vial que contribuyan con el mejoramiento de la comodidad, movilidad, y seguridad vial en el sector.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Directora: Sandra Milena Cote Vargas, Magíster Ingeniera Civil

Abstract

Title: Diagnosis of the circunvalar avenue between 49th street and the 29th street of the municipality of Barrancabermeja using the methodology of road safety audit*

Authors: María Fernanda Cáceres Vergara**
Danny Gerardo Castro Flórez

Keywords: Diagnosis, Audit, Pavement, Traffic volumes, Road signs.

Description

Some road corridors of Barrancabermeja are quite deteriorated due to their exposure to continuous operation, such is the case of the Circunvalar avenue between 49th street and the 29th crossway that has an extension of 3.16km covering part of the perimeter area of the municipality being this way An important artery for the connection between the center and south west of the municipality, it also connects access roads to important sectors such as Carrera 28, Diagonal 56 and Street 52, which are likewise corridors that are exposed to uninterrupted operation, to which the present investigation was carried out, whose purpose is its diagnosis using the road safety audit methodology.

Based on the information collected by means of gauging and photographic evidence (during a typical and atypical day in the hours of 5:30 am and 7:00 pm) in two important points of the road section.

In addition to visual inspections for the different types of signage (horizontal and vertical) and the condition of the pavement, thus processing the information obtained and delivering it in a Geographic Information System (GIS) to leave an inventory of the road infrastructure that contributes to the improvement of comfort, mobility, and road safety in the sector.

* Degree work

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Sandra Milena Cote Vargas, Magister Civil Engineer

Introducción

El municipio de Barrancabermeja posee irregularidades en cuanto se refiere a infraestructura vial, el mal estado de las carpetas asfálticas y deficiencia en señalización son factores que inciden en los índices de velocidad y movilidad, debido a esto es importante que a los usuarios se les proporcionen las mejores condiciones de servicio por lo que la infraestructura vial debe ser y proyectarse como una ventaja para el correcto funcionamiento de los corredores viales y así genere un impacto positivo en la movilidad.

El corredor de la avenida circunvalar hasta ahora había sido una vía muy frecuentada por tráfico pesado y generaba así una mayor incidencia en el desgaste de las capas del suelo debido a las cargas transmitidas. Por ende, ocasionando afecciones en la carpeta asfáltica, que es un componente muy importante en las vías, esto hace que se genere un efecto negativo en la movilidad del sector.

Es así como este proyecto busca determinar el diagnóstico en el que se encuentra este tramo vial que consta de 3,2 Kilómetros, la señalización tanto vertical como horizontal y el estado del pavimento; exponiendo así las condiciones vigentes de funcionamiento y, por medio de los lineamientos emitidos por el Ministerio de Transporte y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), evidenciar las condiciones en las cuales opera este tramo vial buscando mejorar la comodidad, seguridad vial y nivel de servicio para sus usuarios.

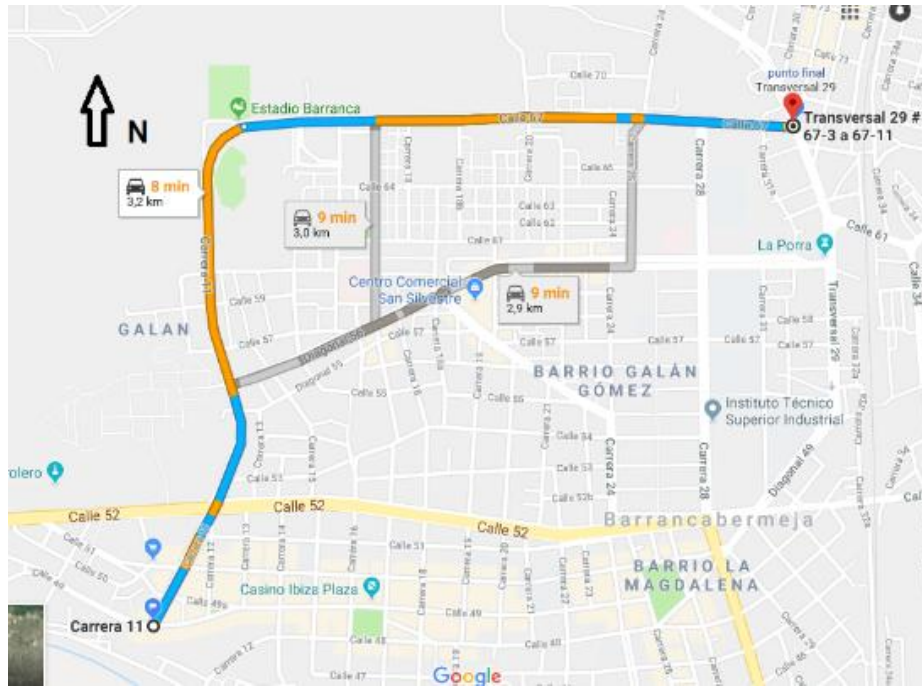


Figura 1. Tramo de la Av. Circunvalar. Adaptado de Google Maps.

1. Marco de referencia

1.1 Auditoría de seguridad vial

Una Auditoría de Seguridad Vial (ASV) es un procedimiento sistemático en el que un auditor independiente y cualificado comprueba las condiciones de seguridad de un proyecto de una carretera nueva, de una carretera existente o de cualquier proyecto que pueda afectar a la vía o a los usuarios.

La ASV es un examen formal que aplica los principios de seguridad desde una perspectiva multidisciplinaria, donde puedan participar los profesionales que planifican o diseñan proyectos de infraestructura con impacto sobre la movilidad de la población. (Manual de Auditorías de Seguridad Vial, 2005)

1.2 Señalización de vías

La labor y misión de los dispositivos de señalización vial son la regulación del tránsito, indicación a los usuarios de las precauciones que se deben tener en cuenta, las limitaciones en los tramos de circulación y la información fundamental con respecto a la vía. En efecto, a través de la señalización se orienta a los usuarios del tránsito la forma correcta de circulación por las vías, previniendo riesgos, mejorando la movilidad y ahorrando tiempos de desplazamiento.

Toda señal de tránsito debe satisfacer las siguientes condiciones mínimas para cumplir su objetivo integralmente, según el Manual de Señalización Vial. (Ministerio de transporte de Colombia, 2015, pág. 17)

- Debe ser necesaria.
- Debe ser creíble.
- Debe infundir respeto.
- Debe ser visible y llamar la atención.
- Debe ser legible.
- Debe dar suficiente tiempo al usuario para responder de manera adecuada.

A continuación, se definen algunas de las categorías de señalización.

1.3 Señalización vertical

La función de las señales verticales es reglamentar las limitaciones, prohibiciones o restricciones, advertir de peligros, informar acerca de rutas, direcciones, destinos y sitios de interés. Son esenciales en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en aquellos donde los peligros no son de por sí evidentes.

Debe tenerse cuidado de no instalar un número excesivo de señales reglamentarias, preventivas e informativas en un tramo de vía corto, ya que esto puede ocasionar contaminación visual y la pérdida de efectividad de estas. Por otra parte, es conveniente que se usen con frecuencia las

1.3.2 Señales preventivas. Tienen por objeto advertir al usuario de la vía la presencia de una condición peligrosa y la naturaleza de esta. Se identifican con la abreviatura SP. Su forma es un cuadrado con diagonal vertical rombo, la excepción de aplicación de esta forma es SP-54: paso a nivel y SP-40: flecha direccional. Su color es en general, el amarillo para el fondo y el negro para bordes, símbolos letras y numeración, las excepciones son SP-23: semáforo, SP-29: prevención de pare, SP-33: prevención de ceda el paso y SP-54: paso a nivel.



Figura 3. Señales preventivas. Adaptado de Manual de señalización vial (2015) Ministerio de Transporte.

1.3.3 Señales informativas. Tienen como propósito guiar a los usuarios y entregarles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible. También informan acerca de distancias a ciudades y localidades, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, servicios al usuario, entre otros.

Estas señales se identifican con la abreviatura SI. Las señales informativas se clasifican en (a) de identificación, (b) mojones, (c) de destino, (d) de información en ruta, (e) de información general, (f) de servicios y (g) de información turística.



Figura 4. Señales informativas. Adaptado de Manual de señalización vial (2015) Ministerio de Transporte.

1.4 Señalización horizontal

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

1.4.1 Líneas separadoras de carril. Estas líneas que son de color blanco se utilizan para delimitar los carriles que conducen el tránsito en una misma dirección. También cumplen la función de ordenar el tráfico e incrementar la eficiencia del uso de una red vial urbana en sitios en donde se presentan congestiones.

Para indicar que el cambio del carril se puede realizar sin afrontar riesgo, se usa una línea blanca segmentada; de lo contrario, debe ser continua.

Tabla 3-3 Patrón - Demarcación / Brecha para líneas segmentadas				
Velocidad máxima de la vía (km/h)	Patrón p(m)	Relación demarcación brecha	Largo demarcación (m)	Largo brecha (m)
Mayor a 60	12	3 a 5	4,5	7,5
Menor o igual a 60	8	3 a 5	3	5
Ciclovia	3	1 a 2	1	2

Figura 5. Patrón de demarcación líneas segmentadas. Adaptado de Manual de señalización vial (2015) Ministerio de Transporte.

1.4.1.1 Líneas de carriles segmentadas: La relación entre el tramo demarcado y la brecha de una línea de carril segmentada varía según la velocidad máxima de la vía. Para una vía con velocidad máxima inferior o igual a 60 km/h se debe usar un patrón de 8 m y una relación 3 a 5, lo que se traduce en líneas de 3 m demarcados seguidas de 5 m sin demarcar.

La demarcación elevada debe ser de color blanco o blanco-rojo e instalarse centrada en todas las brechas o brecha por medio.

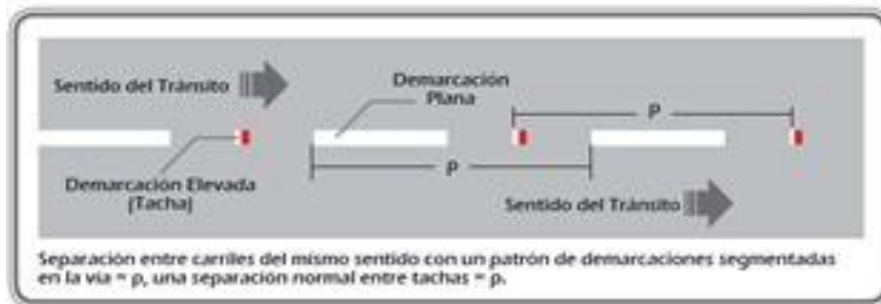


Figura 6. Separación entre carriles por líneas segmentadas. Adaptado de Manual de señalización vial (2015) Ministerio de Transporte.

1.4.2 Línea de borde de pavimento. Estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, dónde se encuentra el borde exterior del pavimento, lo que les permite posicionarse correctamente respecto de éste y así tener menor probabilidad de invadir un carril en contraflujo. Cuando un conductor es encandilado por un vehículo que transita en el sentido contrario, estas demarcaciones son a veces la única orientación con que aquél cuenta, por lo que son imprescindibles en vías rurales.

En todas las vías urbanas que no cuenten con sardineles y en las vías arteriales o de jerarquía superior, se deben delimitar los bordes exteriores del pavimento.

También se debe utilizar esta demarcación en áreas urbanas cuando las características geométricas de la vía generan condiciones de riesgo, como curvas cerradas, variaciones de ancho de calzada o cuando no existe iluminación apropiada.



Figura 7. Línea de borde de pavimento. Adaptado de Manual de señalización vial (2015) Ministerio de Transporte.

1.4.3 Líneas centrales. Se encuentran entre dos flujos; sin embargo, no necesariamente están en el eje central de una calzada, por ejemplo, en el caso en el que el número de carriles no sea igual por sentido.

Son de color amarillo cuando separan dos sentidos de tránsito y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar dónde se separan los flujos de circulación opuestos.

Sucias, aunque también se incluye el reacondicionamiento, que se refiere a problemas de orientación o inclinación y repintado de la parte dorsal y el poste de las señales. Asimismo, es necesario retirar ramas, hojas y/o vegetación que se encuentre frente a las señales.



Figura 8. Línea central. Adaptado de Manual de señalización vial (2015) Ministerio de Transporte.

1.5 Mantenimiento de la señalización vial

Es el conjunto de actividades que se realizan para conservar de manera funcional y en buen estado todos los dispositivos utilizados para regular la circulación vehicular, y así garantizar que los viajes sean cómodos y seguros. Las actividades de mantenimiento se clasifican en tres tipos: periódicas, rutinarias y funcionales. De acuerdo con la periodicidad de las actividades de mantenimiento, establecida en varios manuales de diferentes países, el mantenimiento periódico tendrá una frecuencia de una vez por año; el rutinario, de dos veces durante el año, y el funcional consiste en inspecciones mensuales. Estas últimas pretenden detectar fallas en la señalización que se hayan generado por algún evento aleatorio.

1.5.1 Mantenimiento rutinario. Con el fin de garantizar la visibilidad y legibilidad de las señales, es necesario realizar una descontaminación visual general de cada señal, que las señales queden libres de todo agente externo que impida su operabilidad, como publicidad, tachones, rayones, grafitis, calcomanías, etc. En suma, las actividades que se realizarán durante el mantenimiento de la señalización vertical son: limpieza de señales; reacondicionamiento de señales; poda, corte y retiro de vegetación, y descontaminación visual.

1.5.1.1 Señalización vertical. En la fase de mantenimiento rutinario es necesario limpiar las señales verticales que se encuentren con el fin de garantizar la visibilidad y legibilidad de las señales, es necesario realizar una descontaminación visual general de cada señal, que las señales queden libres de todo agente externo que impida su operabilidad, como publicidad, tachones, rayones, grafitis, calcomanías, etc. En suma, las actividades que se realizarán durante el mantenimiento de la señalización vertical son: limpieza de señales; reacondicionamiento de señales; poda, corte y retiro de vegetación, y descontaminación visual.

1.5.1.2 Señalización horizontal: En el caso de la señalización horizontal se debe limpiar la superficie de rodadura de tal manera que se garantice la visibilidad de la demarcación existente sobre la estructura de pavimento.

Igualmente debe realizarse una limpieza del derecho de vía con el fin de retirar tanto la vegetación como los desechos existentes de otro tipo que allí se encuentren, que afecten o puedan afectar la correcta visibilidad de las líneas de borde del pavimento. Las actividades que se realizan durante el mantenimiento de la señalización horizontal son: Limpieza del derecho de vía y limpieza de superficie de rodadura y demarcación horizontal.

