

**ESTUDIO DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE MAYOR ACCIDENTALIDAD
VEHICULAR Y PEATONAL EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA**

**MARIO ANDRÉS CARVAJAL PRADA
EDER EDUARDO SERRANO BARROSO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2020

**ESTUDIO DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE MAYOR ACCIDENTALIDAD
VEHICULAR Y PEATONAL EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA**

**MARIO ANDRÉS CARVAJAL PRADA
EDER EDUARDO SERRANO BARROSO**

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Civil

**Director:
SANDRA MILENA COTE VARGAS
M.Sc. en Ingeniería Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2020

DEDICATORIA

A DIOS por darnos la vida, la salud y el tiempo para poder realizar este proyecto y poder finalizar nuestra etapa universitaria satisfactoriamente.

A nuestras familias que con su sacrificio nos dieron el privilegio de poder estudiar y ser profesionales; por su amor, dedicación, disciplina y todo el apoyo en todos los aspectos de nuestras vidas.

AGRADECIMIENTOS

A nuestra directora de proyecto, la ingeniera Sandra Milena Cote Vargas por su excelente orientación y disposición a trabajar en equipo, gracias a su apoyo incondicional se pudo culminar con éxito este proyecto.

A todas aquellas personas que hicieron parte de este proceso y fueron fundamentales para alcanzar este logro.

Mario Carvajal y Eder Serrano.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	18
1. METODOLOGÍA	20
1.1 AFOROS VEHICULARES Y PEATONALES	27
1.2 ESTUDIO DE VELOCIDADES.....	28
1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SEÑALIZACIÓN VIAL	29
2. RESULTADOS	30
2.1. AFOROS VEHICULARES Y PEATONALES	30
2.1.1. Intersección 1.....	30
2.1.2. Intersección 2.....	39
2.2. SEÑALIZACIÓN VIAL Y ESTADO DEL PAVIMENTO.....	46
2.3. ESTUDIO DE VELOCIDADES.....	49
2.4. PERFILES VIALES	51
3. CONCLUSIONES	58
4. RECOMENDACIONES.....	61
BIBLIOGRAFÍA.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comparativo de accidentes de tránsito del año 2016 al 2019 en Bucaramanga.....	22
Figura 2. Movimientos según norma Rilsa.....	24
Figura 3. Intersección 1 con los movimientos vehiculares aforados.	25
Figura 4. Intersección 1 con el movimiento peatonal aforado.....	25
Figura 5. Intersección 2 con los movimientos vehiculares aforados.	26
Figura 6. Intersección 2 con el movimiento peatonal aforado.....	26
Figura 7. Formato de aforo vehicular.....	27
Figura 8. Formato de aforo peatonal.....	27
Figura 9. Composición vehicular movimiento 1 de la intersección 1 en el día típico.	30
Figura 10. Resultado aforo vehicular movimiento 1 de la intersección 1 en el día típico.	31
Figura 11. Composición vehicular movimiento 2 de la intersección 1 en el día típico.	31
Figura 12. Resultado aforo vehicular movimiento 2 de la intersección 1 en el día típico.	32
Figura 13. Composición vehicular movimiento 3 de la intersección 1 en el día típico.	32
Figura 14. Resultado aforo vehicular movimiento 3 de la intersección 1 en el día típico.	33
Figura 15. Composición vehicular movimiento 4 de la intersección 1 en el día típico.	33
Figura 16. Resultado aforo vehicular movimiento 4 de la intersección 1 en el día típico.	34
Figura 17. Resultado aforo peatonal costado norte sentido este-oeste de la intersección 1 en el día típico.....	34
Figura 18. Composición vehicular movimiento 1 de la intersección 1 en el día atípico.	35

Figura 19. Resultado aforo vehicular movimiento 1 de la intersección 1 en el día atípico.	35
Figura 20. Composición vehicular movimiento 2 de la intersección 1 en el día atípico.	36
Figura 21. Resultado aforo vehicular movimiento 2 de la intersección 1 en el día atípico.	36
Figura 22. Composición vehicular movimiento 3 de la intersección 1 en el día atípico.	37
Figura 23. Resultado aforo vehicular movimiento 3 de la intersección 1 en el día atípico.	37
Figura 24. Composición vehicular movimiento 4 de la intersección 1 en el día atípico.	38
Figura 25. Resultado aforo vehicular movimiento 4 de la intersección 1 en el día atípico.	38
Figura 26. Resultado aforo peatonal costado norte sentido este-oeste de la intersección 1 en el día atípico.....	39
Figura 27. Composición vehicular movimiento 1 de la intersección 2 en el día típico.	39
Figura 28. Resultado aforo vehicular movimiento 1 de la intersección 2 en el día típico.	40
Figura 29. Composición vehicular movimiento 2 de la intersección 2 en el día típico.	40
Figura 30. Resultado aforo vehicular movimiento 2 de la intersección 2 en el día típico.	41
Figura 31. Composición vehicular movimiento 10(1) de la intersección 2 en el día típico.	41
Figura 32. Resultado aforo vehicular movimiento 10(1) de la intersección 2 en el día típico.	42
Figura 33. Resultado de aforo peatonal costado sur sentido este-oeste de la intersección 2 en el día típico.....	42

Figura 34. Composición vehicular movimiento 1 de la intersección 2 en el día atípico.	43
Figura 35. Resultado aforo vehicular movimiento 1 de la intersección 2 en el día atípico.	43
Figura 36. Composición vehicular movimiento 2 de la intersección 2 en el día atípico.	44
Figura 37. Resultado aforo vehicular movimiento 2 de la intersección 2 en el día atípico.	44
Figura 38. Composición vehicular movimiento 10(1) de la intersección 2 en el día atípico.	45
Figura 39. Resultado aforo vehicular movimiento 10(1) de la intersección 2 en el día atípico.	45
Figura 40. Resultado de aforo peatonal costado sur sentido este-oeste de la intersección 2 en el día atípico.....	46
Figura 41. Distancia del recorrido realizado para toma de velocidades en la calle 56.	49
Figura 42. Distancia del recorrido realizado para toma de velocidades en la diagonal 15.....	49
Figura 43. Distancia del recorrido realizado para toma de velocidades en Centroabastos.....	50
Figura 44. Dimensionamiento de la calle 56 por medio de StreetMix.	51
Figura 45. Dimensionamiento de la diagonal 15 por medio de StreetMix	51
Figura 46. Dimensionamiento de la vía en Centroabastos por medio de StreetMix.	52
Figura 47. Congestión en la diagonal 15 con calle 56 debido a vehículos parqueados en zonas prohibidas.....	53
Figura 48. Congestión en el sector de Centroabastos debido a vehículos parqueados en zonas prohibidas.....	53
Figura 49. Discontinuidad en la cebrera peatonal costado Este.	54
Figura 50. Ejemplo de valla viva C.C. Cacique.	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Muertes violentas según medicina legal y ciencias forenses.	21
Tabla 2. Clase de vehículos involucrados en accidentes de tránsito.	22
Tabla 3. Intersecciones más accidentadas de Bucaramanga.	23
Tabla 4. Puntos de Intersecciones más críticos.	24
Tabla 5. Inventario de señalización intersección 1.	47
Tabla 6. Inventario de estado de pavimento intersección 1.	47
Tabla 7. Inventario de señalización intersección 2.	48
Tabla 8. Inventario de estado de pavimento intersección 2.	48
Tabla 9. Velocidades en la calle 56.	50
Tabla 10. Velocidades en la diagonal 15.	50
Tabla 11. Velocidades en Centroabastos.	51

LISTA DE ANEXOS

(Ver anexos adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la Biblioteca UIS)

- Anexo 1. Comparativo de accidentes de tránsito del año 2016 al 2019 en Bucaramanga.
- Anexo 2. Intersecciones más accidentadas de Bucaramanga.
- Anexo 3. Movimientos según norma Rilsa.
- Anexo 4. Intersección 1 con los movimientos vehiculares aforados.
- Anexo 5. Intersección 1 con el movimiento peatonal aforado.
- Anexo 6. Intersección 2 con los movimientos vehiculares aforados.
- Anexo 7. Intersección 2 con el movimiento peatonal aforado.
- Anexo 8. Composición vehicular movimiento 1 de la intersección 1 en el día típico.
- Anexo 9. Resultado aforo vehicular movimiento 1 de la intersección 1 en el día típico.
- Anexo 10. Composición vehicular movimiento 2 de la intersección 1 en el día típico.
- Anexo 11. Resultado aforo vehicular movimiento 2 de la intersección 1 en el día típico.
- Anexo 12. Composición vehicular movimiento 3 de la intersección 1 en el día típico.
- Anexo 13. Resultado aforo vehicular movimiento 3 de la intersección 1 en el día típico.
- Anexo 14. Composición vehicular movimiento 4 de la intersección 1 en el día típico.
- Anexo 15. Resultado aforo vehicular movimiento 4 de la intersección 1 en el día típico.
- Anexo 16. Resultado aforo peatonal costado norte sentido este-oeste de la intersección 1 en el día típico.
- Anexo 17. Composición vehicular movimiento 1 de la intersección 1 en el día atípico.
- Anexo 18. Resultado aforo vehicular movimiento 1 de la intersección 1 en el día atípico.
- Anexo 19. Composición vehicular movimiento 2 de la intersección 1 en el día atípico.
- Anexo 20. Resultado aforo vehicular movimiento 2 de la intersección 1 en el día

atípico.

Anexo 21. Composición vehicular movimiento 3 de la intersección 1 en el día atípico.

Anexo 22. Resultado aforo vehicular movimiento 3 de la intersección 1 en el día atípico.

Anexo 23. Composición vehicular movimiento 4 de la intersección 1 en el día atípico.

Anexo 24. Resultado aforo vehicular movimiento 4 de la intersección 1 en el día atípico.

Anexo 25. Resultado aforo peatonal costado norte sentido este-oeste de la intersección 1 en el día atípico.

Anexo 26. Composición vehicular movimiento 1 de la intersección 2 en el día típico

Anexo 27. Resultado aforo vehicular movimiento 1 de la intersección 2 en el día típico.

Anexo 28. Composición vehicular movimiento 2 de la intersección 2 en el día típico

Anexo 29. Resultado aforo vehicular movimiento 2 de la intersección 2 en el día típico.

Anexo 30. Composición vehicular movimiento 10(1) de la intersección 2 en el día típico.

Anexo 31. Resultado aforo vehicular movimiento 10(1) de la intersección 2 en el día típico.

Anexo 32. Resultado de aforo peatonal costado sur sentido este-oeste de la intersección 2 en el día típico.

Anexo 33. Composición vehicular movimiento 1 de la intersección 2 en el día atípico.

Anexo 34. Resultado aforo vehicular movimiento 1 de la intersección 2 en el día atípico.

Anexo 35. Composición vehicular movimiento 2 de la intersección 2 en el día atípico.

Anexo 36. Resultado aforo vehicular movimiento 2 de la intersección 2 en el día atípico.

Anexo 37. Composición vehicular movimiento 10(1) de la intersección 2 en el día atípico.

Anexo 38. Resultado aforo vehicular movimiento 10(1) de la intersección 2 en el día atípico.

Anexo 39. Resultado de aforo peatonal costado sur sentido este-oeste de la intersección 2 en el día atípico.

Anexo 40. Inventario de señalización intersección 1.

Anexo 41. Inventario de estado de pavimento intersección 1.

- Anexo 42. Inventario de señalización intersección 2.
- Anexo 43. Inventario de estado de pavimento intersección 2
- Anexo 44. Distancia del recorrido realizado para toma de velocidades en la calle 56.
- Anexo 45. Distancia del recorrido realizado para toma de velocidades en la diagonal 15.
- Anexo 46. Distancia del recorrido realizado para toma de velocidades en Centroabastos.
- Anexo 47. Velocidades en la calle 56.
- Anexo 48. Velocidades en la diagonal 15.
- Anexo 49. Velocidades en Centroabastos.
- Anexo 50. Dimensionamiento de la calle 56 por medio de StreetMix.
- Anexo 51. Dimensionamiento de la diagonal 15 por medio de StreetMix.
- Anexo 52. Dimensionamiento de la vía de Centroabastos por medio de StreetMix
- Anexo 53. Accidentalidad años 2017 a 2019
- Anexo 54. Aforos Diagonal 15 con Calle 56
- Anexo 55. Aforos Centroabastos

RESUMEN

TÍTULO: ESTUDIO DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE MAYOR ACCIDENTALIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA*

AUTORES: MARIO ANDRÉS CARVAJAL PRADA
EDER EDUARDO SERRANO BARROSO**

PALABRAS CLAVE: ACCIDENTES, TRÁNSITO, PEATONES, MITIGACIÓN, AFOROS, SEÑALIZACIÓN.