1.5.2 Mantenimiento periódico. Es el conjunto de actividades que tienen como propósito evitar el deterioro de los elementos de la señalización y mantener la integridad de la señalización de la carretera. El mantenimiento periódico debe orientarse por garantizar que la señalización corresponda con las condiciones del tránsito, éstas deben ser inspeccionadas periódicamente para determinar si se cumplen.

Comprende actividades de mayor magnitud y no está limitada solamente a labores de limpieza. Incluye actividades de retiro, reparación y sustitución, según el caso de los dispositivos de señalización a los cuales se les efectúa este tipo de mantenimiento. Las actividades deberán realizarse anualmente y deben contemplarse aquellos requerimientos de mayor índole que hayan sido detectados en el diagnóstico. (Ministerio de transporte, Pontificia Universidad Javeriana, sf, pág. 93)

1.5.2.1 Señalización vertical: El mantenimiento periódico de la señalización vertical incluye actividades que requieren acciones mayores que el reacondicionamiento. Entre las que se encuentran: Retiro de señales, reparación de mojones e instalación de señales requeridas.

1.5.2.2 Señalización horizontal: El mantenimiento periódico de la señalización horizontal comprende el repintado de toda la demarcación existente sobre la superficie de rodadura. Entre las actividades a realizar se encuentra únicamente el repintado de la demarcación, pero como una actividad previa es sumamente necesario realizar labores de limpieza de la superficie.

1.6 Accidentalidad en Barrancabermeja.

Entre el 2010 y el 2014 Barrancabermeja fue escenario de la muerte de 266 personas y 2.685 heridas a consecuencia de los accidentes de tránsito ocurridos en el municipio. Durante el 2014, los barranqueños tuvieron la probabilidad de morir en un accidente de tránsito en una proporción de aproximadamente 27 muertos por cada 100 mil habitantes, mientras esta misma probabilidad

en el departamento de Santander, fue de 15 y en Colombia de 13 muertes por 100 mil habitantes. (Inspección de Tránsito y Transporte de Barrancabermeja, 2016)

La accidentalidad en Barrancabermeja es provocada en su mayoría por los motociclistas, para el año 2015 se encontraban matriculadas 67.622 motocicletas de los 90.270 vehículos matriculados es decir el 75%. El fenómeno del ingreso al sistema de movilidad municipal de motociclistas sin las destrezas necesarias, con una pobre cultura ciudadana, escasa educación vial y sobre todo con una baja percepción del riesgo, está provocando un elevado número de muertes y heridos por accidentes de tránsito. La no percepción adecuada del riesgo potencial de causar accidentes de tránsito por parte de los motociclistas alienta conductas como el exceso de velocidad, la conducción bajo los efectos del alcohol, la circulación en zigzag, el no respeto de las zonas peatonales, que trae como resultado la afectación de su propia integridad y la de los demás usuarios especialmente de peatones mencionando que en el 60% de accidentes están involucrados hombres y en el 40% restante mujeres. (Inspección de Tránsito y Transporte de Barrancabermeja, 2016)

2. Metodología

A continuación, se presenta la metodología usada para la realización del diagnóstico e inspección visual de la vía que consistió en cuatro etapas: Demarcación de la vía, inspección visual, aforo vehicular y lista de chequeo.

2.1 Demarcación de la vía

Consistió en usar un odómetro para demarcar los 3,16 Kilómetros de vía en 316 tramos de 10 metros. De esta forma la inspección se realiza por cada tramo para dar un análisis más preciso de la situación actual del tramo vial.

2.2 Inspección visual

Con el tramo de vía dividido se procede a realizar la inspección.

2.2.1 Señalización vertical. Para la recolección de datos referentes a la señalización vertical se utilizó el formato de inspección visual del Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (Pavimentada y en afirmado) emitida por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y la Pontificia Universidad Javeriana.

MANUAL PARA EL MANTENIMIENTO DE LA RED VIAL SECUNDARIA (PAVIMENTADA Y EN AFIRMADO)

MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA RED VIAL SECUNDARIA (PAVIMENTADA Y EN AFIRMADO)

Ministerio de Transportes

MINISTERIO DE TRANSPORTES

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha: ____/____/____ Km: _____ No. de Vial: _____ No. de Pto: _____
 Carretera: _____ Municipio: _____
 Tipo: _____ Estado: _____

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Kilómetro	Código (SR, SP, SI)	Tipo			Tamaño (cm x cm) (SR y SI)	Estado físico (B, R, M)	Recomendación (para SR y SI)			
		Estado					Limpio	Repintar	Reparar	Reponer
		Reglamentaria	Preventiva	Informativa						

Figura 9. Formato de inspección visual para señalización vertical. Adaptado de Manual de Señalización Vial

2.2.1.1 Recolección de datos: Se realiza el levantamiento de la información, especificando las abscisas del tramo a considerar, la ubicación donde se encuentra la señal (Izquierda o Derecha), el código de la señal donde se indica si es reglamentaria (SR), preventiva (SP), informativa (SI), si el tamaño del tablero cumple con lo establecido en el Manual de Señalización del Ministerio de Transportes, el estado físico en el que se encuentra (Bueno, Regular o Malo) y la recomendación (Limpiar, Repintar, Reparar o Reponer).

2.2.2 Señalización horizontal. Para la recolección de datos referentes a la señalización horizontal, se utilizó el formato del Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (Pavimentada y en afirmado) emitida por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y la Pontificia Universidad Javeriana.

The image shows a form titled 'MANUAL PARA EL MANTENIMIENTO DE LA RED VIAL SECUNDARIA (PAVIMENTADA Y EN AFIRMA)'. It includes logos for INVIAS and the Pontificia Universidad Javeriana. The form is divided into sections: 'INFORMACIÓN GENERAL' with fields for 'Fecha', 'Ubicación', 'Inspeccionado por', 'Fecha de inspección', 'Hora', and 'Observaciones'. Below this is a large table with columns for 'Tipo de carril', 'Tipo de señal', 'Estado físico', 'Observación', and 'Observador'. The table has multiple rows for data entry.

Figura 10. Formato de inspección visual para la señalización horizontal. Adaptado de Manual de Señalización Vial

2.2.2.1 Recolección de datos: Se realiza el levantamiento de la información, especificando la abscisa del tramo a considerar, la ubicación donde se encuentra la señal (Izquierda o Derecha), si presenta línea de borde, línea central, tachas reflectivas, captafaros, el estado físico (Bueno, Regular o Malo) y la observación correspondiente.

2.4 Listas de chequeo

La lista de chequeo fue tomada de la Guía para realizar una Auditoría de Seguridad Vial del documento de Conaset, Chile. A la cual se le realizaron algunas modificaciones, siendo esta adaptada a las necesidades de la vía y seleccionando los ítems más relevantes como: Visibilidad, límite de velocidad, drenaje, canalización, señalización, operatividad de red semafórica y alcance del transporte público.

Lista de Chequeo General ASV a Vías Existentes		
ÍTEMS		COMENTARIOS
Alineamiento y sección transversal		
1	Visibilidad; distancia de visibilidad	
2	Diseño de velocidad	
3	Límite de velocidad / velocidad dividida por zonas	
4	Adelantamientos	
5	Legibilidad para conductores	
6	Anchos	
7	Bermas	
8	Pendiente transversal	
9	Pendiente del talud	
10	Drenaje	

Figura 13. Lista de chequeo general ASV a vías existentes. Adaptado de Guía para realizar una Auditoría de Seguridad Vial

3. Resultados

A continuación, se presentarán los resultados arrojados en el respectivo diagnóstico, así como del aforo vehicular realizado y la lista de chequeo.

3.1 Señalización vertical

En los 3,16 kilómetros de vía se encontraron 72 señales de tránsito, de las cuales 11 corresponden a señales preventivas, 50 reglamentarias y 11 informativas, como se detalla en la Figura 14. Es decir, un 15,3 % de señales preventivas, 69,4 % de reglamentarias, y 15,4% informativas respectivamente como se muestra en la Figura 15. Cabe anotar que los tableros de todas las señales cumplen con las dimensiones establecidas en el Manual de Señalización del Ministerio de Transporte.

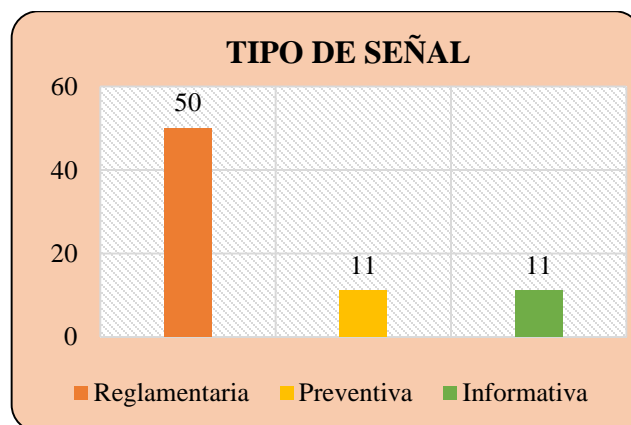


Figura 14. Número de señales verticales encontradas

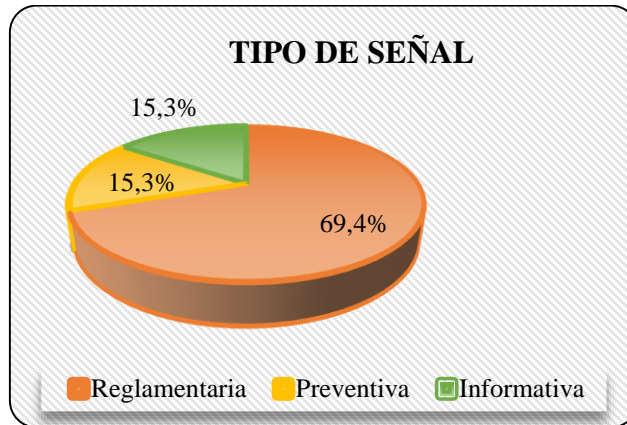


Figura 15. Porcentaje de señales verticales encontradas

De las 72 señales de tránsito presentes en el tramo, 38 se encuentran en buen estado, 21 en regular estado y 13 en mal estado, como se detalla en la Figura 16. Es decir, un 52,8% se encuentra en un correcto estado, un 29,2% y 18% en regular y mal estado respectivamente como se muestra en la Figura 17.

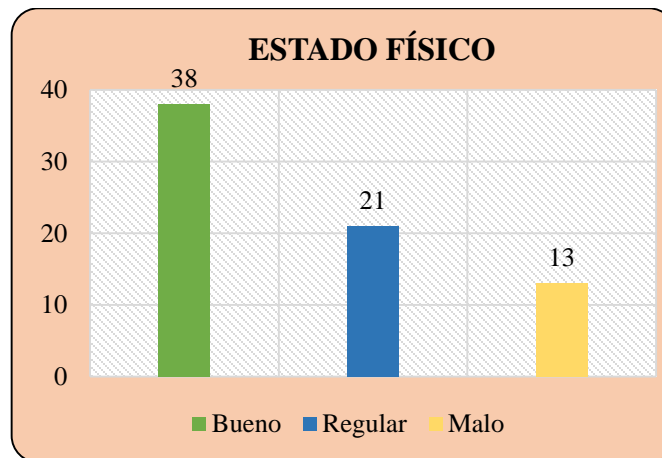


Figura 16. Estado físico de la señalización vertical

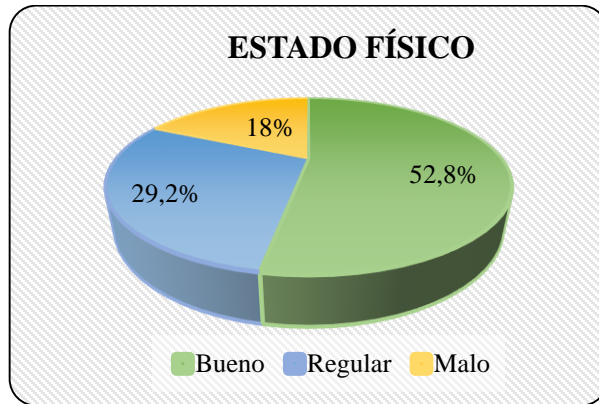


Figura 17. Porcentaje del estado físico de la señalización vertical

Dentro del diagnóstico se encontró que 23 señales requieren ser repintadas, 9 de ser reparadas, 28 precisan limpieza, y 12 se necesitan reponer como se detalla en la figura 18.

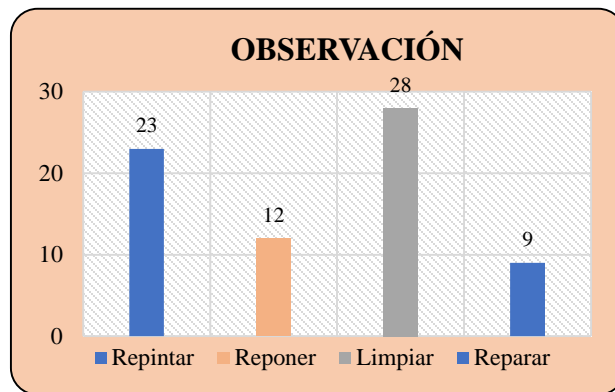


Figura 18. Observación del estado físico de las señales verticales

Es decir, un 31,9% requiere ser repintada, 16,7% ser reemplazadas, 12,5% necesitan reparación y un 38,9% precisan de limpieza como se muestra en la figura 19.

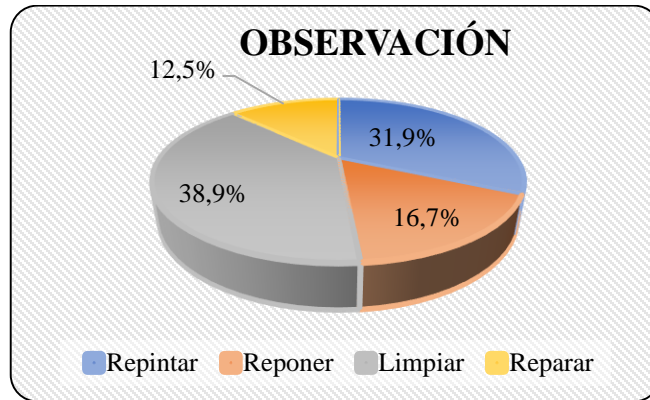


Figura 19. Porcentaje de observaciones de las señalizaciones verticales

3.2 Señalización horizontal

En gran parte de la vía, la señalización horizontal se encuentra en un desfavorable estado, como se aprecia en la Figura 20, 218 tramos correspondientes a 2,18 kilómetros se encuentran en un mal estado, 930 metros en regular estado y tan solo un pequeño tramo de 50 metros se cataloga como buen estado.

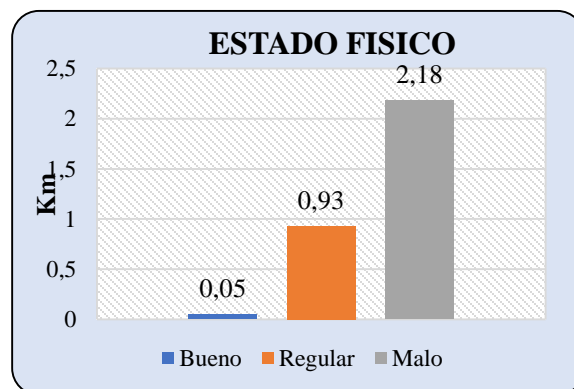


Figura 20. Estado físico de la señalización horizontal

Al ser una vía de segundo orden, el Manual de Señalización del Ministerio de Transporte recomienda el uso continuo de línea central, no obstante, la línea central es inexistente en más de la mitad del tramo vial, como se aprecia en la Figura 21, tan solo 1,01 kilómetros cuentan con línea central, en el tramo restante (2,15 kilómetros) no se registra.



Figura 21. Cantidad de tramo donde se presenta línea separadora de carril en el tramo de la vía.

En el tramo vial de 3,16 kilómetros no se evidencia la presencia de línea de borde, tachas reflectivas, captafaros, así como de defensa metálica.

En términos generales y como se aprecia en la Figura 22, en 2,18 kilómetros no se presenta señalización horizontal de ningún tipo, en 210 metros se encuentra incompleta y en 770 metros se presenta despintada.

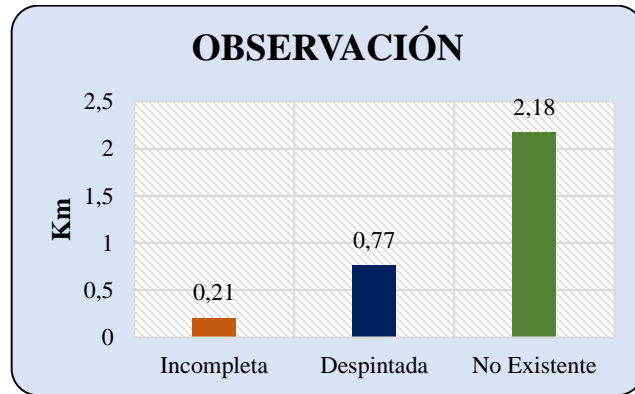


Figura 22. Observaciones generales del tramo de la vía

3.3 Pavimento

Dentro del diagnóstico realizado se encontró que 1,02 Kilómetros del tramo se encuentra en buen estado, 1,78 Kilómetros presenta un regular estado, y los 360 metros restantes se encuentran en mal estado. Como se aprecia en la figura 23. Es decir, un 32,3% se encuentra en buen estado, 56,3% presenta un regular estado y solo el 11,4% se encuentra en un mal estado. Como se aprecia en la figura 24.

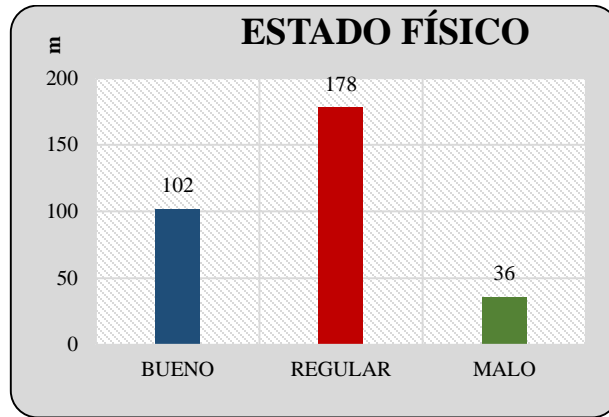


Figura 23. Estado físico del pavimento

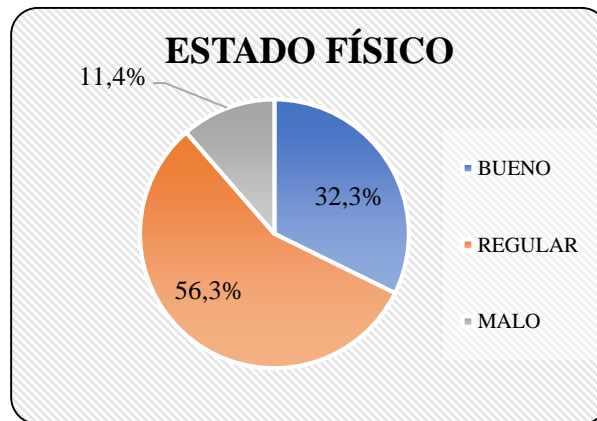


Figura 24. Porcentaje del estado físico del pavimento

A lo largo del tramo vial se presenta gran cantidad de fallas como se aprecia en la Figura 25. En 1,33 kilómetros se presenta la falla denominada Cabezas duras (CD), siendo la más frecuente a lo largo del tramo de estudio. En 540 metros se presentan Piel de cocodrilo (CD), en 380 metros se observan Fisuras Longitudinales, en 370 metros se presenta Desgaste Superficial (DSU), en 540 metros se presentan otros tipos de falla (AFA: Afloramiento de agua, BCH: Bache, FT: Fisura transversal, PCH: Parcheo, AB: Abultamiento). En los 70 metros restantes no se registran fallas.

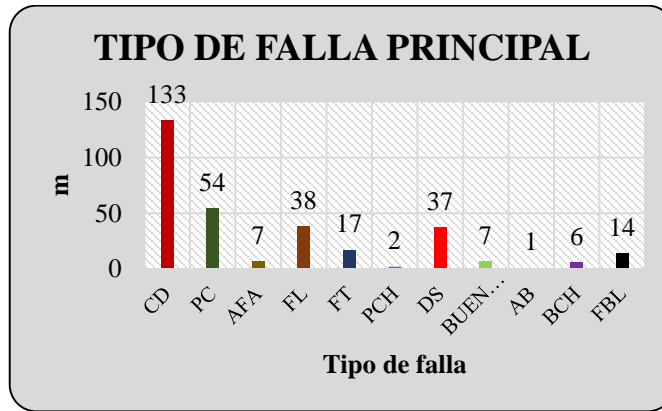


Figura 25. Tipo de falla presente en el pavimento

3.4 Aforo vehicular

3.4.1 Primer punto. El aforo vehicular y peatonal se realizó con el único objetivo de conocer cuál es la hora de máxima demanda para los días en que se realizaron los conteos. En las Figuras 26 y 27 se presentan los resultados encontrados en los días jueves y domingo para el punto de la Calle 50 con Carrera 11.

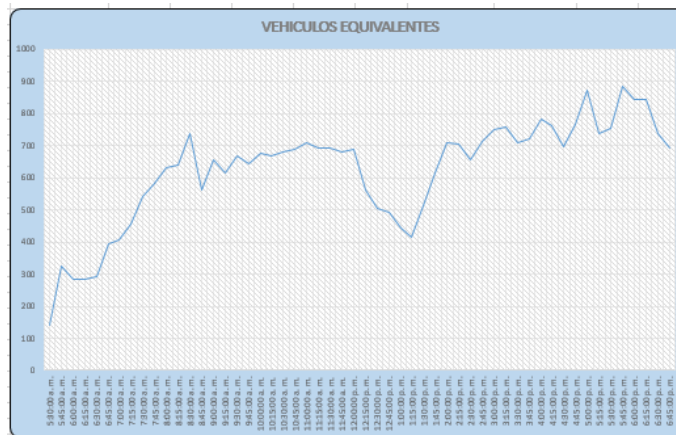


Figura 26. Aforo vehicular jueves, Calle 50 con carrera 11

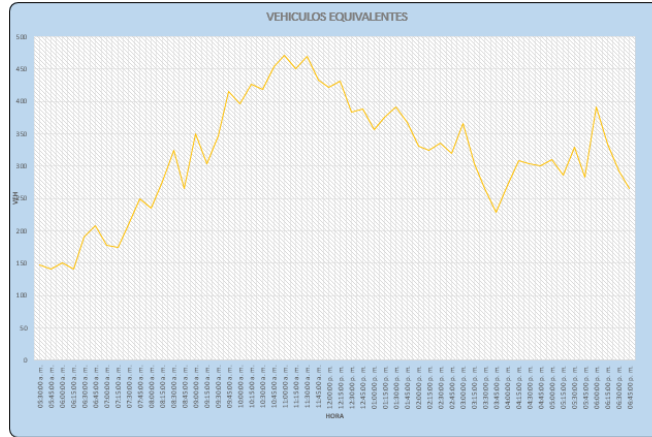


Figura 27. Aforo vehicular domingo, Calle 50 con Carrera 11

En las tablas 1 y 2 se presenta la información correspondiente a la máxima demanda de peatones

Tabla 1.

Hora de máxima demanda jueves, Calle 50 con Carrera 11

Hora pico	9:30-10:30 am
Volumen (Peatón/min)	7

Tabla 2.

Hora de máxima demanda domingo, Calle 50 con Carrera 11

Hora pico	4:30-5:30pm
Volumen (Peatón/min)	5

Con la información del aforo se pudo determinar la hora pico del día correspondiendo a la máxima demanda de vehículos como se alcanza a apreciar en la figura 28 y 29 para los jueves y domingo en donde se aprecia que de 5:30 a 6:30 pm se movilizan 3318 vehículos equivalentes y de 10:45 a 11:45 am se tiene un número de 1841 vehículos equivalentes respectivamente.

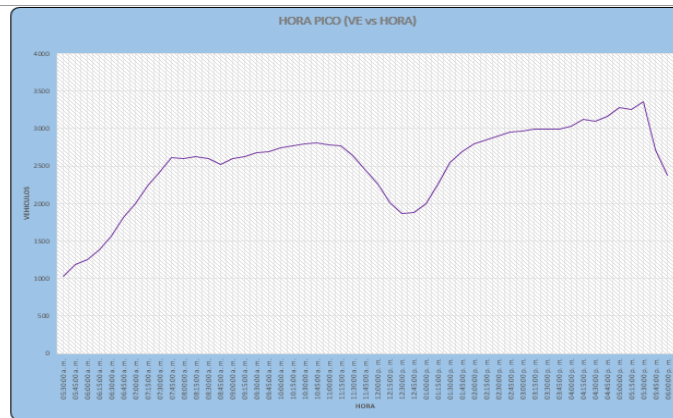


Figura 28. Hora Pico Jueves, Calle 50 con Carrera 11

En los anexos G, H, I, J, K, L se aprecia la cantidad de vehículos que transitan por este punto a lo largo del día y se hace su comparación con el número de vehículos equivalentes de cada movimiento de este punto en el tramo

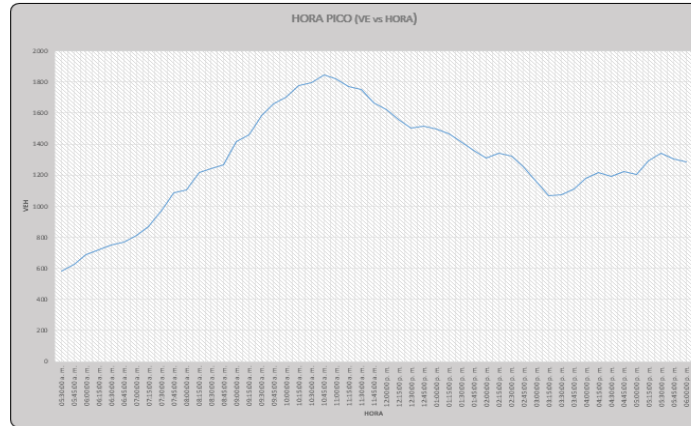


Figura 29. Hora Pico Domingo, Calle 50 con Carrera 11

En los anexos M, N, O, P, Q, R se aprecia la cantidad de vehículos que transitan por este punto a lo largo del día y se hace su comparación con el número de vehículos equivalentes de cada movimiento de este punto en el tramo.

3.4.2 Segundo punto. El aforo vehicular y peatonal se realizó con el único objetivo de conocer la capacidad de nivel de servicio de la vía para el día en que se realizó el conteo. En la Figura 30 se presenta los resultados encontrados el lunes para el punto de Calle 67 con Carrera 28.

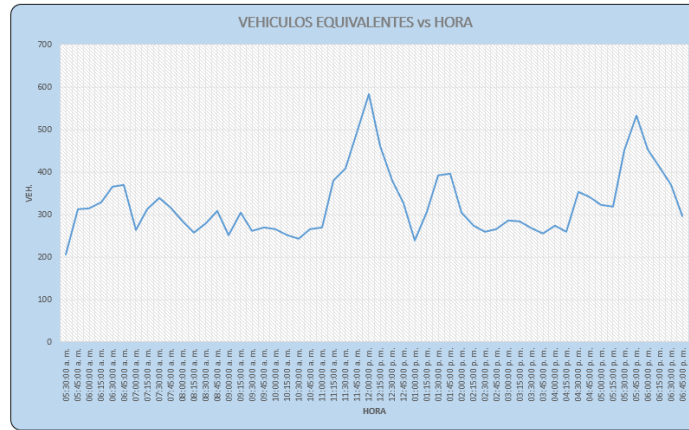


Figura 30. Aforo vehicular, jueves, Calle 67 con Carrera 28

Con la información del aforo se pudo determinar la hora pico del día correspondiendo a la máxima demanda de vehículos como se alcanza a apreciar en la figura 31 en donde se aprecia que de 11:30 am a 12:30 pm se tiene un número de 1911 vehículos equivalentes.