DESCRIPCIÓN

Los accidentes de tránsito son una problemática social que viene en aumento debido al incremento de vehículos y peatones, así como la interacción entre ellos, por lo anterior se planteó una revisión en entidades tales como: Medicina Legal y Ciencias Forenses y la Dirección de Tránsito de Bucaramanga utilizando diferentes filtros para reconocer de forma clara los sitios donde se tenía un mayor índice de accidentes. Con el fin de identificar y mitigar los problemas presentes en las intersecciones seleccionadas a partir de los datos encontrados, se realizó el levantamiento de información requerida entre ellos: Aforos vehiculares y Peatonales, estudio de velocidades, estado de la señalización, inspección visual para las condiciones físicas y el estado de la capa de rodadura. Con toda la información recopilada se evaluaron todos los factores que inciden en los puntos identificados así finalmente plantear estrategias de mitigación que reduzcan estos índices. El resultado del proyecto es evaluar los factores vinculados a la accidentalidad, los factores de riesgo y así poder determinar mecanismos de prevención que nos ayuden a reducir los índices de accidentalidad e inseguridad vial. Estos estudios ayudan a planificar estrategias mediante entes gubernamentales, impulsando innovaciones en la movilidad, para brindar mayor seguridad y comodidad a los usuarios, tanto peatones como conductores, ofreciéndoles vías más seguras y cómodas.

*Proyecto de grado

**Facultad de Ingenierías Físicomecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Directora Sandra Milena Cote Vargas

ABSTRACT

TITLE: STUDY OF THE CRITICAL POINTS OF HIGHER VEHICLE AND PEDESTRIAN ACCIDENTALITY IN BUCARAMANGA CITY*

AUTHORS: MARIO ANDRÉS CARVAJAL PRADA
EDER EDUARDO SERRANO BARROSO**

KEYWORDS: ACCIDENTS, TRAFFIC, PEDESTRIANS, MITIGATION, VEHICLE-COUNT, SIGNALING.

DESCRIPTION:

Traffic accidents are a social problem that is increasing due to the increase in vehicles and pedestrians, as well as the interaction between them, for this reason a review was proposed in entities such as: Legal Medicine and Forensic Sciences and the Traffic Department of Bucaramanga using different filters to clearly recognize the places where there was a higher accident rate. In order to identify and mitigate the problems present at the selected intersections based on the data found, the required information was collected among them: Vehicular and Pedestrian Gates, study of speeds, signaling status, visual inspection for conditions Physical and the state of the tread. With all the information collected, all the factors that affect the points identified were evaluated, and finally we propose mitigation strategies that reduce these indices. The result of the project is to evaluate the factors linked to the accident rate, the risk factors and thus to be able to determine prevention mechanisms that help us reduce the accident rates and road insecurity. These studies help to plan strategies through governmental entities, promoting innovations in mobility, to provide greater security and comfort to users, both pedestrians and drivers, offering them safer and more comfortable roads.

*Proyecto de grado

**Facultad de Ingenierías Físicomecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Directora Sandra Milena Cote Vargas

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha evidenciado un gran crecimiento poblacional que afecta directamente a la movilidad en los sectores urbanos del país¹. El tránsito ha sido uno de los factores importantes para la transformación de una región, por lo cual se debe tener en cuenta la ingeniería de tránsito en toda la planificación urbanísticas de las ciudades.

Una problemática actual a nivel mundial es el incremento significativo de los accidentes, se estima que en el mundo se producen anualmente entre 20 y 50 millones de traumatismo no mortales por tránsito, y que en el 2030 la mortalidad por el tránsito será la quinta causa de muerte a nivel mundial y morirán unos 2,4 millones de personas por esta causa si no se toman políticas adecuadas². Según las estadísticas del ministerio de transporte y tránsito, la accidentalidad es la segunda causa de muerte en Colombia después de la violencia durante los últimos años, y lo más grave es que los índices van incrementando con el tiempo. La ciudad de Bucaramanga no ha sido la excepción debido que entre el periodo de enero a junio de 2019 se presentó un total de 1827 accidentes en el cual 28 accidentes con víctimas fatales, 990 con lesionados y 809 solo daños materiales³. Según el ministerio de transporte las principales causas de accidentes tránsito en Colombia son: exceso de velocidad, desobedecer las señales de tránsito, peatón que cruza sin observar, embriaguez, impericia en el manejo, entre otras.

Realizando una revisión bibliográfica, los accidentes de tránsito han ocupado la atención de la ingeniería, de la economía, del gobierno en cada estado y de organismos internacionales como la OMS, la ONU, el BANCO MUNDIAL, entre otros; debido a que los accidentes producidos generan pérdidas económicas considerables como consecuencia de los costos de tratamiento y la pérdida de productividad de los usuarios involucrados. Estos hechos son predecibles en donde

¹ MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES, Forensis 2018 datos para la vida, P. 299, 2018

² RUIZ, Jose Ignacio Y NIDIA HERRERA, Aura. Accidentes de tránsito con heridos, Revista CES Psicología, 2016

³ DIRECCIÓN DE TRÁNSITO DE BUCARAMANGA, Accidentes de tránsito, Bucaramanga, 2019

interactúa directamente el hombre, el espacio y vehículo⁴, en el cual estos dos últimos referente a fallas técnico-mecánicas y circunstancias del entorno vial se ha tenido una reducción desde el punto de vista de las causas, donde el ser humano tiene una participación solitaria y directa. La infraestructura vial juega un papel muy importante en el aspecto de brindar seguridad a la movilidad, comodidad y ordenando como resultado un buen desarrollo de la circulación lo cual con lleva a la facilidad del desplazamiento, mitigar la accidentalidad y optimizar los tiempos de viaje de un sitio a otro en cualquier medio de transporte.

Las intersecciones o cruces es la zona es donde hay mayor peligro en la vía por los diferentes movimientos direccionales que se encuentran allí, en el cual comprende una variedad de actividades y la relación de medio de transporte motorizado y no motorizado que interactúan con el entorno vial.

Los altos índices de accidentalidad vehicular y peatonal en las determinadas intersecciones viales, es de gran preocupación por lo cual se lleva a cabo un estudio para la reducción de estos índices en los puntos con mayor accidentalidad en la ciudad de Bucaramanga. El estudio se lleva mediante aforos, inspección ocular en el cual se determina las posibles causas teniendo en cuenta los criterios establecidos por las normas vigentes para brindar alternativas de soluciones con la finalidad de mitigar los accidentes de tránsito.

⁴ N. HURTADO, *Accidentalidad y Accidentología Viales*, Medellín-Colombia: Librería Jurídica Comlibros, 2007

1. METODOLOGÍA

Con el fin de cumplir con los objetivos propuestos y dar resultados contundentes, en este proyecto es necesario realizar una serie de actividades que permitan cumplir a cabalidad con la investigación. En primera instancia se inició con la recolección de material bibliográfico sobre accidentalidad, teniendo en cuenta los planes estratégicos propuestos mundialmente para mitigar los índices de accidentes, luego se realiza la búsqueda de registros de accidentalidad suministrado por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga y Medicina Legal, el siguiente paso consistió en analizar y organizar la información obtenida por las entidades ya mencionadas, por medio de filtros se procede a seleccionar los dos puntos más críticos de mayor accidentalidad tanto vehicular como peatonal, a partir de esto, se inicia un estudio detallado de los puntos identificados, realizando visitas de campo, aforos vehiculares y peatonales en días típicos y atípicos, por último se realiza un diagnóstico y se identifica las posibles causas y los factores que inciden en el alto índice de accidentalidad en los puntos estudiados y así llegar a las conclusiones y proponer alternativas para disminuir los accidentes vehiculares y peatonales en los puntos seleccionados.

A partir de una base de datos diligenciada por parte de dirección de tránsito de Bucaramanga, se analizan los registros de 10.189 accidentes ocurridos entre enero del 2017 y agosto del 2019, esta información organizada por medio de una tabla en el software Microsoft Excel donde se muestran parámetros importantes como día, hora y dirección exacta del accidente, el tipo de gravedad del suceso, es decir, si hubo heridos, víctimas fatales o sólo hubo daños y la cantidad de peatones involucrados, debido a la densidad de la información, se decide trabajar con los accidentes ocurridos en el año 2018 y 2019 entre los periodos 1 de enero y 31 de agosto de cada año y así poder determinar los puntos críticos de mayor índice de accidentalidad.

Iniciando con la búsqueda de información que dieran soporte técnico sobre la accidentalidad y la información sobre los índices, se acudió a los libros:

Accidentalidad y Accidentología viales, Plan Maestro de Movilidad, entre otro; y en las entidades encargadas de brindar información relevante de los índices de accidentalidad, como es la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, Instituto nacional de Medicina legal. Al tener la información suministrada por estos medios se pudo observar que los accidentes de tránsito es la segunda causa de muerte en Colombia y siguen en aumento.

Tabla 1. Muertes violentas según medicina legal y ciencias forenses.

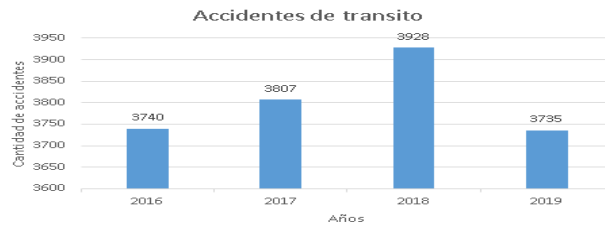
Muertes violentas 2018 y 2019 (enero- noviembre)		
Manera de Muerte	2018	2019
	Total	Total
Homicidio	10.229	10.468
Accidente de transporte	5.844	5.987
Accidental	2.615	2.617
Suicidio	2.247	2.326
Total	20.935	21.398

Fuente: Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, boletín estadístico mensual diciembre 2019.

En Bucaramanga, el alza en los índices de accidentalidad de tránsito no ha sido la excepción, a pesar de que en los últimos años se ha implementado medidas preventivas y campañas de socialización para combatir este problema social.

En el siguiente gráfico podemos observar el comparativo de los accidentes ocurridos entre el año 2016 y el año 2019 en donde se puede evidenciar el aumento de accidentalidad a lo largo del tiempo, se ha visto una reducción en el año 2019 por mecanismos de prevención implementados por Dirección de Tránsito de Bucaramanga.

Figura 1. Comparativo de accidentes de tránsito del año 2016 al 2019 en Bucaramanga.



Fuente: Informe gestión enero a diciembre accidentalidad 2019, Dirección de Tránsito de Bucaramanga.

Las clases de vehículos involucrados en los accidentes de tránsito, son objeto de estudio para las entidades encargadas, ya que con esta información se puede saber qué tipo de vehículo tiene más impacto en estos sucesos, a continuación se muestra una tabla donde encontramos los vehículos involucrados en accidentes en el periodo de enero a junio del año 2019, se puede observar que gran parte de estos vehículos son automóviles y motos, con esto se puede evidenciar la alta demanda que tienen estos vehículos en la ciudad y lo peor del caso es que van en aumento cada año.

Tabla 2. Clase de vehículos involucrados en accidentes de tránsito.

Clase de vehículo involucrado en los accidentes de tránsito		
Tipo de vehículo	Cantidad	Porcentaje
Automóvil	2847	39.9%
Moto	2439	34.2%
Bus	201	2.8%
Buseta	168	2.4%
Camioneta	808	11.3%
Campero	170	2.4%
Camión furgón	242	3.4%
Microbus	81	1.1%
Volqueta	26	0.4%
Bicicleta	87	1.2%
Maquinaria	2	0.05%
Vehículo articulado	56	0.8%
Moto carro	4	0.1%
Otro	4	0.1%
TOTAL	7.135	100%

Fuente: Informe gestión enero a diciembre accidentalidad 2019, Dirección de Tránsito de Bucaramanga.