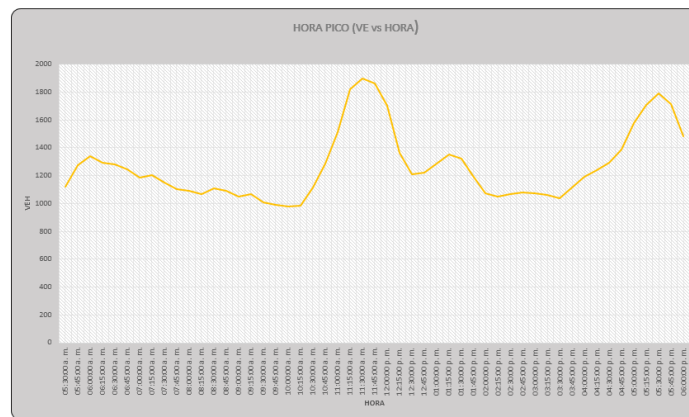


Figura 31. Hora Pico, día típico, Calle 67 con Carrera 28

Para el comportamiento peatonal, es decir, la cantidad de usuarios peatones que transitan a lo largo del día por los puntos seleccionados en los aforos se pueden visualizar en los anexos Z, A-A y A-B.

También se llevó a cabo una representación resumida para las horas pico respecto al porcentaje individual de los vehículos equivalentes que se puede apreciar en los anexos A-C, A-D y A-E que corresponden a los mismos puntos en los cuales se llevaron a cabo los aforos.

En la tabla 3 se presenta la información de la capacidad de nivel de servicio basándose en el cálculo de la velocidad del flujo.

Tabla 3.

Capacidad de servicio, Calle 67 con carrera 28

%VEH. Pesados	0,7
Velocidad	84,8
Densidad	13

En los anexos U, V, W, X, Y, Z se aprecia la cantidad de vehículos que transitan por este punto a lo largo del día y se hace su comparación con el número de vehículos equivalentes de cada movimiento de este punto en el tramo.

4. Conclusiones

Basados en el trabajo realizado y el análisis previamente expuesto, se puede concluir respecto a los campos de estudio de la presente investigación que:

Practicar una Auditoria de Seguridad Vial representa beneficios ya que mejora el nivel de seguridad en la vía, reduce accidentalidad y por ende los costos de estos, además disminuye la

severidad de los accidentes. Algunas investigaciones en Reino Unido, Dinamarca e Irlanda afirman que realizar una auditoría en una vía puede reducir hasta un tercio la probabilidad de ocurrencia de un accidente ya que se realza la cultura de seguridad vial que permite mayor consideración de los usuarios vulnerables de la vía.

En algunos sectores de este tramo vial se evidenciaron deficiencias de espacio en los corredores peatonales, debido a vegetación densa, mala disposición de residuos sólidos y ventas ambulantes; esto hace que los peatones se expongan sobre la carpeta asfáltica y represente un riesgo inminente tanto para sí mismos como para los demás usuarios. Además de la falta de iluminación desde el K0+95 hasta el K0+120 debido a la falta de podas en los árboles y no eficiencia de las luminarias por su antigüedad.

La mayor parte de la señalización vertical existente (53%) se encuentra en un buen estado de servicio, sin embargo, esto no implica que, como tal la señalización vertical sea la ideal en este porcentaje.

Es importante resaltar que se encontró un gran porcentaje de señales que necesitan desde limpieza hasta reposición lo que conlleva a pensar que no se está realizando un mantenimiento de las señales de este tipo.

En el año 2016 se ubicaron puntos negros o puntos críticos por accidentalidad en Barrancabermeja. Uno de ellos en la Calle 67 con Carrera 25 que hace parte del tramo en estudio. En este se presentaron 13 accidentes de tránsito, con saldo de 10 heridos y 3 de daños materiales; la clase de accidentes fueron 12 choques entre vehículos y 1 atropello a peatón.

Un elevado porcentaje de señalización horizontal (69 %) se encuentra en mal estado o en su defecto no existe, lo que superpone al factor de señalización horizontal como el más crítico del

estudio. Para una arteria tan importante del municipio, esto es un problema de seguridad vial ya que no hay indicaciones de ningún tipo en varias zonas lo que

representa constante peligro para la seguridad de los usuarios de este corredor vial.

En cuanto al estado del pavimento se encontró que 1,02 Kilómetros del tramo se encuentra en buen estado, 1,78 Kilómetros presentan un estado regular, y los 360 metros restantes se encuentran en mal estado siendo las cabezas duras, piel de cocodrilo y descascaramiento las fallas más relevantes encontradas a lo largo del tramo indicando que la estructura está fallando por fatiga debido a las cargas a las cuales se encuentra sometido este tramo vial por la circulación de carga pesada y muy seguramente por problemas de drenaje además de impases o alteraciones en el momento en el que se llevó a cabo la construcción de la vía y puesta de la carpeta asfáltica como por ejemplo mal distribución de agregados, espesor de carpeta asfáltica insuficiente, mezcla muy permeable y riego de liga deficiente.

En cuanto a la lista de chequeo modificada para esta investigación teniendo en cuenta los ítems seleccionados se observó que la visibilidad es reducida por tramos en horas de la noche debido a la alta concentración de arborización que impiden la labor de las luminarias. En cuanto canalización de igual manera en algunos tramos hace falta el mantenimiento de cajas y tuberías para aguas lluvias. La red semafórica fue recientemente renovada por tipo led; opera de manera eficiente y su visibilidad es adecuada. Para el alcance del transporte público se observó que no hay ninguna ruta que atraviese por completo el tramo vial.

Se observó además en los días de inspección visual y realización de aforos la falta de cultura vial de parte de algunos usuarios no acatando señales reglamentarias como hacer giros en “U”, colocando en riesgo su integridad y la de los demás usuarios que transitan por el tramo, parquear en lugares no aptos, transitar por andenes e incluso no respetar los semáforos.

En el estudio de tránsito en el primer punto se encontró un alto índice de vehículos equivalentes tanto en el día típico (46791) como en el atípico (24849), la motocicleta es el vehículo que más transita en la zona teniendo un porcentaje del 54% para el día típico sobre todos los vehículos dando un total de 25325 motocicletas, el porcentaje restante (42%) lo tienen los autos (19%), colectivos (0,7%), busetas (7%), taxis (10%), y camiones (1,1%) y del 49% en el día atípico como total 12132 motocicletas, el porcentaje restante (42%) lo tienen los autos (19%), colectivos (0,4%), busetas (6%), taxis (12%), y camiones (0,5%) esto quiere decir que el flujo de vehículos en este tramo de vía es relevante y es el motivo principal por el cual la vía se encuentra en deterioro ya que es una densa cantidad de vehículos para una vía a la cual según el estudio evidencia falta de mantenimiento. Para el segundo punto del tramo vial se determinó la capacidad de servicio para vehículos equivalentes que es de 1895 VE/H. sin considerar variaciones aleatorias. debido a una circulación con densidad elevada, aunque estable, dándole al conductor y al peatón una experiencia de conveniencia y comodidad bajo, puesto que se presentan pequeños incrementos de flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento.

La circulación de vehículos pesados por zonas residenciales, o de alto flujo de ciclistas y/o peatones, debe ser evitada desviándola hacia vías alternativas, y si ello no es posible se deben tomar medidas para resguardar la seguridad de todos los usuarios. Por ello se instauró el decreto **300 de 2017**

Por medio del cual se establecen restricciones y condiciones para el tránsito de vehículos de diez (10) o más toneladas de capacidad de carga en el área urbana del municipio de Barrancabermeja donde en el **artículo tercero** (3ro) se especifica en el parágrafo C la restricción de vehículos de carga en partes de este tramo vial.

5. Recomendaciones

Elaborar e implementar planes de seguridad vial a nivel local y socializarlos con toda la comunidad, así mismo realizar jornadas o campañas para concientizar a los usuarios de las vías ya que se realiza la cultura de seguridad vial que permite mayor consideración de los usuarios vulnerables de la vía.

Según el manual Conaset para prácticas de auditoría de seguridad vial se recomienda el mantenimiento a la demarcación utilizando pintura reflectiva, para este caso repintar de color blanco la línea central en

forma segmentada en todo el tramo vial, así como de pintar la línea de borde y línea en el costado izquierdo de color amarillo según lo establecido en el Manual de Señalización del Ministerio de Transporte.

Reubicar las señales ubicadas en el K0+650, K0+730, K0+850, K0+970, K1+280, K1+510, K1+720, K3+080 ya que se encuentran obstaculizadas por objetos que ponen en riesgo la seguridad de los usuarios de la vía, así como la instalación de señales que se requieren y no se encuentran. Adicionalmente remover señales que se encuentran en mal estado. La información anterior se detalla en el anexo E.

Se recomienda realizar un estudio peatonal y de movilidad en el tramo K2+680- K2+740 debido al alto número de giros en esta intersección que ponen en riesgo la seguridad ya que no hay control en la zona.

Se recomienda realizar labores de mantenimiento a la carpeta asfáltica como reparcho y sellamiento de grietas y fisuras con emulsión asfáltica o similar para evitar las filtraciones de agua a las capas inferiores del pavimento.

Se recomienda realizar periódicamente labores de retiro de vegetación en los corredores peatonales ya que en algunos sectores se encuentran obstruidos lo cual implica que los peatones se vean en la obligación de invadir la calzada lo que representa un constante peligro para su integridad y la de los demás usuarios.

Se sugiere la limpieza constante de las cunetas para que no se presenten estancamientos de agua.

Referencias bibliográficas

Inspección de Tránsito y Transporte de Barrancabermeja, Plan Local de Seguridad Vial Para Barrancabermeja 2011-2021, Barrancabermeja., Colombia 2016.

Manual de Auditorías de Seguridad Vial. Estrategia Para contribuir a la Disminución de los Índices de Accidentalidad Vial en la ciudad de Bogotá, Bogotá. D.C., Colombia 2005.

Ministerio de transporte de Colombia. Manual de señalización vial, dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Bogotá D.C.2015 capítulo 2: generalidades de la señalización vertical, p.17.

Ministerio de transporte, Pontificia Universidad Javeriana. Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (pavimentada y en afirmado). Capítulo 4: Mantenimiento de la señalización vial.p.93

Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de transporte- Instituto Nacional de vías. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, Convenio interadministrativo 0587-03. Bogotá D.C. 2016.p.7-31.

Apéndices

Apéndice 1. Formato de inspección visual para señalización vertical.



MANUAL PARA EL MANTENIMIENTO DE LA RED VIAL SECUNDARIA (PAVIMENTADA Y EN AFIRMADO)



MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA RED VIAL SECUNDARIA (PAVIMENTADA Y EN AFIRMADO)



DIAGNÓSTICO DE SEÑALIZACIÓN

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha: DD MM AAAA Día: _____ Hora Inicio: _____ Hora Final: _____
 Carretera: _____ Sentido: _____
 Tramo: _____ Abscisa Inicio: _____ Abscisa Final: _____

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Abscisa	Ubicación (derecha o izquierda)	Tipo				Tamaño ¿cumple? (SI o NO)	Estado físico (marcar con X)			Recomendación (marcar con X)					
		Código			Delimitador de CURVA horizontal		Poste de referencia	S	R	M	Limpiar	Replantar	Reparar	Reponer	Otra
		Reglamentaria	Preventiva	Informativa											
K 0 + 000		SR -	SP -	SI -											
		SR -	SP -	SI -											
		SR -	SP -	SI -											
		SR -	SP -	SI -											
		SR -	SP -	SI -											

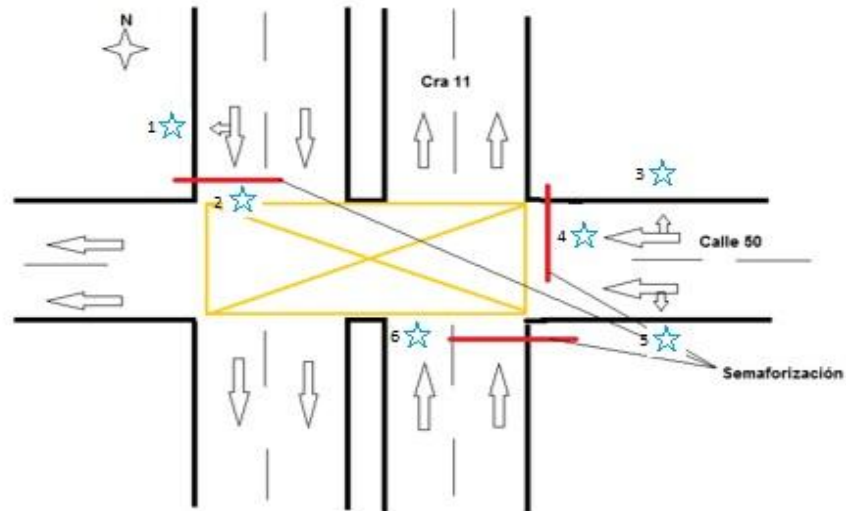
Fuente: Manual de señalización vial (2015) Ministerio de Transporte.