Luego, teniendo un diagnóstico del aumento de la problemática social por el factor de los accidentes de tránsito en la ciudad de Bucaramanga, se procede a escoger los puntos de intersección con mayor ocurrencia de accidentes vehiculares y peatonales, para esto, se obtuvo en cuenta la base de datos sobre estos registros expedida por la Dirección de Tránsito, por lo que se hizo un estudio detallado de esta información para establecer los puntos de estudio, en la selección se tuvo en cuenta que no hubieran puntos intervenidos anteriormente, ya que el propósito de esta investigación es idear mecanismos que ayuden a la disminución de accidentes de zonas no intervenidas, ayudando así a la sociedad y aportando apoyo al gobierno para la implementación de medidas preventivas en la ciudad.

Se establecieron las intersecciones más accidentadas de Bucaramanga y se ordenaron en una tabla que puede ser visible en *Anexo 2*. En esta tabla se encuentran las 15 direcciones más críticas de la ciudad y se pueden observar las cantidades de accidentes según la gravedad: Sólo daños, con heridos y con muertos.

Tabla 3. Intersecciones más accidentadas de Bucaramanga.

Intersecciones	Peatones	Vehiculares	Con heridos	Solo daños	Con muertos	TOTAL
AVENIDA QUEBRADA SECA CON CARRERA 24	4	31	21	14	0	35
DIAGONAL 15 CON CALLE 56	9	27	9	25	0	34
CENTROABASTOS	7	25	22	10	1	32
AVENIDA LA ROSITA CARRERA 33	2	29	22	8	1	31
AVENIDA QUEBRADA SECA CON CARRERA 33	1	30	8	23	0	31
TRANSVERSAL ORIENTAL CON CALLE 93	4	26	11	19	0	30
AVENIDA ROSITA CON CARRERA 25	2	27	7	21	1	29
TRANSVERSAL ORIENTAL CON CALLE 34	4	24	8	20	0	28
CALLE 45 VÍA CHIMITÁ	1	25	15	10	1	26
TRANSVERSAL METROPOLITANA CON CARRERA 10	3	20	10	13	0	23
BOULEVAR BOLIVAR CARRERA 24	3	18	15	5	1	21
CARRERA 27 CON CALLE 36	1	19	9	11	0	20
AUTOPISTA GIRÓN KILOMETRO 2	0	19	11	7	1	19
CALLE 45 CON CARRERA 9	1	17	12	6	0	18
AUTOPISTA FLORIDABLANCA-BUCARAMANGA PUENTE PROVENZA	0	17	6	11	0	17

Para escoger las intersecciones que se van a estudiar, se tiene en cuenta que no haya sido intervenida con medidas preventivas anteriormente y que tengan los mayores accidentes vehiculares y peatonales.

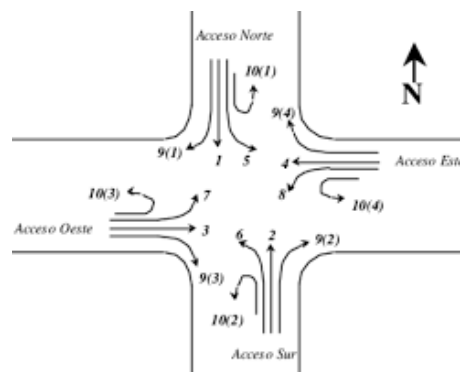
Según el análisis realizado se pudo establecer los puntos de intersección de mayor índice de accidentalidad vehicular y peatonal en la ciudad de Bucaramanga, en los que se destacan:

Tabla 4. Puntos de Intersecciones más críticos.

Intersección	Dirección
1	Diagonal 15 con calle 56
2	Centroabastos

Teniendo establecido los puntos de estudio, se procede a estudiar los factores que generan estos altos índices de accidentalidad, por lo se tomó en cuenta la norma Rilsa, en donde podemos encontrar los diferentes movimientos que se pueden medir en una intersección vial. A partir de esto se deciden los movimientos como objeto de estudio en esta investigación tomando como criterio el flujo vehicular y peatonal con mayor impacto.

Figura 2. Movimientos según norma Rilsa.



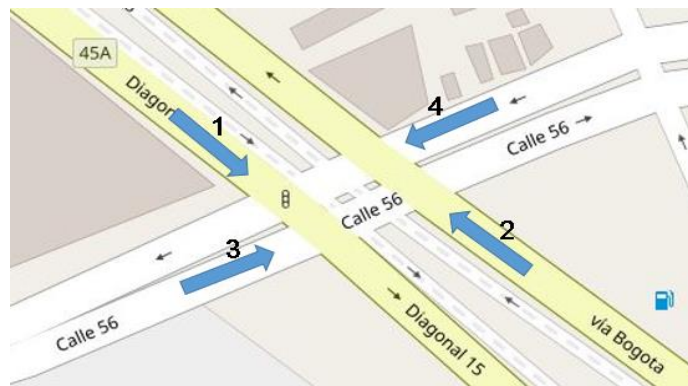
Fuente: Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y transporte.

Los movimientos de estudio en las intersecciones escogidas son los de mayor impacto en la sociedad y que generan mayores inconvenientes en la movilidad, generando accidentes de tránsito.

INTERSECCIÓN 1:

Los movimientos que se tuvieron en cuenta para el aforo son los movimientos 1,2,3y 4. El primero que se dirige en sentido Norte-Sur, el segundo que se dirige en sentido Sur-Norte, el tercero que se dirige en sentido Oeste-Este y el cuarto que va en sentido Este-Oeste según la norma Rilsa, el movimiento 1 y 2 se escogió debido al alto flujo vehicular y el movimiento 3 y 4 debido a que interceptan con la diagonal 15 y crean conflicto.

Figura 3. Intersección 1 con los movimientos vehiculares aforados.



Para los movimientos peatonales en la diagonal 15 se le da prioridad al cruce con mayor flujo y con mayor riesgo para el usuario, este cruce se encuentra en el costado norte y se afora en sentido Este-Oeste, así como se muestra en la figura 4.

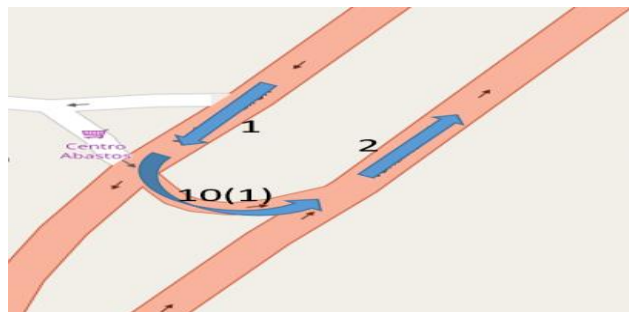
Figura 4. Intersección 1 con el movimiento peatonal aforado.



INTERSECCIÓN 2

Para esta intersección se tomaron 3 movimientos de estudio por su gran impacto al generar accidentes de tránsito, debido a las altas velocidades con las que transitan los usuarios, además de tener presencia de camiones y vehículos de carga pesada que hace que el riesgo de accidente sea mayor.

Figura 5. Intersección 2 con los movimientos vehiculares aforados.



El movimiento peatonal que se tomó fue el cruce en sentido Este-Oeste debido a que en el sitio los peatones se exponen a riesgos muy altos por las grandes velocidades con las que transitan los vehículos en la vía. Se tomó en cuenta los usuarios que utilizan el dispositivo a desnivel que tienen disponible en la zona, en este caso es un puente peatonal, tomando así información de interés como la cantidad de personas que hacen uso del dispositivo comparándola con la que no lo hace, así mismo se toma el tiempo que tardan en cruzar de un punto a otro. Además de esto se hizo una caracterización del estado y las condiciones físicas del dispositivo existente y así determinar si cumple con la normativa vigente.

Figura 6. Intersección 2 con el movimiento peatonal aforado.



Determinando los movimientos de mayor impacto, se realizan aforos vehiculares y peatonales con una duración de 12 horas, realizando conteos en intervalos de 15 minutos y se registran la cantidad de vehículos aforados en las planillas de campo.

Figura 7. Formato de aforo vehicular.

ESTUDIO DE TRANSITO VEHICULAR
 AFORO VEHICULAR (Período de 15 minutos)

Fecha: _____ Hora: _____

Ubicación: _____

Horario	Autos	Microbuses	Bus	Taxi	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión
0-15																				
15-30																				
30-45																				
45-0																				

Fuente: Instituto Nacional de Vías

Figura 8. Formato de aforo peatonal.

ESTUDIO PEATONAL				
Fecha:	Hoja:		Punto:	Ubicación:
Período	Peatones Movimiento 1	Peatones Movimiento 2	Peatones Movimiento 3	Peatones Movimiento 4
0-15				
15-30				
30-45				
45-0				

Fuente: Instituto Nacional de Vías

1.1 AFOROS VEHICULARES Y PEATONALES

Diagonal 15 calle 56: El primer aforo se realizó el día jueves 12 de diciembre del 2019 y el segundo aforo fue el día sábado 14 de diciembre del 2019, tomando así un día típico y uno atípico respectivamente. Se inició el conteo en las horas de la mañana, iniciando a las 7:00am y finalizando a las 7:00pm, además de anotar las cantidades de vehículos en el aforo, se anotó las observaciones de los

contratiempos presentados durante este y se tomó registros fotográficos de sucesos que generaban complicaciones en el flujo vehicular.

Centroabastos: El primer aforo se realizó el miércoles 18 de diciembre de 2019 y el segundo aforo fue el día sábado 21 de diciembre de 2019, tomando así un día atípico y un día típico respectivamente. Se realizó el conteo entre las 2:00am y 2:00pm, se tomó en este horario ya que se tuvo en cuenta la apertura del mercado de Centroabastos que es donde hay mayor actividad tanto vehicular como peatonal y eso es un factor clave para el estudio, además de anotar las cantidades de vehículos en el aforo, se anotó las observaciones de los contratiempos presentados durante este y se tomó registros fotográficos de sucesos que generaban complicaciones en el flujo vehicular.

Mediante la ejecución de estos aforos, se pudo realizar un estudio de tránsito de vehículos y peatones, en donde se pudo determinar la hora pico vehicular, la hora pico peatonal, el volumen vehicular máximo, además de esto, con esta información se puede representar gráficamente la composición vehicular y peatonal y el análisis del flujo vehicular por hora mediante diagramas circulares e histogramas respectivamente.

1.2 ESTUDIO DE VELOCIDADES

Las velocidades en las intersecciones se determinaron por medio del método del vehículo flotante, en teoría este método trata de mantenerse flotando en la circulación, procurando circular a la velocidad media que el conductor estima que equivale a la velocidad media del tráfico, este estudio se realiza en campo. La forma más sencilla de hacer este estudio suele ser con el empleo de vehículos que circulen por la red vial o tramo de estudio que se quiere muestrear. Para este caso se utilizó una motocicleta como vehículo flotante, en donde el conductor mantenía la velocidad del tráfico mientras el pasajero hacía las mediciones y registros pertinentes.

1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SEÑALIZACIÓN VIAL

Se realiza una inspección visual de las demarcaciones y la señalización vertical y horizontal existente en las vías de estudio, así mismo se examina el estado del pavimento para poder diagnosticar factores asociados que influyan la problemática de la accidentalidad. Para esto se requiere conocer los parámetros y criterios establecidos en normas técnicas vigentes encontradas en el manual de señalización 2015⁵ y el manual para la inspección visual de pavimentos flexibles⁶.

⁵ MINISTERIO DE TRANSPORTE, Manual de Señalización Vial, 2015

⁶ INVIAS Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA Sede Bogotá, Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006

2. RESULTADOS

2.1. AFOROS VEHICULARES Y PEATONALES

Con los datos tomados de los aforos se pudo determinar los siguientes factores: Composición vehicular, hora pico peatonal y vehicular, volumen vehicular y peatonal máximo representados en gráficas e histogramas.