Apéndice 5. Recomendaciones de señales verticales

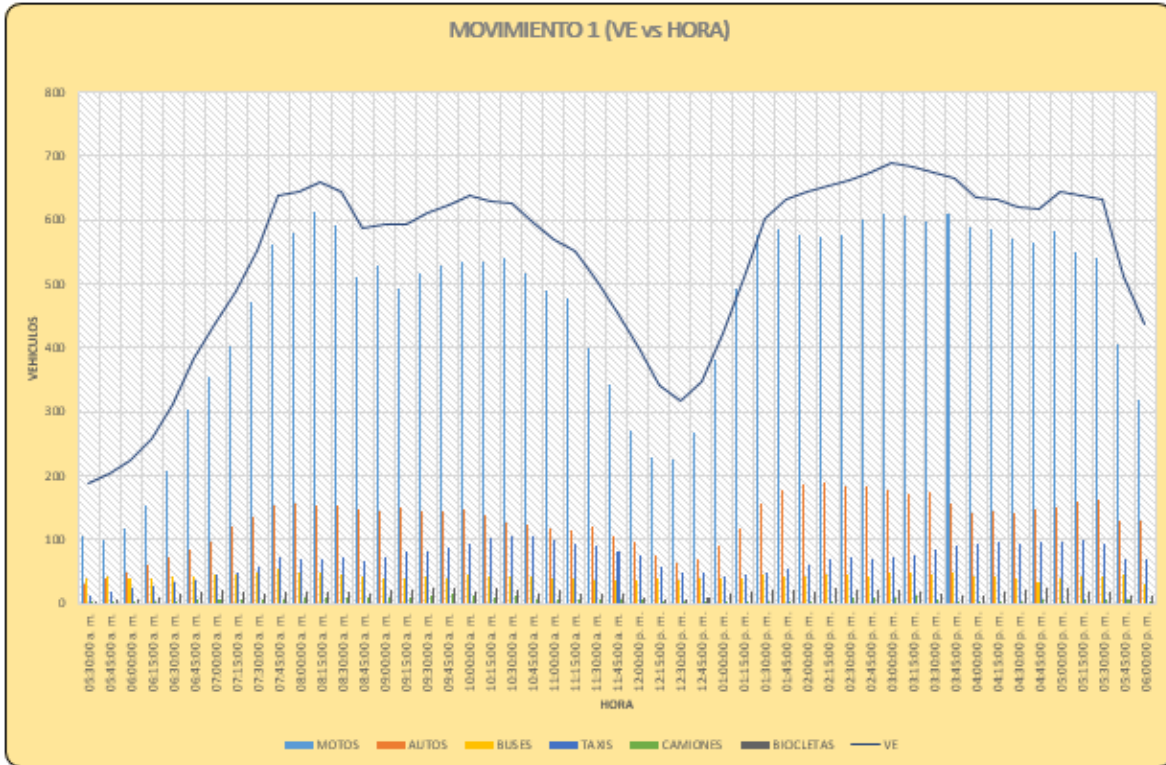
Abscisa	Ubicación	Tipo_señal	Diagnostico
K0+020	I	SR-28	Reparar
K0+220	I	SI-08	Repintar
K0+650	D	SR-10	Obstruida
K0+660	D	SR-30	Repintar
K0+680	I	SR-30	Repintar
K0+730	D	SR-10	Obstruida
K0+760	I	SI-13	Reparar
K0+850	I	SR-10	Obstruida
K0+870	I	SR-30	Repintar
K0+970	D	SR-10	Obstruida
K1+070	D	SR-10	Repintar
K1+280	D	SP-04	Obstruida
K1+340	D	SR-28	Repintar
K1+360	D	SP-46	Repintar
K1+450	D	SP-103	Reponer
K1+470	D	SP-46	Reparar
K1+480	I	SR-28	Reparar
K1+510	D	SR-10	Obstruida
K1+540	D	SR-28	Reponer
K1+620	I	SIO-02	Reparar
K1+660	I	SR-28	Reparar
K1+670	I	SR-28	Reponer
K1+670	D	SP-46	Repintar

Abscisa	Ubicación	Tipo_señal	Diagnostico
K1+720	D	SP-46	Obstruida
K1+770	I	SPO-02	Repintar
K1+780	D	SR-30	Repintar
K2+000	D	SP-46	Reponer
K2+010	D	SR-10	Repintar
K2+090	I	SR-28	Reponer
K2+160	D	SR-10	Repintar
K2+190	D	SR-10	Repintar
K2+240	I	SI-05	Reponer
K2+330	D	SR-30	Repintar
K2+490	D	SR-28	Repintar
K2+570	D	SR-28	Reponer
K2+590	I	SR-30	Repintar
K2+600	D	SR-30	Reparar
K2+640	I	SR-28	Reponer
K2+660	D	SR-10	Repintar
K2+680	I	SR-10	Repintar
K2+690	I	SR-28	Reponer
K2+690	D	SI	Quitar
K2+740	D	SR-28	Reponer
K2+750	I	SR-28	Repintar
K2+770	D	SR-28	Repintar
K2+810	D	SR-30	Repintar
K2+840	I	SR-28	Reparar
K2+850	I	SPO-01	Quitar
K3+080	D	SR-28	Obstruida
K3+130	D	SR-01	Repintar

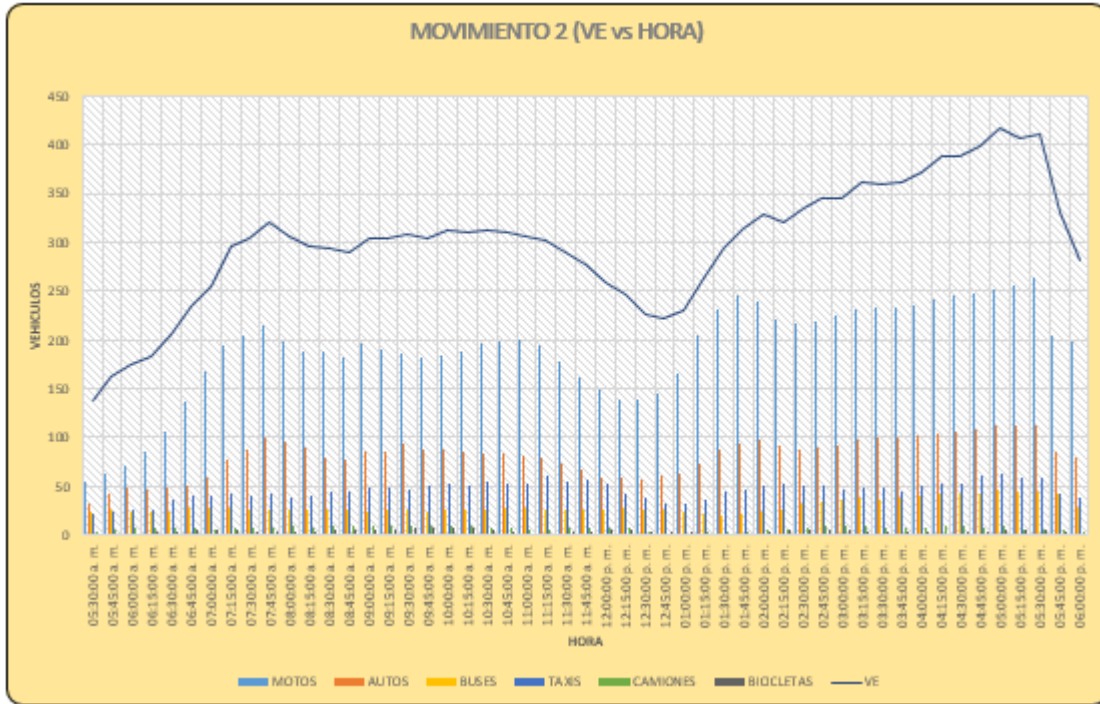
Apéndice 6. Esquema de movimientos del punto Calle 50 con Carrera 11



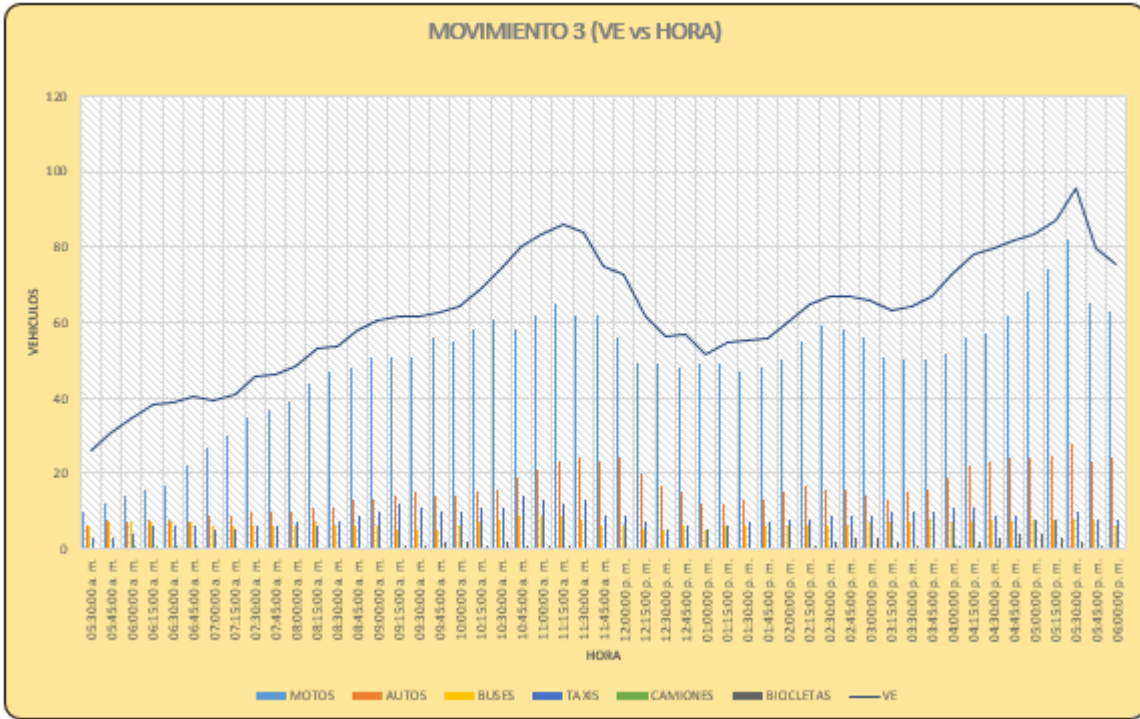
Apéndice 7. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día típico



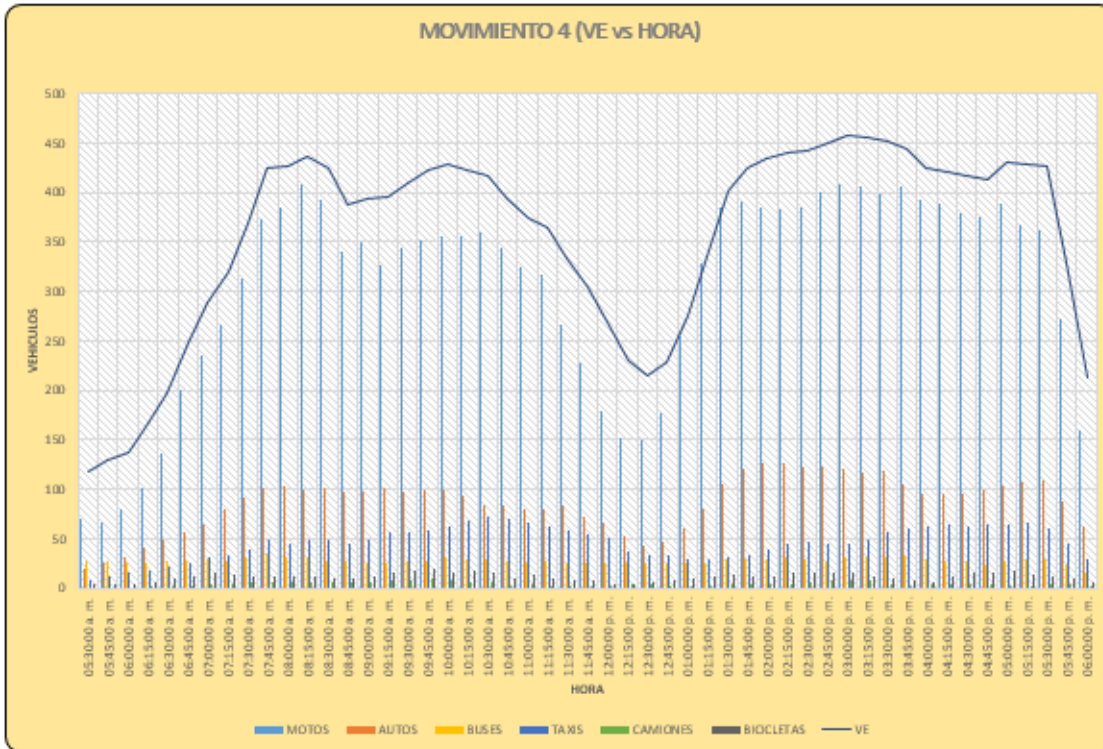
Apéndice 8. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día típico



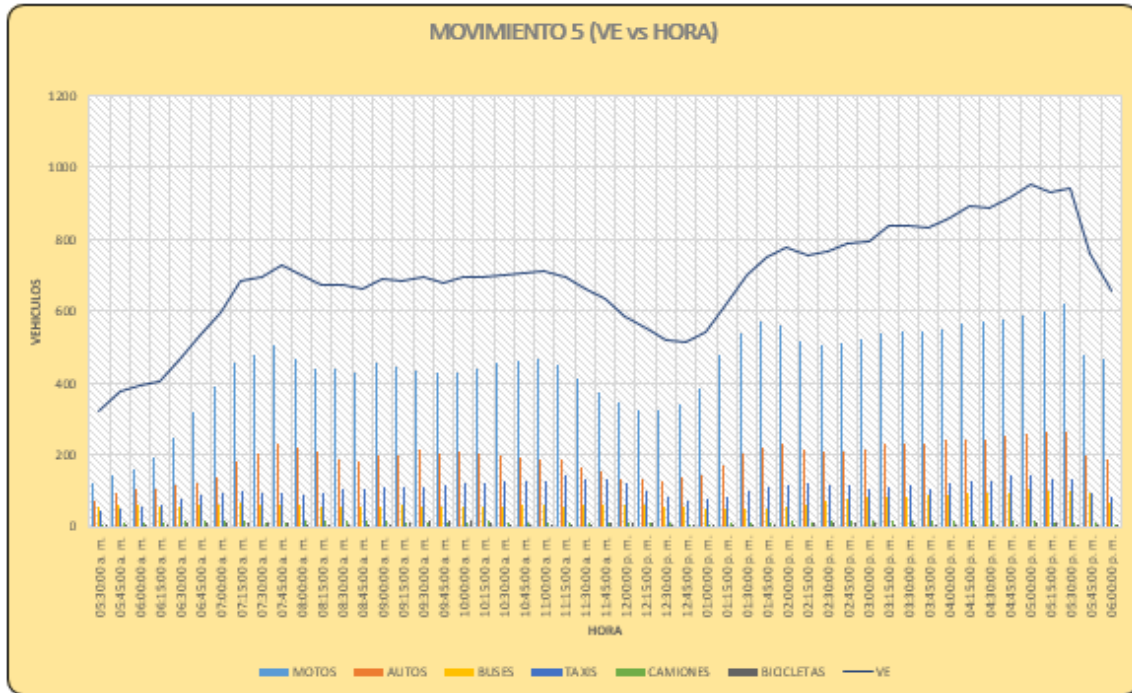
Apéndice 9. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día típico



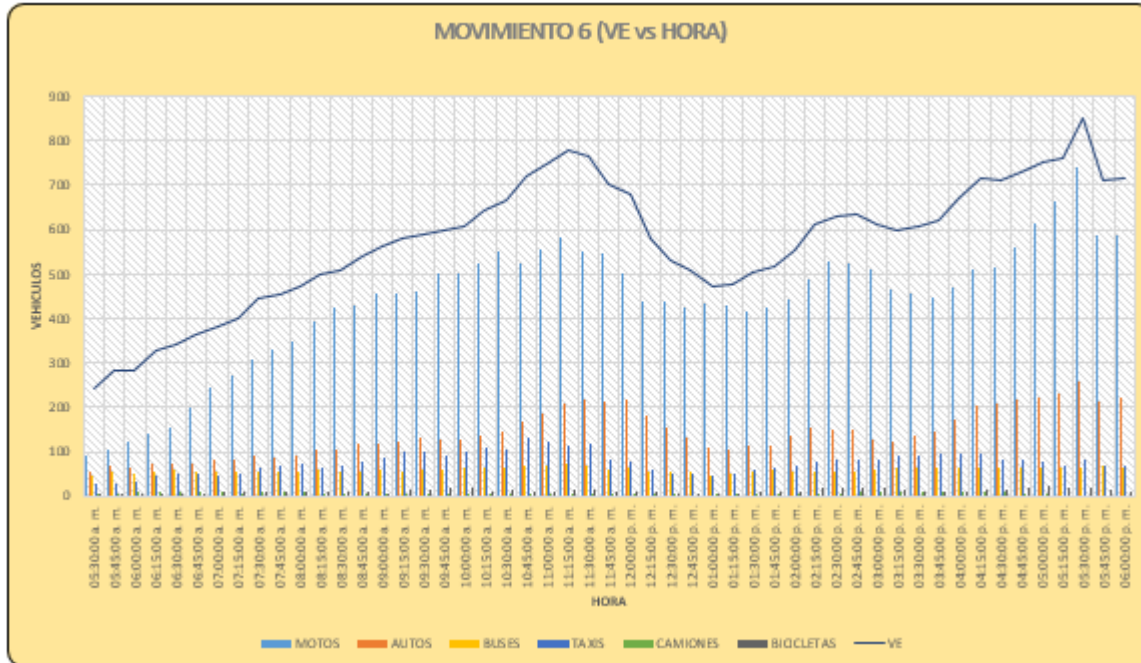
Apéndice 10. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día típico



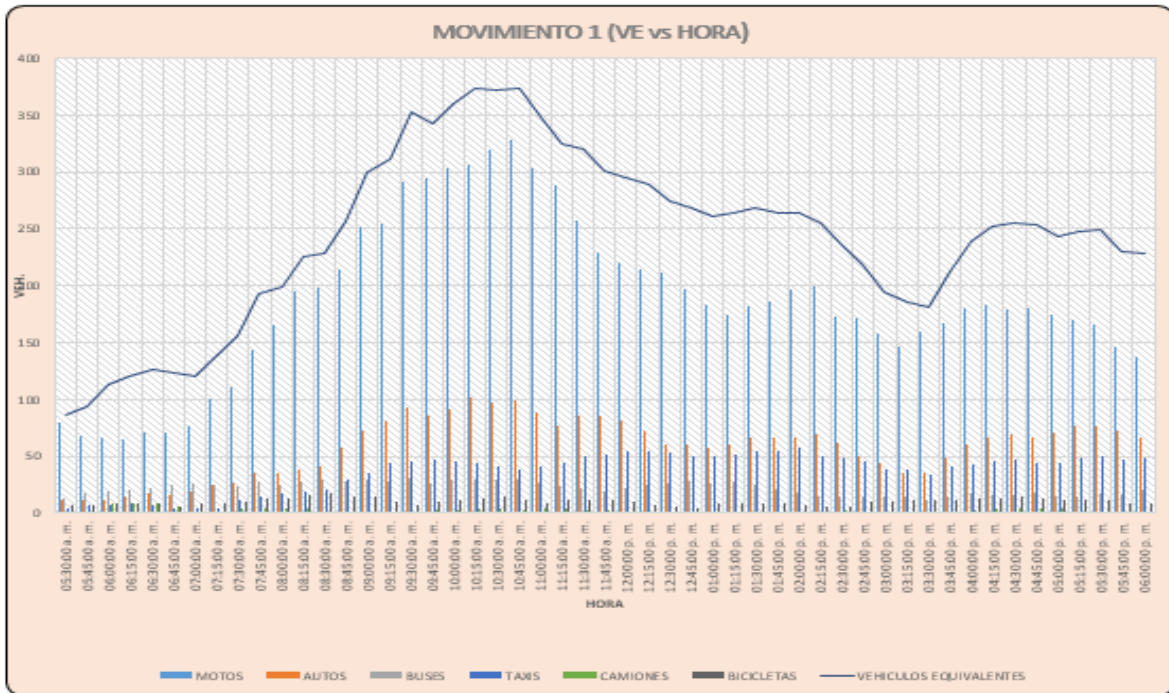
Apéndice 11. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día típico



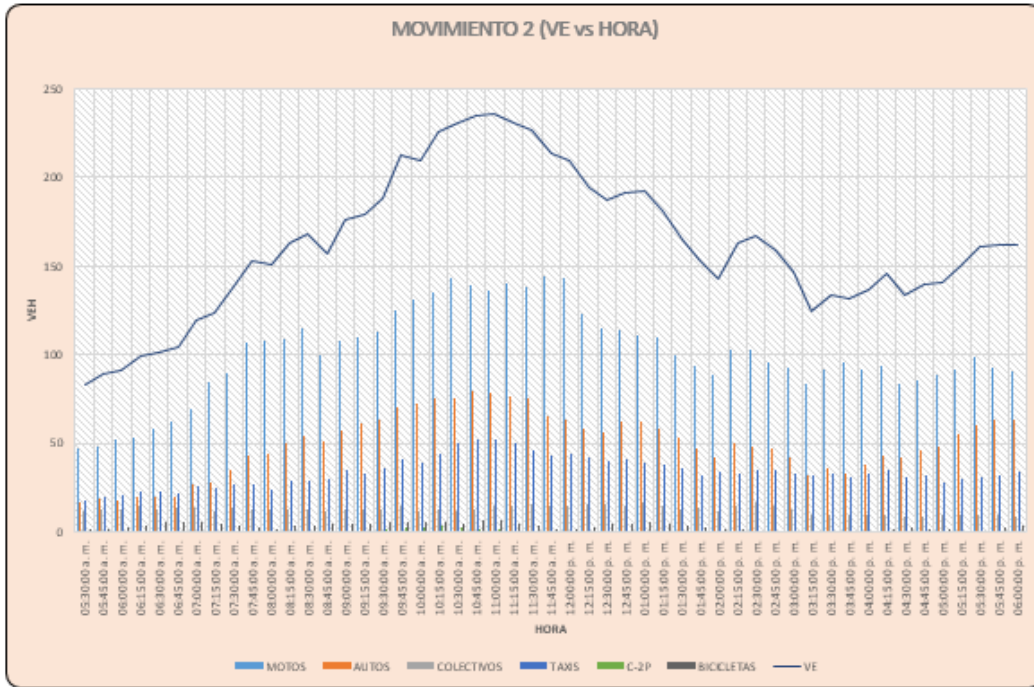
Apéndice 12. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día típico



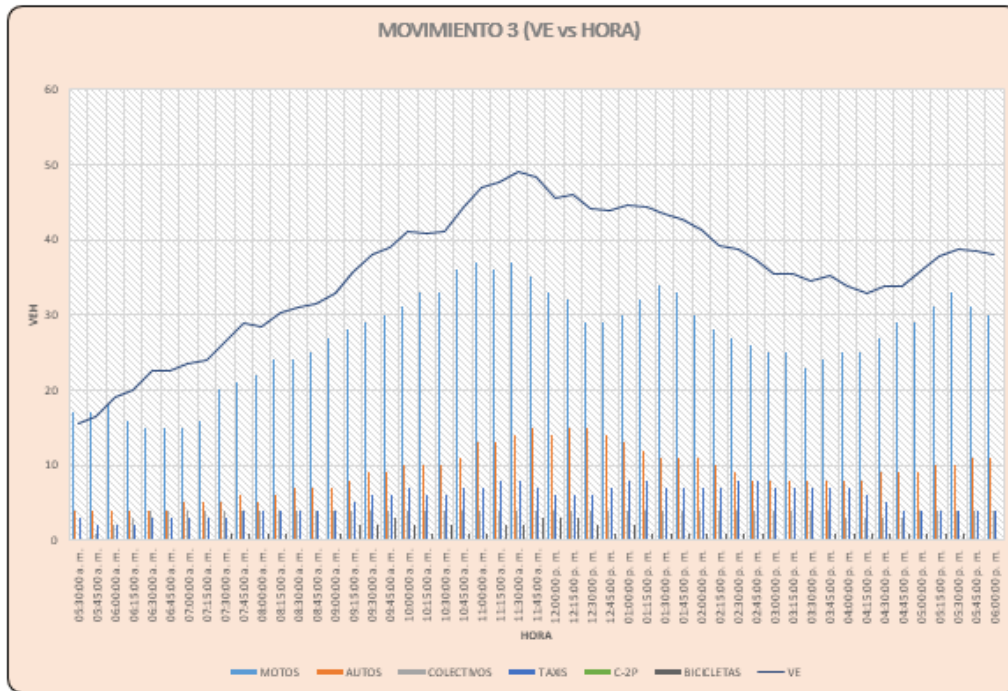
Apéndice 13. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día atípico



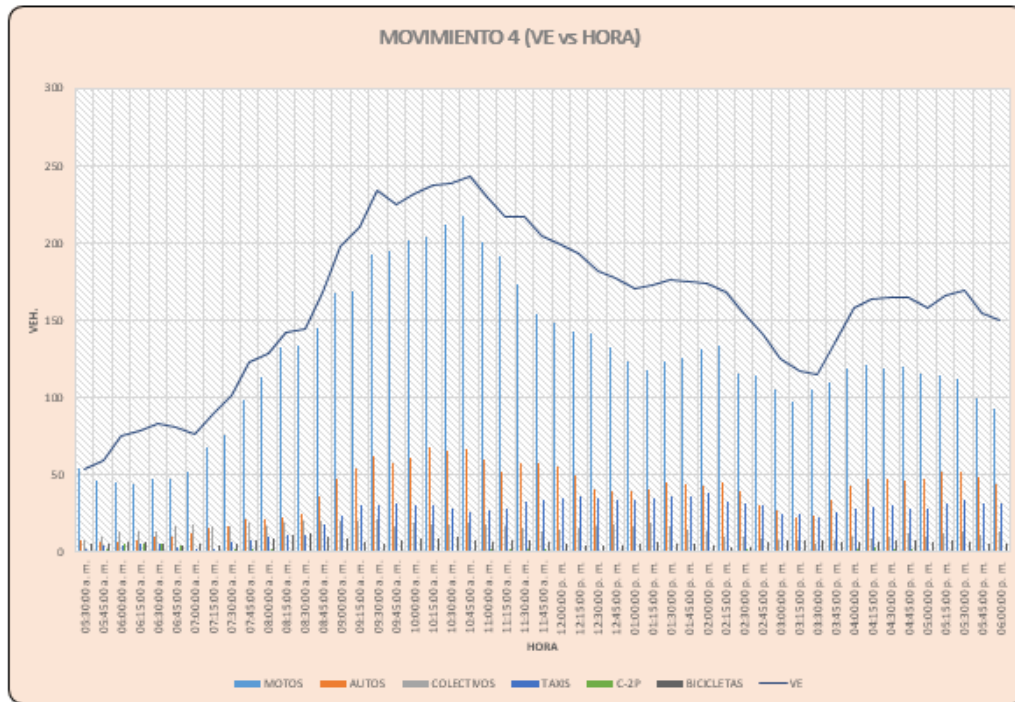
Apéndice 14. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día atípico



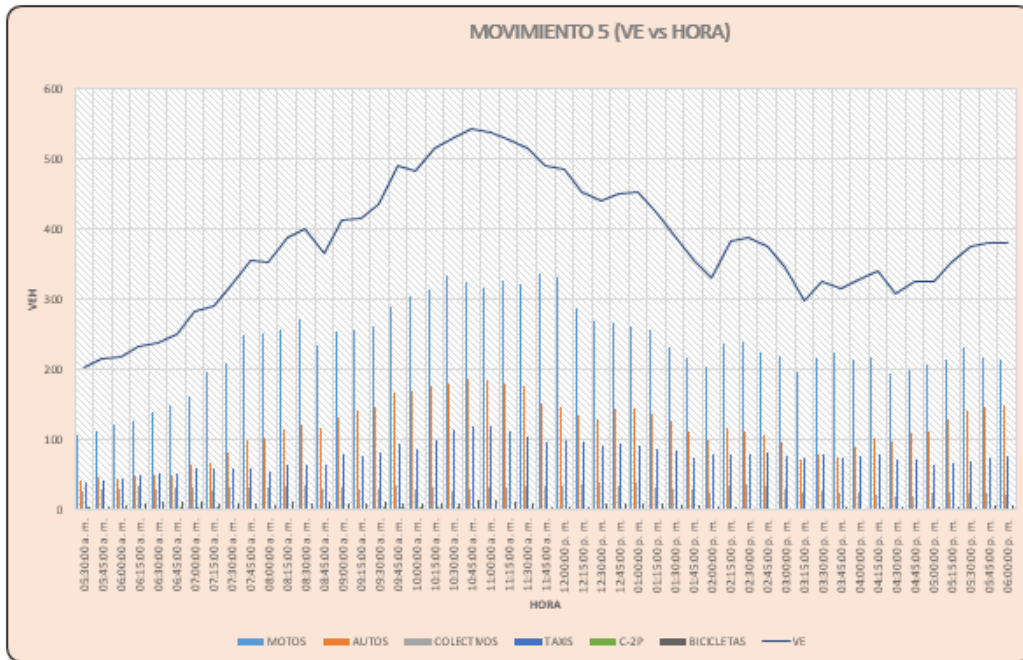
Apéndice 15. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día atípico