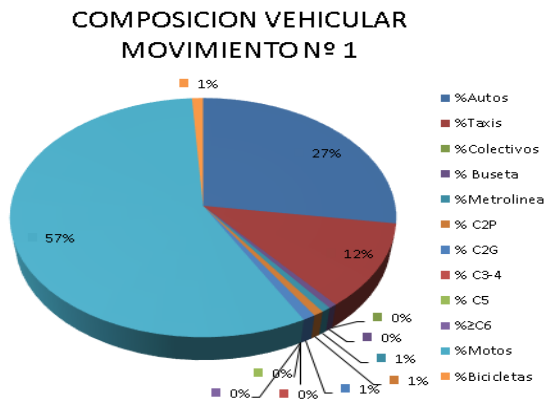
2.1.1. Intersección 1

DÍA TÍPICO: jueves 12 de diciembre de 2019

Movimiento 1

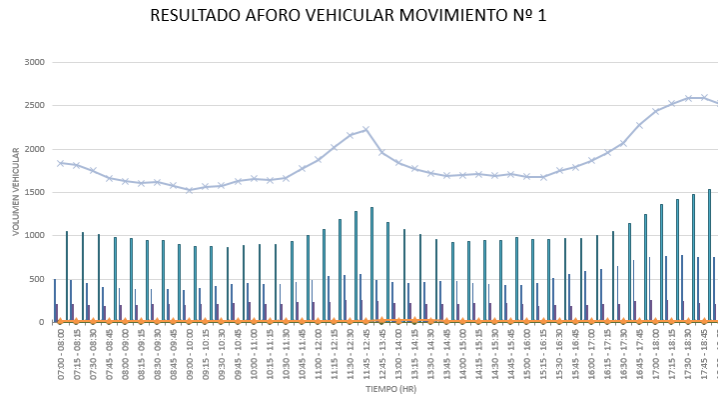
Del total de los 22.847 vehículos aforados en el movimiento 1 se destaca que el 57% son motocicletas, el 27 son automóviles, el 12% son taxis, el 1% son camiones pequeños de dos ejes, el 1% son busetas y el 1% restante son bicicletas.

Figura 9. Composición vehicular movimiento 1 de la intersección 1 en el día típico.



En la figura 10 se muestra el resultado del aforo vehicular. Podemos observar que el volumen vehicular máximo es de 2.594 vehículos/hora y la hora pico se encuentra entre las 5.45pm y 6.45pm.

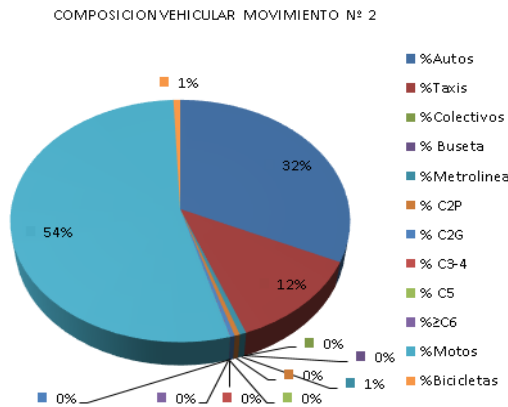
Figura 10. Resultado aforo vehicular movimiento 1 de la intersección 1 en el día típico.



Movimiento 2

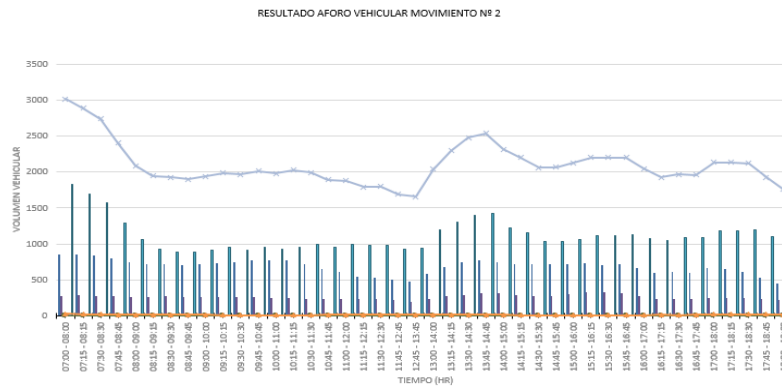
Del total de los 24.932 vehículos aforados en el movimiento 2 se destaca que el 54% son motocicletas, el 32 son automóviles, el 12% son taxis, el 1% son camiones C2 y el 1% restante son de metro línea.

Figura 11. Composición vehicular movimiento 2 de la intersección 1 en el día típico.



En la figura 12 se muestra el resultado del aforo vehicular. Podemos observar que el volumen vehicular máximo es de 3.020 vehículos/hora y la hora pico se encuentra entre las 7:00am y 8:00am.

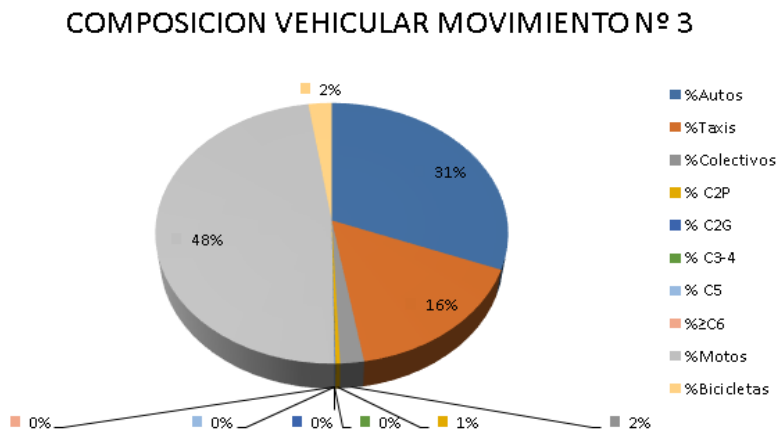
Figura 12. Resultado aforo vehicular movimiento 2 de la intersección 1 en el día típico.



Movimiento 3

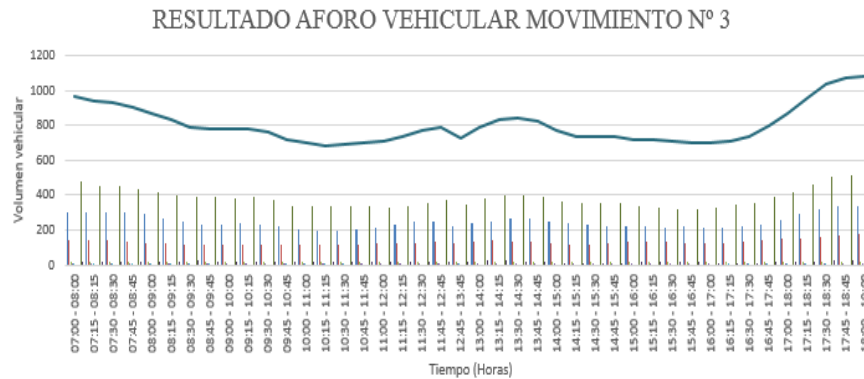
Del total de los 9.716 vehículos aforados en el movimiento 3 se destaca que el 48% son motocicletas, el 31 son automóviles, el 16% son taxis, el 2% son colectivos, el 2% son bicicletas y el 1% restante son camiones pequeños de 2 ejes.

Figura 13. Composición vehicular movimiento 3 de la intersección 1 en el día típico.



En la figura 14 se muestra el resultado del aforo vehicular. Podemos observar que el volumen vehicular máximo es de 1.083 vehículos/hora y la hora pico se encuentra entre las 6:00pm y 7:00pm.

Figura 14. Resultado aforo vehicular movimiento 3 de la intersección 1 en el día típico.

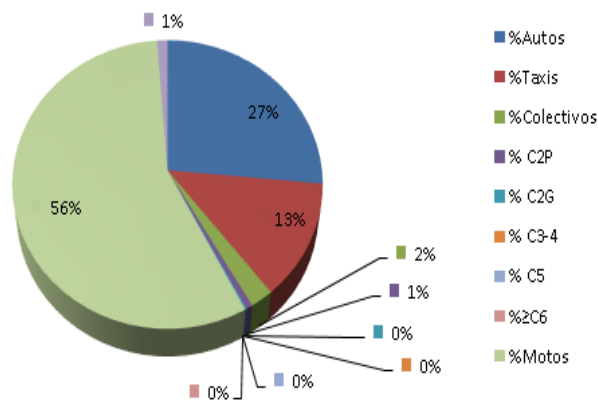


Movimiento 4

Del total de los 18.275 vehículos aforados en el movimiento 4 se destaca que el 56% son motocicletas, el 27% son automóviles, el 13% son taxis, el 2% son colectivos, el 1% son bicicletas y el 1% restante son C2 pequeños.

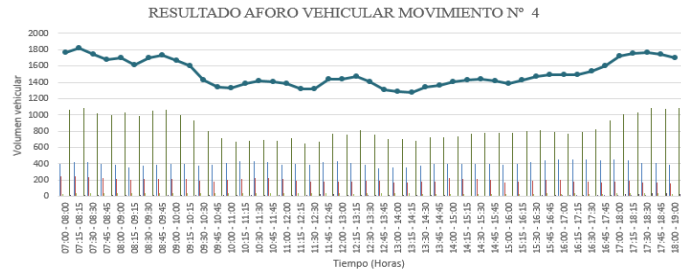
Figura 15. Composición vehicular movimiento 4 de la intersección 1 en el día típico.

COMPOSICION VEHICULAR MOVIMIENTO N° 4



En la figura 16 se muestra el resultado del aforo vehicular. Podemos observar que el volumen vehicular máximo es de 1.819 vehículos/hora y la hora pico se encuentra entre las 7:15am y 8:15am.

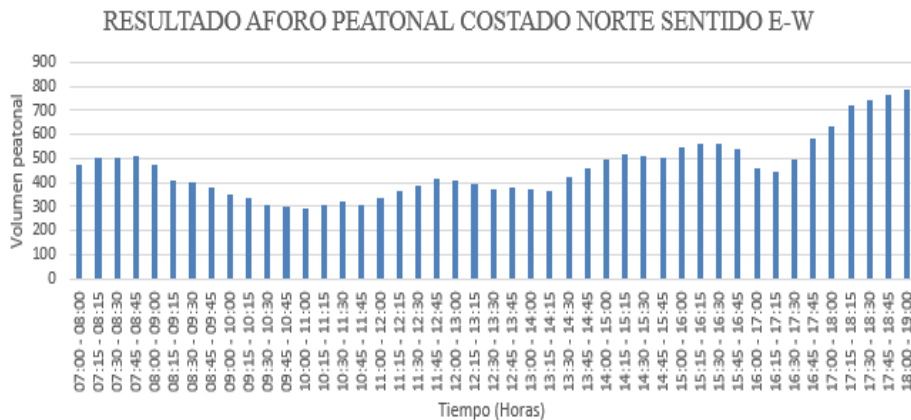
Figura 16. Resultado aforo vehicular movimiento 4 de la intersección 1 en el día típico.



Movimiento peatonal

La cantidad de peatones aforados en el costado norte, sentido Este-Oeste fue de 5.631 personas, el mayor volumen peatonal fue de 789 personas/hora y la hora pico peatonal se encuentra entre las 6:00pm y 7:00pm.

Figura 17. Resultado aforo peatonal costado norte sentido este-oeste de la intersección 1 en el día típico.

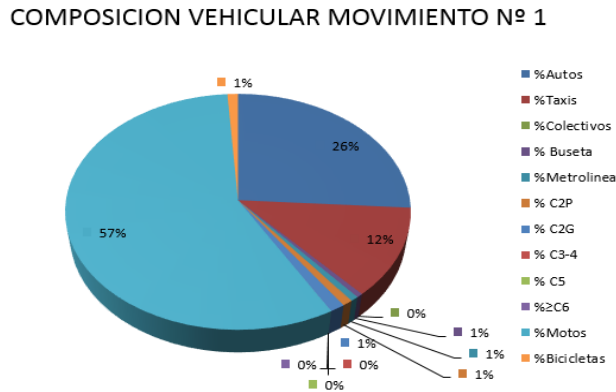


2.1.1.2. DÍA ATÍPICO: Sábado 14 de diciembre del 2019

Movimiento 1

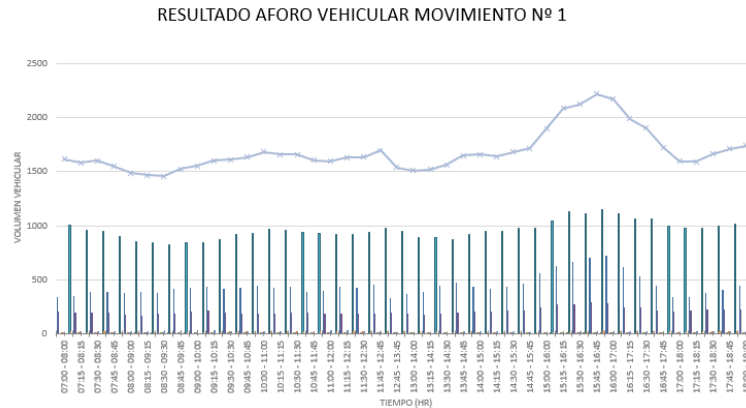
Del total de los 21.482 vehículos aforados en el movimiento 2 se destaca que el 55% son motocicletas, el 31 son automóviles, el 12% son taxis, el 1% son camiones C2 y el 1% restante son de bicicletas.

Figura 18. Composición vehicular movimiento 1 de la intersección 1 en el día atípico.



En la figura 19 se muestra el resultado del aforo vehicular. Podemos observar que el volumen vehicular máximo es de 2.779 vehículos/hora y la hora pico se encuentra entre las 7:30am y 8:30am.

Figura 19. Resultado aforo vehicular movimiento 1 de la intersección 1 en el día atípico.

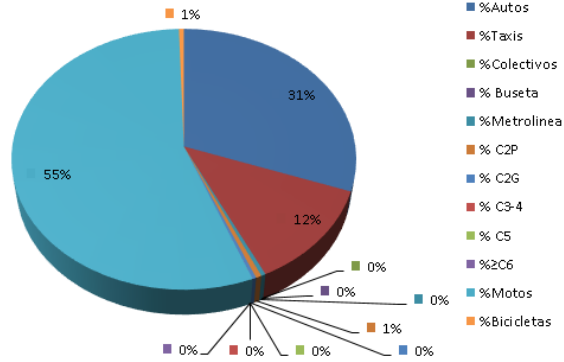


Movimiento 2

Del total de los 27.894 vehículos aforados en el movimiento 2 se destaca que el 55% son motocicletas, el 31 son automóviles, el 12% son taxis, el 1% son camiones C2 y el 1% restante son de bicicletas.

Figura 20. Composición vehicular movimiento 2 de la intersección 1 en el día atípico.

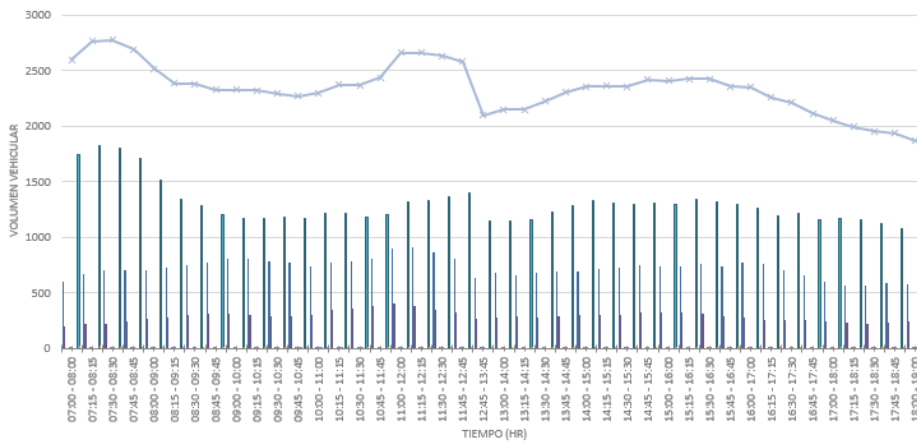
COMPOSICION VEHICULAR MOVIMIENTO Nº 2



En la figura 21 se muestra el resultado del aforo vehicular. Podemos observar que el volumen vehicular máximo es de 2.779 vehículos/hora y la hora pico se encuentra entre las 7:30am y 8:30am.

Figura 21. Resultado aforo vehicular movimiento 2 de la intersección 1 en el día atípico.

RESULTADO AFORO VEHICULAR MOVIMIENTO Nº 2

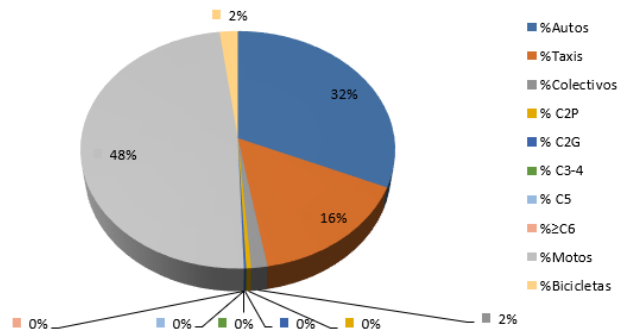


Movimiento 3

Del total de los 9.741 vehículos aforados en el movimiento 3 se destaca que el 48% son motocicletas, el 32% son automóviles, el 16% son taxis, el 2% son colectivos y el 2% restante son de bicicletas.

Figura 22. Composición vehicular movimiento 3 de la intersección 1 en el día atípico.

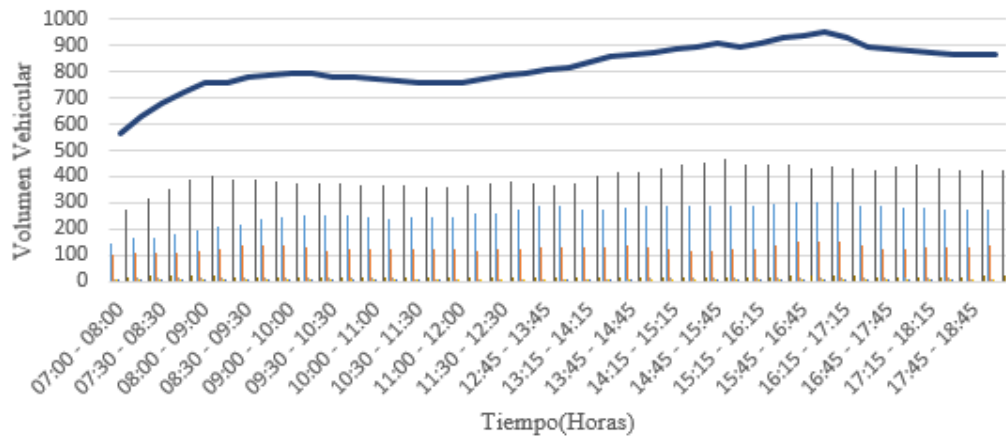
COMPOSICION VEHICULAR MOVIMIENTO Nº 3



En la figura 23 se muestra el resultado del aforo vehicular. Podemos observar que el volumen vehicular máximo es de 952 vehículos/hora y la hora pico se encuentra entre las 4:00pm y 5:00pm.

Figura 23. Resultado aforo vehicular movimiento 3 de la intersección 1 en el día atípico.

RESULTADO AFORO VEHICULAR MOVIMIENTO Nº 3

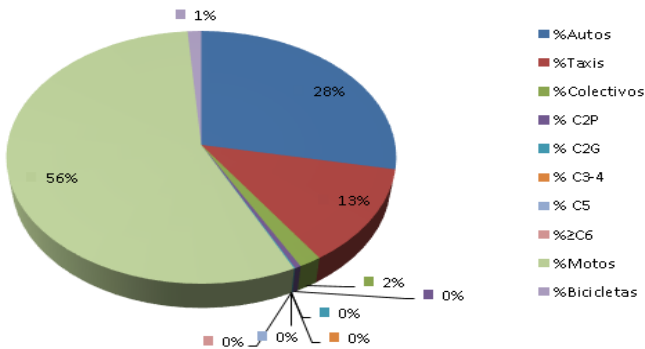


Movimiento 4

Del total de los 16.718 vehículos aforados en el movimiento 4 se destaca que el 56% son motocicletas, el 28% son automóviles, el 13% son taxis, el 2% son colectivos, el 1% restante son bicicletas.

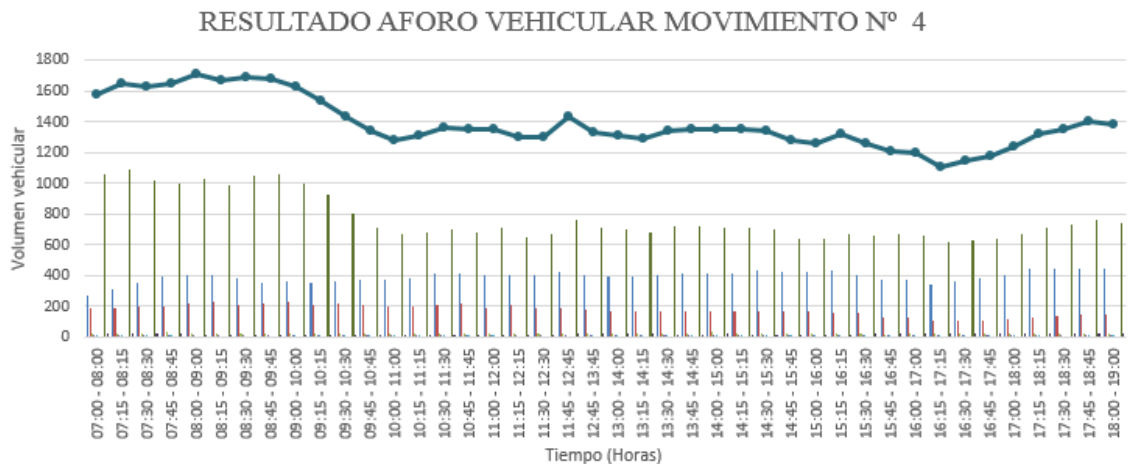
Figura 24. Composición vehicular movimiento 4 de la intersección 1 en el día atípico.

COMPOSICION VEHICULAR MOVIMIENTO N° 4



En la figura 25 se muestra el resultado del aforo vehicular. Podemos observar que el volumen vehicular máximo es de 1.705 vehículos/hora y la hora pico se encuentra entre las 8:00am y 9:00am.

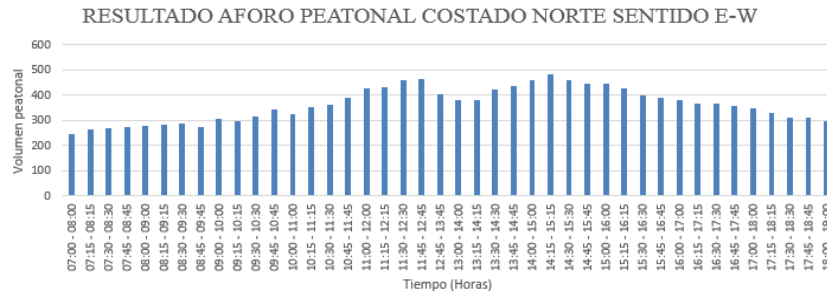
Figura 25. Resultado aforo vehicular movimiento 4 de la intersección 1 en el día atípico.



Movimiento peatonal

La cantidad de peatones aforados en el costado norte, sentido Este-Oeste fue de 4.348 personas, el mayor volumen peatonal fue de 485 personas/hora y la hora pico peatonal se encuentra entre las 2:15pm y 3:15pm.

Figura 26. Resultado aforo peatonal costado norte sentido este-oeste de la intersección 1 en el día atípico.



2.1.2. Intersección 2

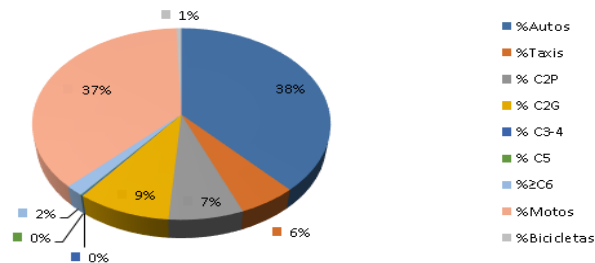
DÍA TÍPICO: Sábado 21 de diciembre de 2019

Movimiento 1

Del total de los 16.127 vehículos aforados en el movimiento 1 se destaca que el 38% son automóviles, el 37% son motocicletas, el 9% son camiones grandes de dos ejes, el 7% son camiones pequeños de dos ejes, el 6% son taxis, el 2% son camiones de seis ejes y el 1% restante son bicicletas.