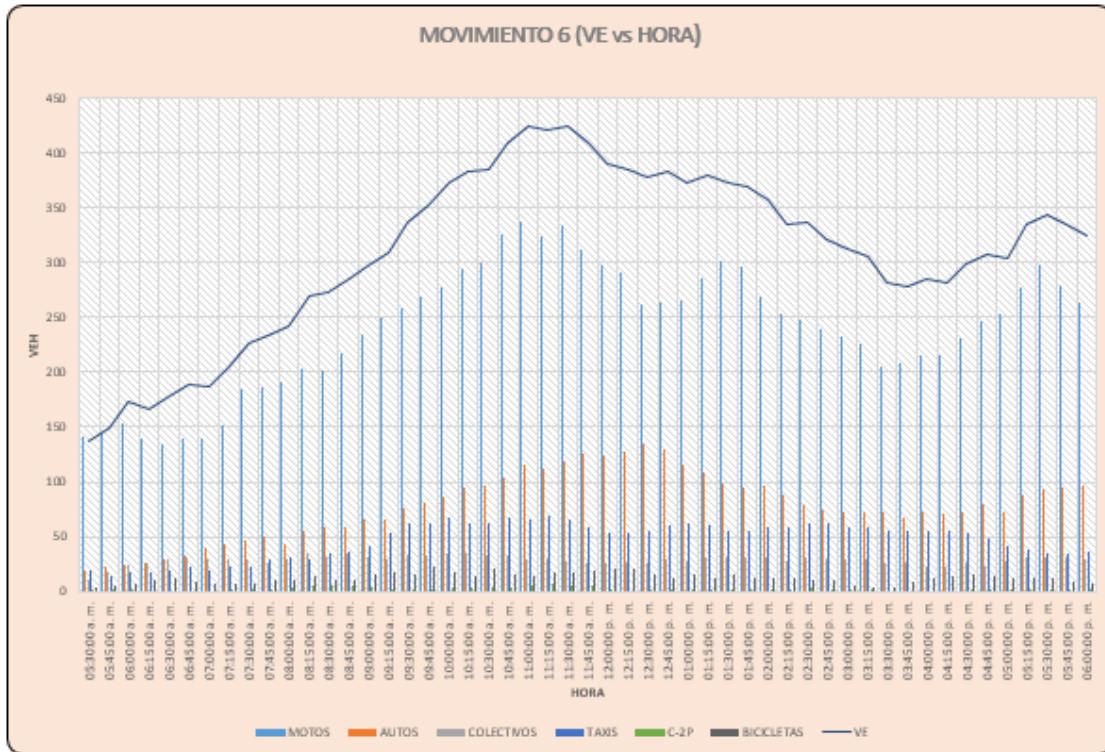
Apéndice 16. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día atípico



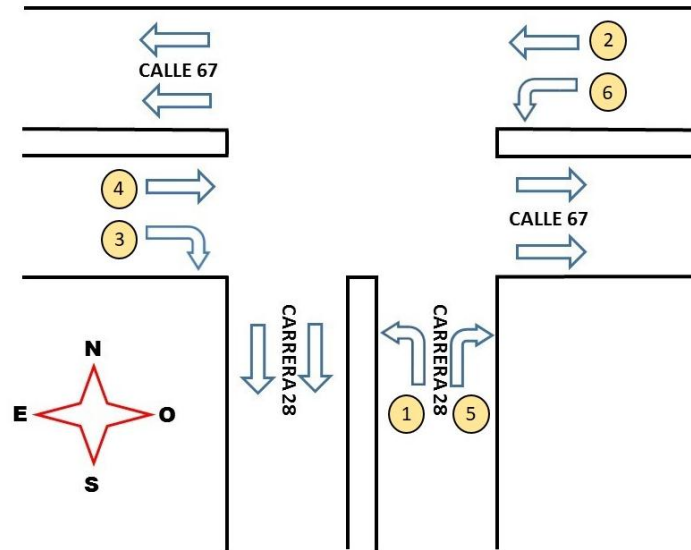
Apéndice 17. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día atípico



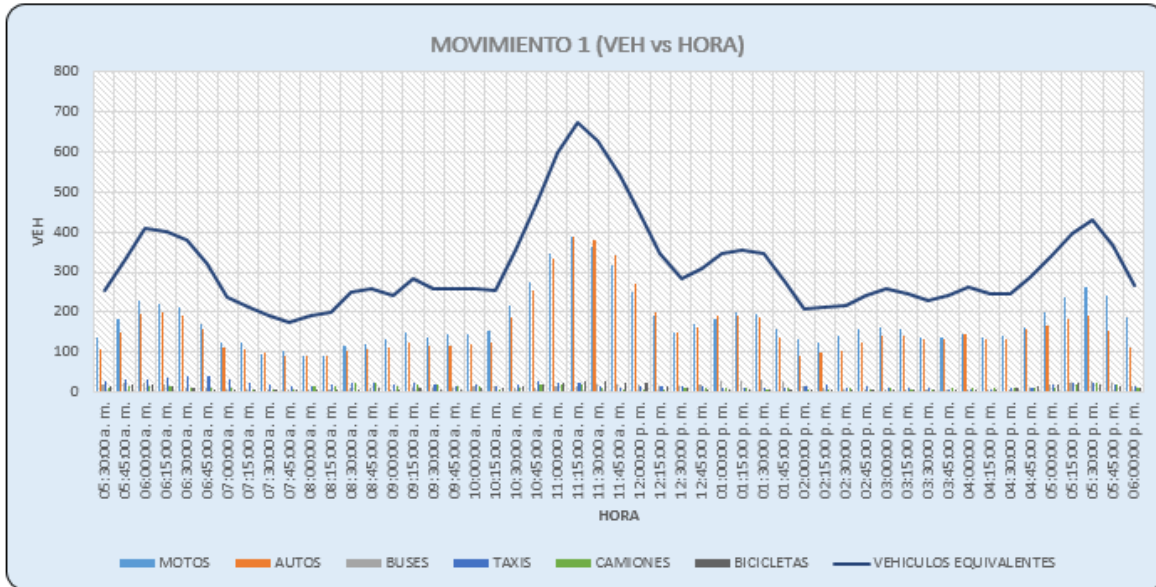
Apéndice 18. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 1 en un día atípico



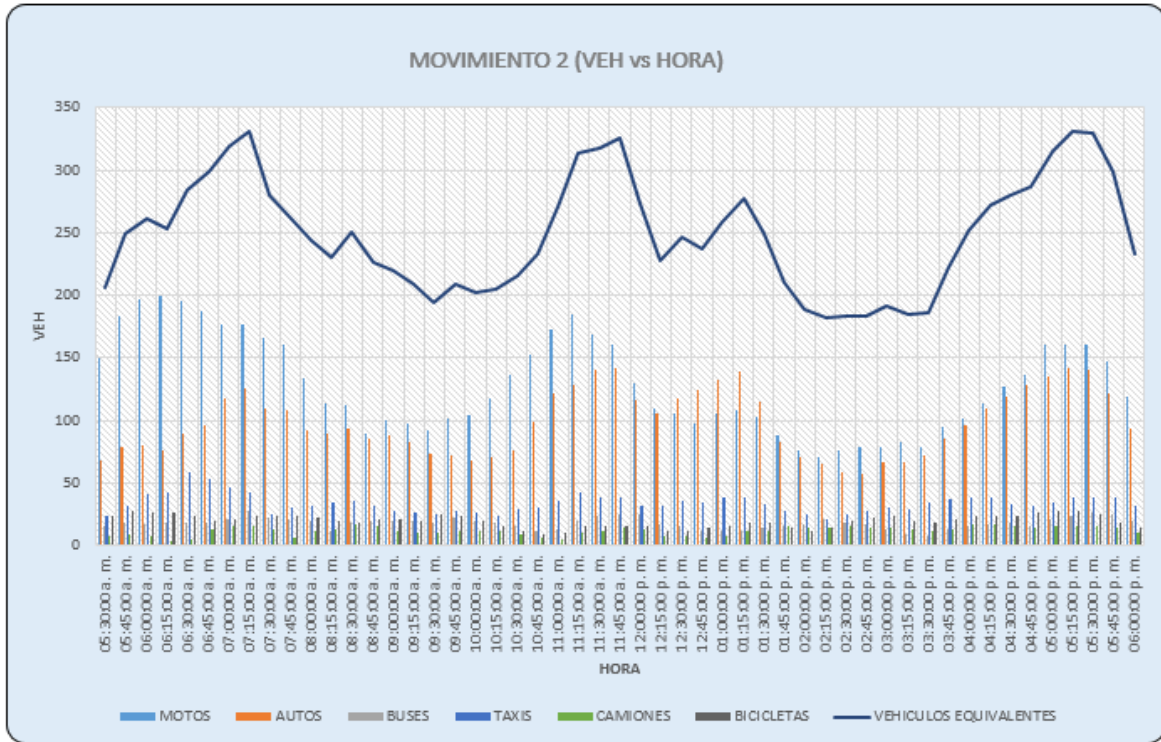
Apéndice 19. Esquema de movimientos de la Calle 67 con Carrera 28



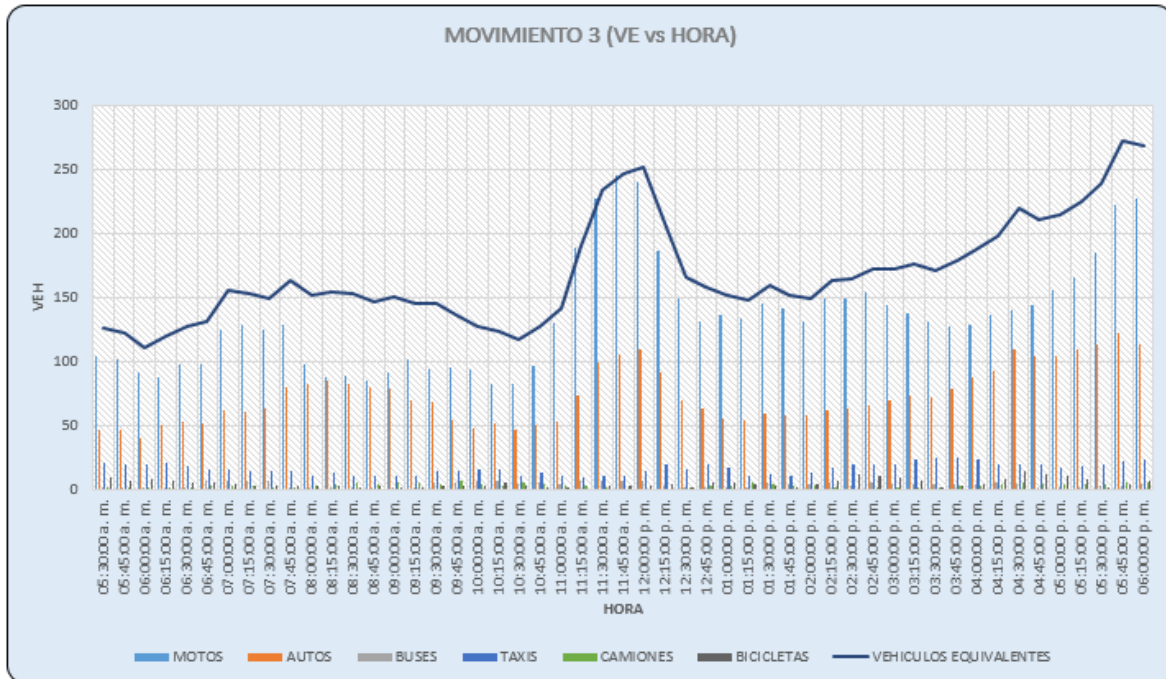
Apéndice 20. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 2



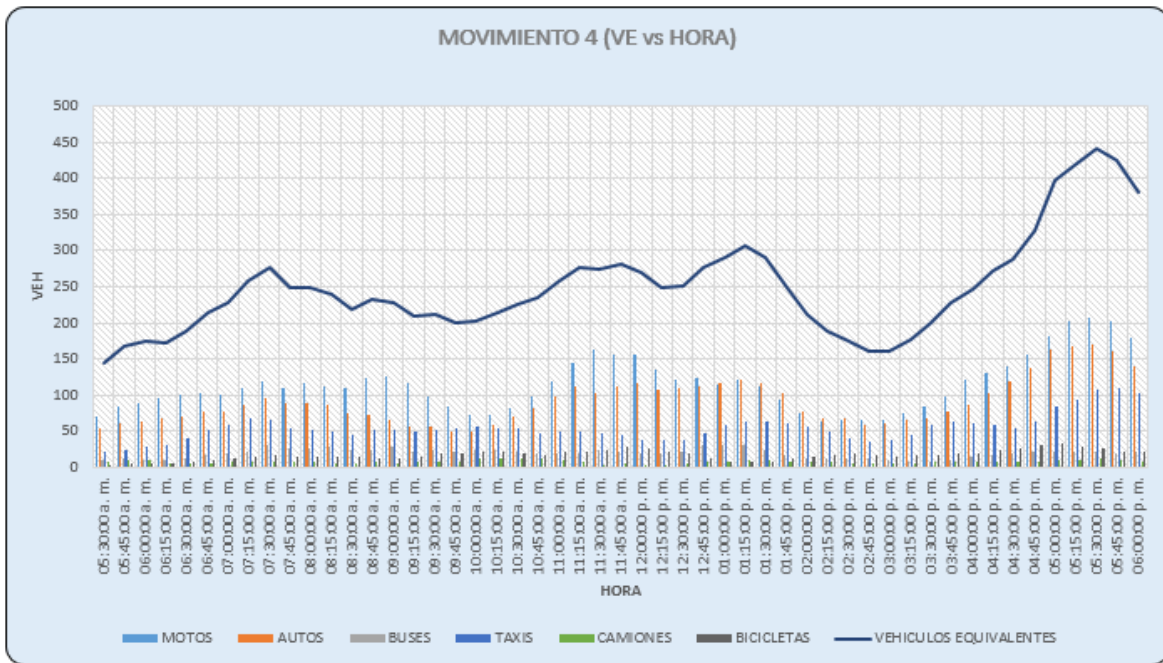
Apéndice 21. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 2