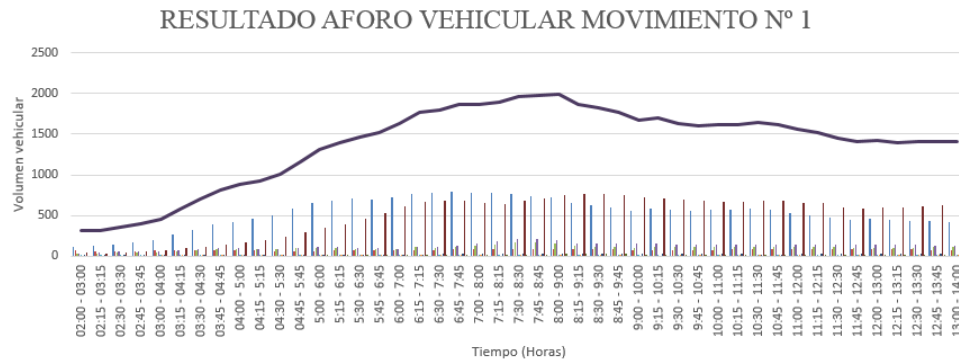
Figura 27. Composición vehicular movimiento 1 de la intersección 2 en el día típico.

COMPOSICION VEHICULAR MOVIMIENTO Nº 1



En la figura 28 se muestra el resultado del aforo vehicular. Podemos observar que el volumen vehicular máximo es de 1.988 vehículos/hora y la hora pico se encuentra entre las 8:00am y 9:00am.

Figura 28. Resultado aforo vehicular movimiento 1 de la intersección 2 en el día típico.

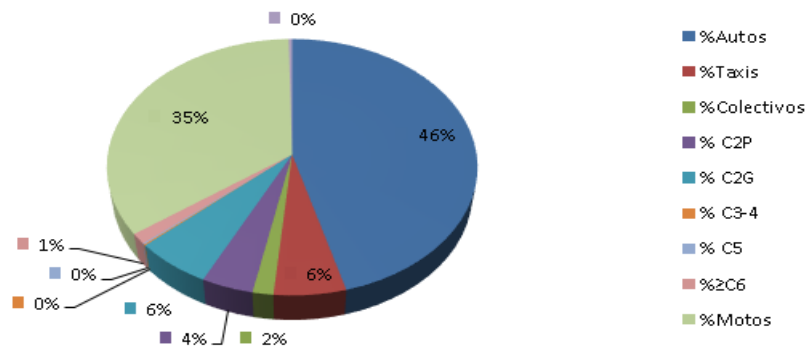


Movimiento 2

Del total de los 19.747 vehículos aforados en el movimiento 2 se destaca que el 46% son automóviles, el 35% son motocicletas, el 6% son camiones grandes de dos ejes, el 6% son taxis, el 4% son camiones pequeños de dos ejes, el 2% son colectivos y el 1% restante son camiones de seis ejes.

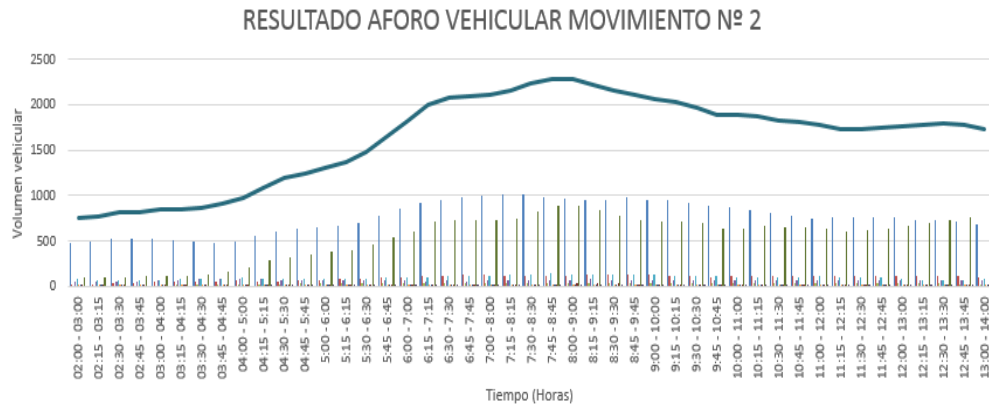
Figura 29. Composición vehicular movimiento 2 de la intersección 2 en el día típico.

COMPOSICION VEHICULAR MOVIMIENTO N° 2



En la figura 30 se muestra el resultado del aforo vehicular. Podemos observar que el volumen vehicular máximo es de 2.285 vehículos/hora y la hora pico se encuentra entre las 7:45am y 8:45am.

Figura 30. Resultado aforo vehicular movimiento 2 de la intersección 2 en el día típico.

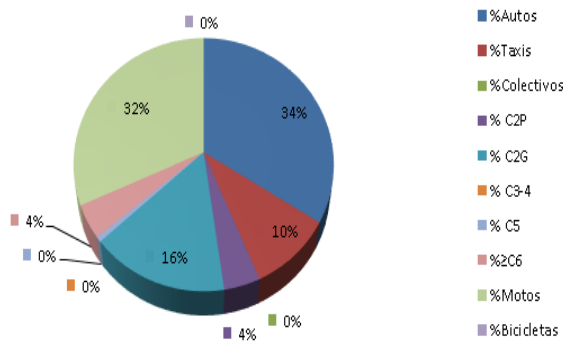


Movimiento 10(1)

Del total de los 631 vehículos aforados en el movimiento 2 se destaca que el 34% son automóviles, el 32% son motocicletas, el 16% son camiones grandes de dos ejes, el 10% son taxis, el 4% son camiones pequeños de dos ejes y el 4% restante son camiones de 6 ejes.

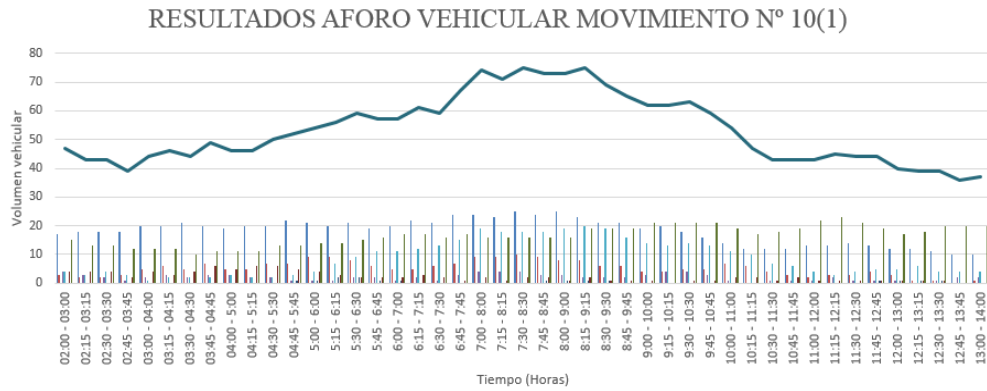
Figura 31. Composición vehicular movimiento 10(1) de la intersección 2 en el día típico.

COMPOSICION VEHICULAR MOVIMIENTO Nº 10(1)



En la figura 32 se muestra el resultado del aforo vehicular. Podemos observar que el volumen vehicular máximo es de 75vehículos/hora y la hora pico se encuentra entre las 7:30am y 8:30am.

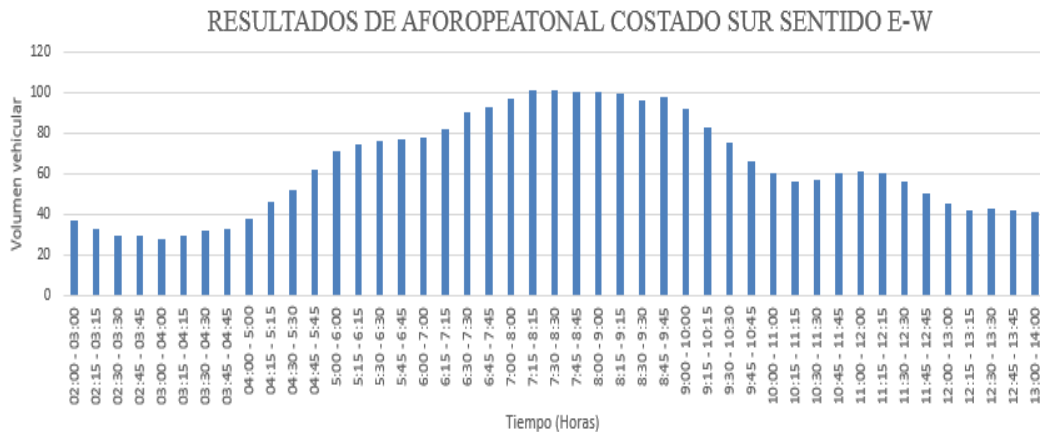
Figura 32. Resultado aforo vehicular movimiento 10(1) de la intersección 2 en el día típico.



Movimiento peatonal

La cantidad de peatones aforados en el costado Sur, sentido Este-Oeste fue de 748 personas, el mayor volumen peatonal fue de 101 personas/hora y la hora pico peatonal se encuentra entre las 7:30am y 8:30am.

Figura 33. Resultado de aforo peatonal costado sur sentido este-oeste de la intersección 2 en el día típico.

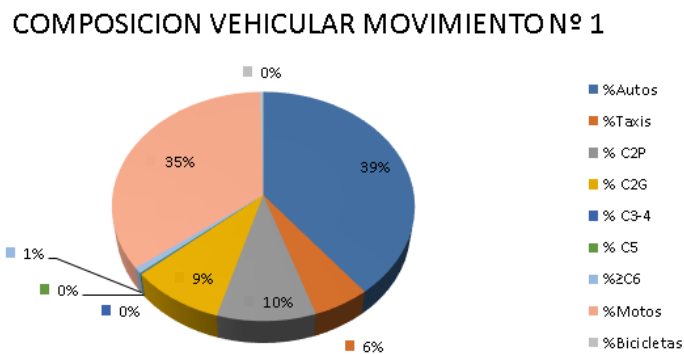


2.1.2.2. DÍA ATÍPICO: Miércoles 18 de diciembre de 2019

Movimiento 1

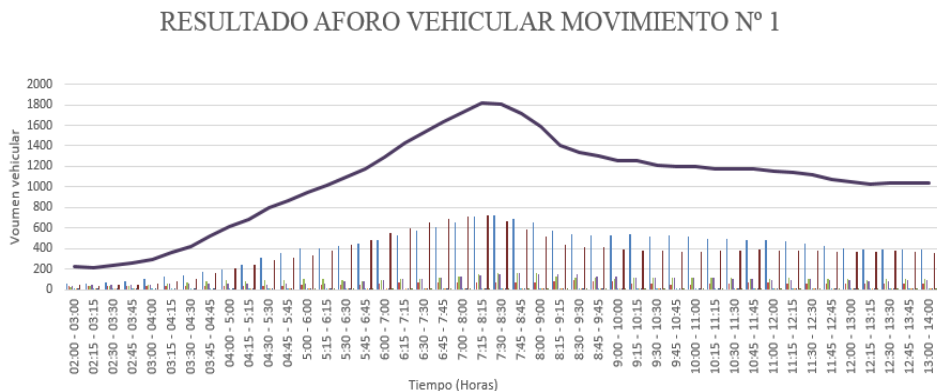
Del total de los 12.391 vehículos aforados en el movimiento 1 se destaca que el 39% son automóviles, el 35% son motocicletas, el 10% son camiones pequeños de 2 eje, el 9% son camiones grandes de 2 ejes, el 6% son taxis y el 1% restante son bicicletas.

Figura 34. Composición vehicular movimiento 1 de la intersección 2 en el día atípico.



En la figura 35 se muestra el resultado del aforo vehicular. Podemos observar que el volumen vehicular máximo es de 1.819 vehículos/hora y la hora pico se encuentra entre las 7:15am y 8:15am.

Figura 35. Resultado aforo vehicular movimiento 1 de la intersección 2 en el día atípico.

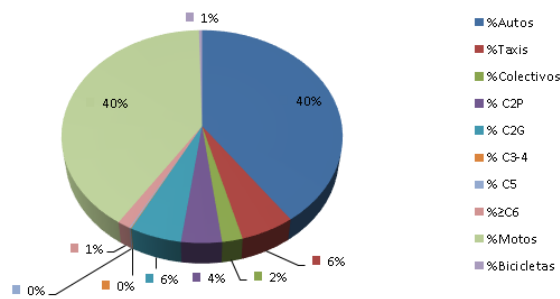


Movimiento 2

Del total de los 16.018 vehículos aforados en el movimiento 2 se destaca que el 40% son automóviles, el 40% son motocicletas, el 6% son camiones grandes de dos ejes, el 6% son taxis y el 4% restante son camiones pequeños de 2 ejes, el 2% son colectivos y el 1% restante son camiones de seis ejes.

Figura 36. Composición vehicular movimiento 2 de la intersección 2 en el día atípico.

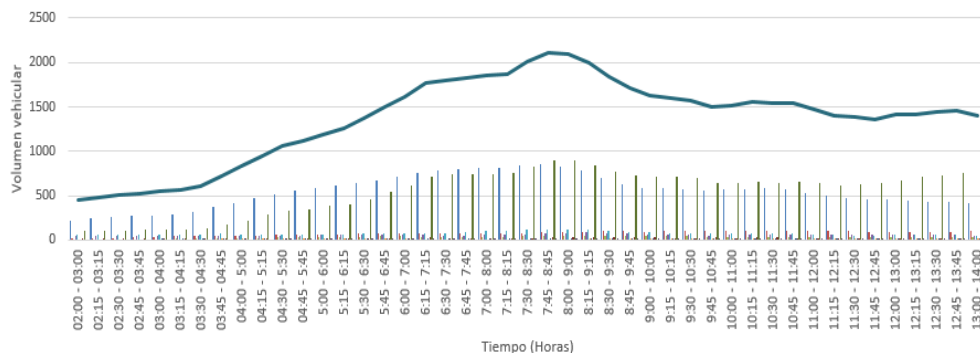
COMPOSICION VEHICULAR MOVIMIENTO N° 1



En la figura 37 se muestra el resultado del aforo vehicular. Podemos observar que el volumen vehicular máximo es de 2.103 vehículos/hora y la hora pico se encuentra entre las 7:45am y 8:45am.

Figura 37. Resultado aforo vehicular movimiento 2 de la intersección 2 en el día atípico.

RESULTADOS AFORO VEHICULAR MOVIMIENTO N° 2

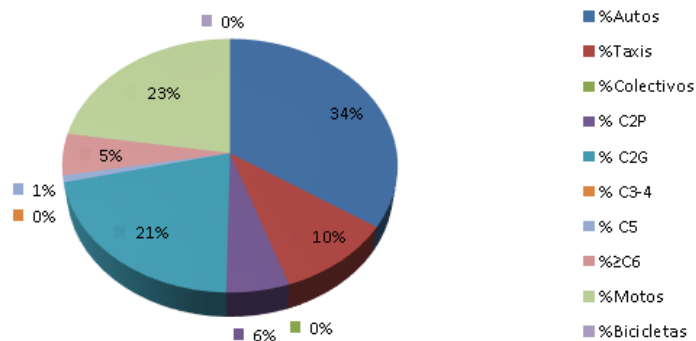


Movimiento 10(1)

Del total de los 471 vehículos aforados en el movimiento 2 se destaca que el 34% son automóviles, el 23% son motocicletas, el 21% son camiones grandes de 2 ejes, el 10% son taxis, el 6% son camiones pequeños de 2 ejes, el 5% son taxis, el 1% restante son camiones de 5 ejes y el 0% restante son camiones de 6 ejes y el 0% restante son camiones de 5 ejes.

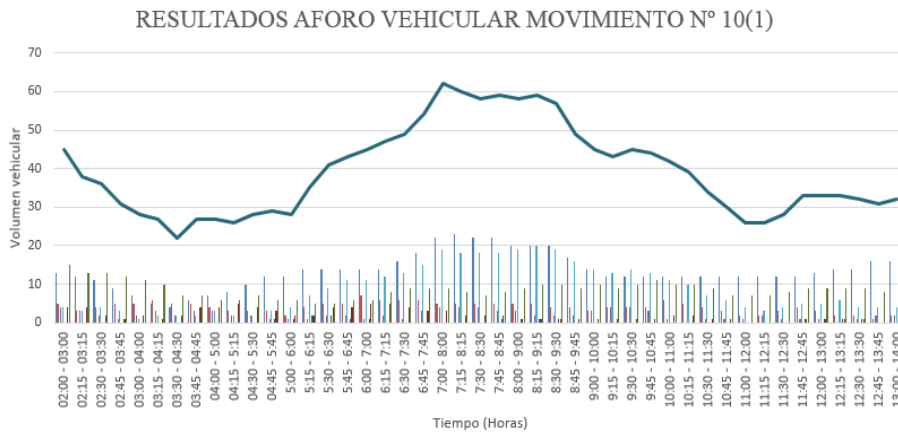
Figura 38. Composición vehicular movimiento 10(1) de la intersección 2 en el día atípico.

COMPOSICION VEHICULAR MOVIMIENTO N° 10(1)



En la figura 39 se muestra el resultado del aforo vehicular. Podemos observar que el volumen vehicular máximo es de 62vehículos/hora y la hora pico se encuentra entre las 7:00am y 8:00pm.

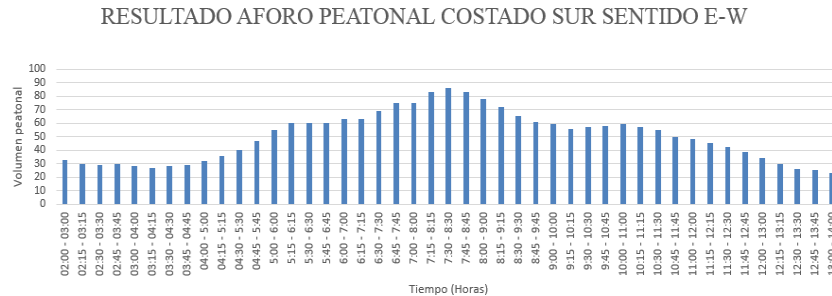
Figura 39. Resultado aforo vehicular movimiento 10(1) de la intersección 2 en el día atípico.



Movimiento peatonal

La cantidad de peatones aforados en el costado Sur, sentido Este-Oeste fue de 587 personas, el mayor volumen peatonal fue de 86 personas/hora y la hora pico peatonal se encuentra entre las 7:30am y 8:30am.

Figura 40. Resultado de aforo peatonal costado sur sentido este-oeste de la intersección 2 en el día atípico.



2.2. SEÑALIZACIÓN VIAL Y ESTADO DEL PAVIMENTO

El diagnóstico de la señalización vial y el estado actual del pavimento en los puntos de estudio se realizaron por medio de la inspección visual en campo, en el cual se observó una señalización vertical en buen estado y visibles, el desgaste en las señalizaciones horizontales por la alta demanda, la falta de demarcación sobre la vía para mayor facilidad de los usuarios a la hora de transportarse y fallas en el pavimento, entre las que se encuentran:

Fisuras: Corresponde a discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito y paralela a la calzada.

Piel de cocodrilo: Corresponde a una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares generalmente localizadas en zonas sujetas a repeticiones de cargas.

Hundimiento: Los hundimientos corresponden a depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante.

Baches: Es la desintegración total de la carpeta asfáltica que deja expuestos los materiales granulares, lo cual lleva al aumento del área afectada debido a la acción del tránsito.

Parque: Los parches corresponden a las áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente.

Desgaste superficial: Corresponde al deterioro del pavimento ocasionado principalmente por la acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos.

Separación de la Berma: Este daño indica el incremento en la separación de la junta existente entre calzada y berma.

En las siguientes tablas se expone el inventario en cada intersección a través de las visitas que se realizaron en las intersecciones de estudio:

Intersección 1

Tabla 5. Inventario de señalización intersección 1.

INVENTARIO DE SEÑALIZACIÓN		
ITEM	CODIGO	DIRECCION
1	SR-01	(W-E) Calle 56
		(E-W) Calle 56
2	SR-06	(E-W) Calle 56
		(W-E) Calle 56
3	SR-28	(N-S) Diagonal 15
		(N-S) Diagonal 15
4	SR-47	(W-E) Calle 56
		(E-W) Calle 56
		(N-S) Diagonal 15
		(S-N) Diagonal 15
5	Restricción de bloqueo	Diagonal 15 con calle 56
6	Cruce Cebrá	(N-S) Diagonal 15
		(S-N) Diagonal 15

Tabla 6. Inventario de estado de pavimento intersección 1.

INVENTARIO DEL PAVIMENTO		
ITEM	ESTADO	DIRECCION
1	Fisuras	(S-N) Diagonal 15
2	Desgaste Superficial	(S-N) Diagonal 15

3	Buen Estado	Diagonal 15 con Calle 56
---	-------------	--------------------------

Intersección 2

Tabla 7. Inventario de señalización intersección 2.

INVENTARIO DE LA SEÑALIZACIÓN		
ITEM	CODIGO	DIRECCION
1	SR-01	(Retorno) Vía Girón
2	SR-28	(N-S) Vía Girón
		(S-N) Vía Girón
3	SR-30	(S-N) Vía Girón
4	SP-03	(N-S) Vía Girón
5	Demarcaciones (Prohibido Parquear)	(N-S) Vía Girón
6	Señalización informativa (Puente Peatonal)	(S-N) Vía Girón
		(N-S) Vía Girón
7	Demarcaciones (Línea de borde del pavimento)	(N-S) Vía Girón
		(S-N) Vía Girón
8	Demarcaciones (Línea entre Carriles)	(N-S) Vía Girón

Tabla 8. Inventario de estado de pavimento intersección 2.

INVENTARIO DEL PAVIMENTO		
ITEM	ESTADO	DIRECCION
1	Fisuras	(Retorno) Vía Girón
2	Piel de Cocodrilo	(N-S) Vía Girón
3	Hundimiento	(Retorno) Vía Girón
4	Baches	(S-N) Vía Girón
5	Parche	(S-N) Vía Girón
6	Desgaste Superficial	(Retorno) Vía Girón
7	Separación de la Berma	(S-N) Vía Girón

Teniendo en cuenta el inventario de señalización y el estado del pavimento realizado se pudo analizar que las intersecciones presentan fallas en la rodadura por la alta densidad de carros que transitan por allí, y la falta de mantenimiento para las señalizaciones horizontales, demarcaciones y los pavimentos, en el cual es un factor de riesgo que incita posiblemente a los accidentes de tránsito. (Ver anexos)

2.3. ESTUDIO DE VELOCIDADES

A continuación, se puede observar los recorridos que se realizaron en los puntos de estudio para determinar la velocidad promedio, se utilizó el método del vehículo flotante, para este caso, por medio de una motocicleta se recorrió cada circuito o tramo cinco veces y se tomó los tiempos respectivos de cada vuelta, se calculó las velocidades para cada recorrido y luego se hizo un promedio de estas.

Figura 41. Distancia del recorrido realizado para toma de velocidades en la calle 56.

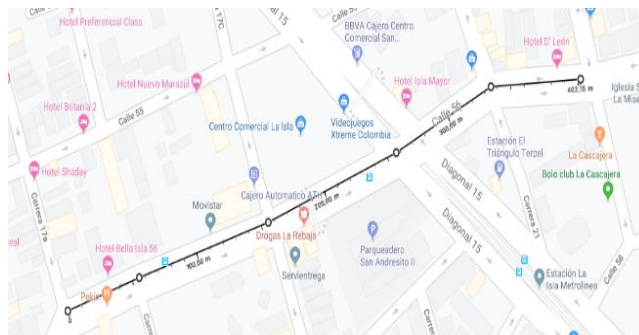


Figura 42. Distancia del recorrido realizado para toma de velocidades en la diagonal 15.

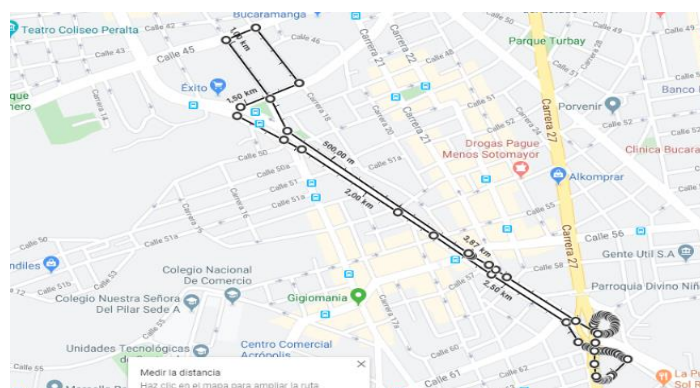
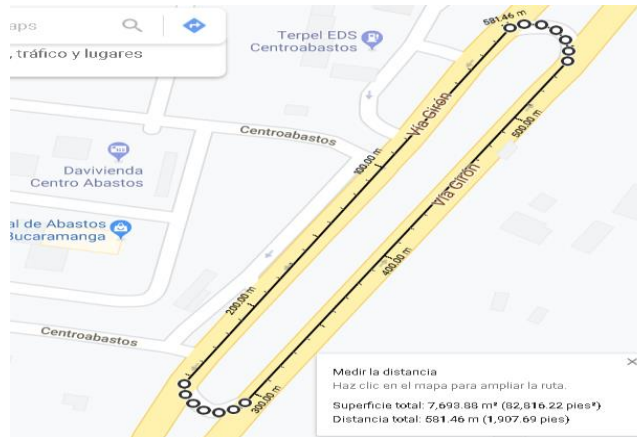


Figura 43. Distancia del recorrido realizado para toma de velocidades en Centroabastos



Los resultados obtenidos del estudio de velocidades utilizando el método del vehículo flotante se muestran a continuación:

Tabla 9. Velocidades en la calle 56.