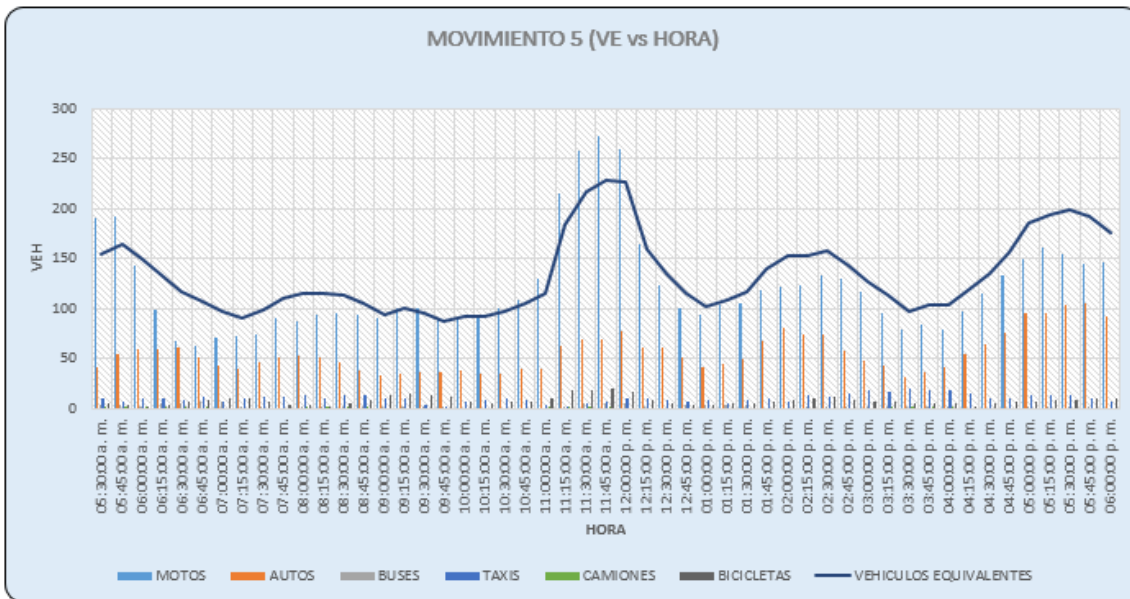
Apéndice 22. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 2



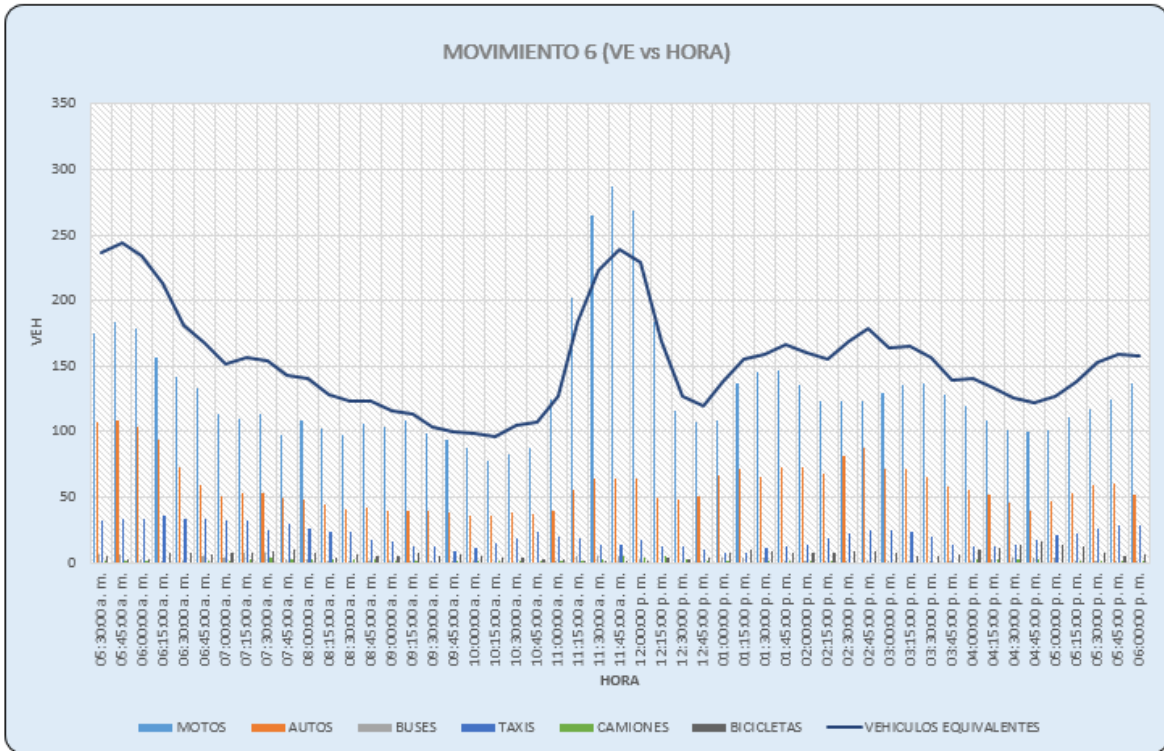
Apéndice 23. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 2



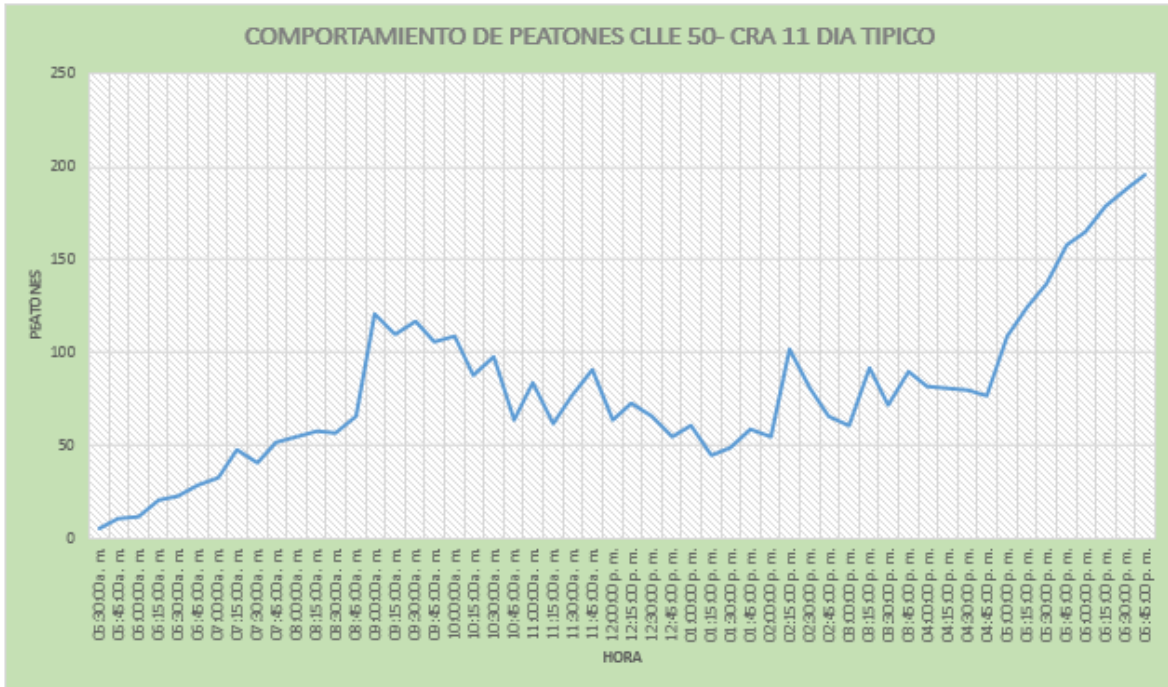
Apéndice 24. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 2



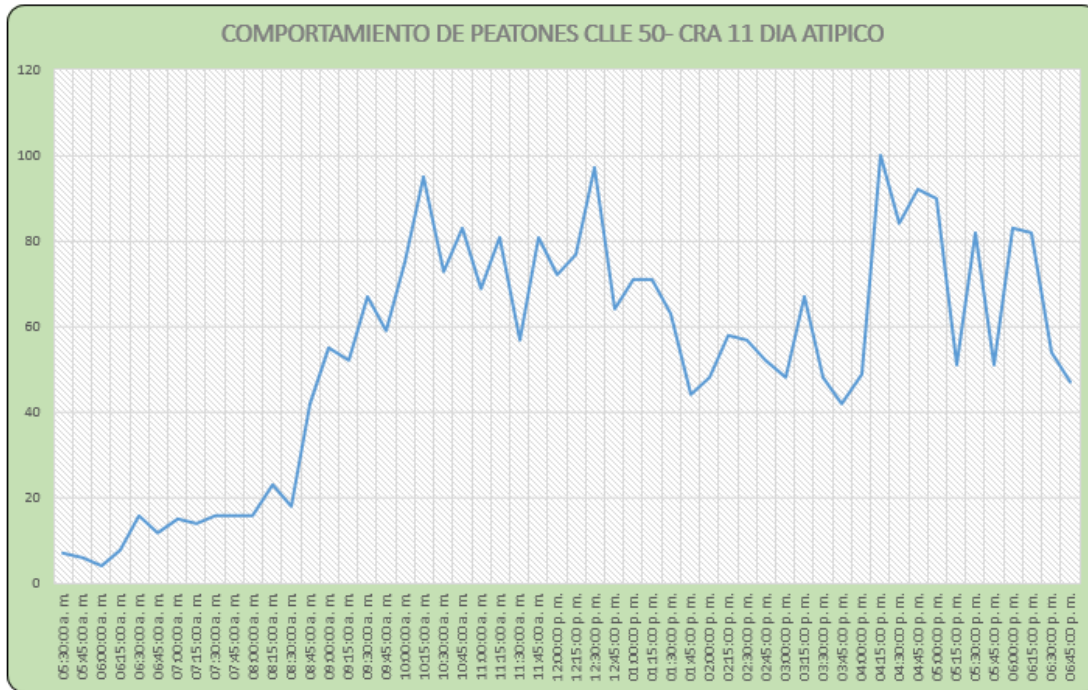
Apéndice 25. Gráfica de Cantidad de vehículos por hora para el punto 2



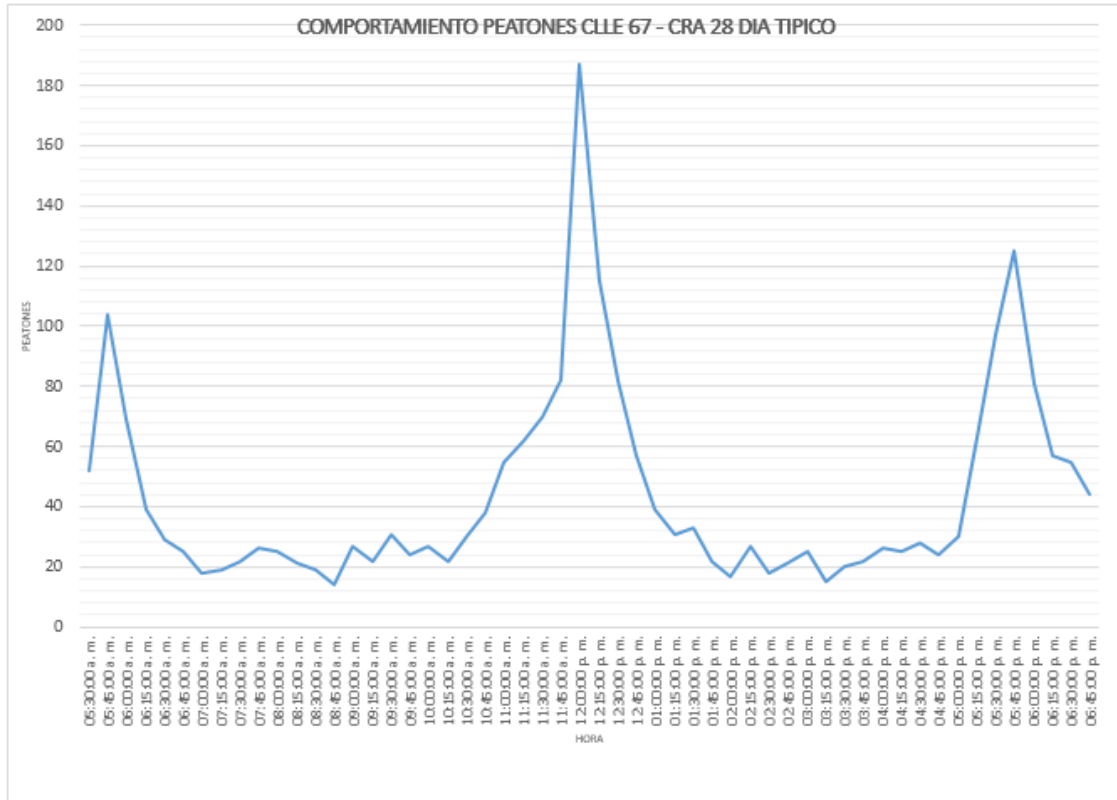
Apéndice 26. Gráfica de Cantidad de peatones por hora para el punto 1 (día típico)



Apéndice 27. Gráfica de Cantidad de peatones por hora para el punto 1 (día atípico)



Apéndice 28. Gráfica de Cantidad de peatones por hora para el punto 2 (día típico)



Apéndice 29. Tabla resumen de cantidad de vehículos equivalentes en porcentaje para la hora pico del punto 1 (día típico)

		MOTOS	AUTOS	COLECTIVOS	TAXIS	CAMIONES	BICICLETAS	TOTAL
05:30:00 p. m.	05:45:00 p. m.	298	204	127	106	13	5	753
05:45:00 p. m.	06:00:00 p. m.	353	223	157	117	26	7	883
06:00:00 p. m.	06:15:00 p. m.	325	254	129	113	18	4	843
06:15:00 p. m.	06:30:00 p. m.	330	260	130	101	18	4	843
	Σ	1306	941	543	437	75	20	3322
	%	39.31	28.33	16.35	13.15	2.26	0.60	100.00

Apéndice 30. Tabla resumen de cantidad de vehículos equivalentes en porcentaje para la hora pico del punto 1 (día Atípico)

		MOTOS	AUTOS	COLECTIVOS	TAXIS	CAMIONES	BICICLETAS	TOTAL
10:45:00 a.m.	11:00:00 a. m.	181	133	61	65	10	4	454
11:00:00 a. m.	11:15:00 a. m.	166	155	62	77	8	3	471
11:15:00 a. m.	11:30:00 a. m.	174	122	53	83	14	5	451
11:30:00 a. m.	11:45:00 a. m.	166	136	73	86	3	5	469
	Σ	687	546	249	311	35	17	1845
	%	37.24	29.59	13.50	16.86	1.90	0.92	100.00

Apéndice 31. Tabla resumen de cantidad de vehículos equivalentes en porcentaje para la hora pico del punto 2 (día típico)

		MOTOS	AUTOS	COLECTIVOS	TAXIS	CAMIONES	BICICLETA	TOTAL
11:30:00 a. m.	11:45:00 a. m.	134	193	22	33	20	3	405
11:45:00 a. m.	12:00:00 p. m.	178	217	36	32	15	7	485
12:00:00 p. m.	12:15:00 p. m.	235	235	40	37	5	10	562
12:15:00 p. m.	12:30:00 p. m.	177	200	34	28	13	7	459
	$\Sigma =$	724	845	132	130	53	27	1911
	%	37.89	44.22	6.91	6.80	2.77	1.41	100.00