Vuelta	T(s)	D(m)	V (m/s)	V(km/h)
1	55	402,15	7,3	26,3
2	62	402,15	6,5	23,7
3	68	402,15	5,9	21,3
4	57	402,15	7,1	25,4
5	51	402,15	7,9	28,4
Velocidad promedio			6,9	25,4

Tabla 10. Velocidades en la diagonal 15.

Vuelta	T(s)	D(m)	V (m/s)	V(km/h)
1	356	3087	8,7	31,2
2	368	3087	8,4	30,2
3	374	3087	8,3	29,7
4	357	3087	8,7	31,1
5	380	3087	8,1	29,2
Velocidad promedio			8,4	30,3

Intersección 2

Figura 46. Dimensionamiento de la vía en Centroabastos por medio de StreetMix.



A partir de lo evidenciado en los resultados y lo observado en los aforos se tendrá en cuenta recomendaciones a seguir de acuerdo a la siguiente revisión bibliográfica:

Señalización.

Entre el año 2005 y 2010 se realizó una investigación en Arkandsk, Rusia, en donde se explicaron los factores de reducción de accidentes entre vehículos y peatones. Con información sobre accidentalidad recopilada de la base de datos de la policía de Arkandsk se realizó el estudio el cual se dividió en tres condiciones: Cruces peatonales señalizados, cruces peatonales no señalizados y fuera de los cruces peatonales⁷. Para procesar la información se aplicaron regresiones binomiales. Para este estudio se instalaron 32 cruces peatonales no señalizados y 12 cruces peatonales con nuevas señales reflectoras de luz. Durante el periodo de estudio la tasa de accidentes peatonales se redujo en un 1.1% por mes, en los cruces peatonales señalizados disminuyó 1.1% al mes y en los cruces no señalizados no tuvo cambios, la tasa mensual de choque de peatones en los cruces peatonales señalizados debido a infracciones de conductores se redujo en un 39%. En el estudio se demostró que la reducción en las tasas de accidentes es inversamente proporcional a la implementación de un conjunto de infraestructura.

⁷ KUDRYAVTSEV, A. V.; NILSSEN, O.; LUND J.; GRJIBOVSKI, A. M. & YTTERSTAD, B. (2012). Explaining reduction of pedestrian-motor vehicle crashes in Arkhangelsk, Russia, In 2005-2010. International Journal of Circumpolar Health, 71, 19107.

Por lo mencionado anteriormente se recomienda que para las dos intersecciones se actualice la señalización horizontal y vertical con señales reflectivas, así mismo, señalar las zonas donde sea prohibido parquear, con el fin de que se mejore la visibilidad para los peatones que buscan cruzar por la Diagonal 15 con Calle 56 y en centroabastos y así no generar congestión.

Figura 47. Congestión en la diagonal 15 con calle 56 debido a vehículos parqueados en zonas prohibidas.



Figura 48. Congestión en el sector de Centroabastos debido a vehículos parqueados en zonas prohibidas.



Paso cebra en paso de vía

Se realizó un estudio en Berna Suiza con el objetivo de describir la gravedad y la mortalidad de las lesiones sufridas por los adultos al cruzar la carretera, ya sea al usar un paso de cebra peatonal o donde no había demarcación de esta, en el cual se demostró que el uso de algún tipo de paso de cebra marcado reduce las tasas

generales de lesionados⁸. Se recopiló la información de severidad de los accidentes en la base de datos del Departamento de Emergencias. Para el análisis de las características de los pacientes y las lesiones se compararon por medio de pruebas de ajuste Chi Cuadrado y ANOVA en donde se definieron variables como: uso de paso peatones cebra, uso paso peatones no cebra y lesiones graves. El estudio mostró que el riesgo de lesión grave es significativamente mayor en los usuarios donde no hay presencia de cebras peatonales. Los accidentes de pasos peatonales sin cebras estuvieron acompañados por una mayor velocidad que los pasos peatonales con cebras 47.7 km/h y 41.4 km/h respectivamente.

Por lo anterior se recomienda realizar un mantenimiento a las cebras peatonales de la Diagonal 15 con calle 56 en el costado Norte, también se recomienda que en el cruce, se revise la continuidad de la cebra peatonal ya que esta se ve afectada por el separador central como se evidencia en las figuras 47 y 48; esto genera inconvenientes para los peatones y aún más para las personas que tienen movilidad reducida, además el puente peatonal ubicado sobre la diagonal 15 no cuenta con rampas de acceso que permita la circulación para las personas en condición de discapacidad.

Figura 49. Discontinuidad en la cebra peatonal costado Este.



⁸ PFORTMUELLER, C. A.; MARTI, M.; KUNZ, M.; LINDNER, G. & EXADAKTYLOS, A. K. (2014). Injury severity and mortality of adult zebra crosswalk and non-zebra crosswalk road crossing accidents: A cross-sectional analysis. plos one, 9(3), 1–6. <https://doi.org/10>

Vallas peatonales

Se realizó un estudio en Londres, y se concluyó que la implementación de las vallas peatonales aumenta la seguridad vial de los peatones debido a que evitan el cruce de peatones en lugares prohibidos exponiendo su integridad física, sin embargo, su validez se centra en que tengan un diseño que garantice la visibilidad del conductor con respecto al peatón y viceversa⁹. Realizaron un estudio en donde comparaban el rendimiento de las vallas convencionales y las nuevas con mayor visibilidad, de esta comparación analizaban la incidencia que tenían las vallas convencionales y las nuevas vallas que reemplazaron a las antiguas. En cuanto al comportamiento de la accidentalidad en peatones los resultados fueron significativamente favorables para las nuevas vallas en lugares donde no se encontraban y se instalaron las vallas no convencionales se redujo cerca de un 48% los accidentes de peatones, mientras que donde se reemplazaron las antiguas vallas se redujo en un 42% aproximadamente, por lo que se demostró mayor efectividad a la hora de su construcción.

En Colombia se ha venido implementando las cercas vivas para la conservación del medio ambiente, en el cual consisten en sembrar líneas de árboles y/o arbustos para restringir el paso de peatones por un sitio determinado¹⁰. Las especies leñosas más frecuentemente utilizadas son: Euphorbiaceae, Araliaceae, Lauraceae, Melastomáceas y Rubiaceae, mientras que las de arbustos son: Asteraceae y Solanaceae. Estas tecno estructuras se caracterizan por sus ventajas ambientales, paisajista, económicas y de gran durabilidad.

Según los aforos y la inspección visual, se observó que gran parte de los peatones no hacen uso adecuado de los dispositivos peatonales debido a que cruzan por zonas prohibidas, exponiendo su integridad física. Por esto se recomienda la

⁹ J. M. B. E. ALEX QUISTBERG, Reduciendo el trauma y la mortalidad asociada a los accidentes de tránsito en los peatones en el Perú: Intervenciones que pueden funcionar, Salud pública, 2010

¹⁰ A. D. L. OSSA, Cercas vivas y su importancia ambiental, 2013

instalación de cercas vivas, amigables con el medio ambiente para que ayuden a canalizar el flujo peatonal, forzando así al usuario a utilizar los dispositivos peatonales disponibles en la zona.

Figura 50. Ejemplo de valla viva C.C. Cacique.



Puentes peatonales

En el año 2007 en Turquía, se realizó una investigación de los factores que influyen en el uso de puentes peatonales, por lo que los peatones manifestaron que la seguridad no es la mayor preocupación al elegir su ruta, sino el tiempo de viaje y la facilidad percibida del uso del puente¹¹. Realizaron un estudio del uso del puente peatonal versus el no uso de este medio, utilizando métodos como el modelo de regresión logística y utilizando como variables independientes la familiaridad del sitio, la frecuencia, la seguridad, edad y género. Mediante las muestras que proporcionan los cruces peatonales con puentes no necesariamente resultan en una alta tasa de uso, por lo que es probable que mejoren, si los beneficios de seguridad y la conveniencia de usar el puente sin una pérdida de tiempo considerable son claramente visible a los peatones. Por el cual se debe influir en las percepciones

¹¹ Fundación MAPFRE, Planes Estratégicos Europeos de Seguridad Vial, [En línea]. Available:https://www.fundacionmapfre.org/fundacion/es_es/images/planes-estrategicos-europeos-de-seguridad-vial_tcm1069-214921.pdf

peatonales del puente, ahorrar tiempo, seguridad y familiaridad del área entre ellos para aumentar el uso de los usuarios por este medio.

Es cierto que la seguridad y la comodidad son factores fundamentales para que los usuarios hagan uso del puente peatonal, por esto necesario realizar un mantenimiento constante para no descuidar sus condiciones y permanecer llamativo al público y así incentivar el frecuente uso del puente de forma segura y agradable. Se recomienda tener en cuenta esto en el sector de Centro abastos ya que se observó que el puente no se encuentra en buenas condiciones de seguridad y de saneamiento, por tanto, los peatones se restringen en usarlo.

3. CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta la información sobre la accidentalidad recopilada desde el año 2017 hasta el año 2019 por las entidades: Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses y la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, se evidenció que la Diagonal 15 con calle 56 y Centro Abastos son los puntos de intersección con mayores índices de accidentalidad vehicular y peatonal en la ciudad de Bucaramanga.
- Se realizó aforos vehiculares y peatonales en días típicos y atípicos identificando las actividades características de cada uno de los sectores. En la intersección de la Diagonal 15 con Calle 56 se realizó el día típico el jueves 12 de diciembre y el día atípico el sábado 14 del mismo mes, donde se tuvo en cuenta 4 movimientos vehiculares y 2 peatonales. En la intersección ubicada en el sector de Centro Abastos se tomó el día típico el sábado 21 de diciembre y el día atípico el miércoles 18 del mes mencionado anteriormente, se seleccionaron teniendo en cuenta los días de mercado que es donde hay más actividad comercial, se tomaron en cuenta 3 movimientos vehiculares y 2 peatonales, con esto se logró determinar las composiciones de los flujos vehiculares y peatonales que circulan por las intersecciones.
- Se evidencia en los resultados representados en los diagramas circulares que las motocicletas son los vehículos que tienen mayor porcentaje en la composición, en segundo lugar, se encuentran los automóviles y tercero los taxis. La presencia de camiones, especialmente camiones pequeños y grandes de dos ejes es elevada en la Intersección 2 debido a la actividad comercial de Centro Abastos. Los índices de mayor flujo vehicular y peatonal se dieron en los días típicos de cada intersección:

VEHICULAR			
Int.	Sentido y Dirección	Hora pico	Flujo[veh/h]
1	(N-S) Diagonal 15	5:45 a 6:45 pm	2594
	(S-N) Diagonal 15	7:00 a 8:00 am	3020
	(E-W) Calle 56	7:15 a 8:15 am	1819
	(W-E) Calle 56	6:00 a 7:00 pm	1083
2	(N-S) Vía Girón	8:00 a 9:00 am	1988
	(S-N) Vía Girón	7:45 a 8:45 am	2285
	Retorno Vía Girón	7:30 a 8:30 am	75
PEATONAL			
Int.	Sentido y Dirección	Hora pico	Flujo [peat/h]
1	Diagonal 15	6:00 a 7:00 pm	789
2	Vía Girón	7:30 a 8:30 am	101

- Se realizó un aforo de velocidades empleando el método del vehículo flotante. en la hora pico de cada intersección, en la Diagonal 15 con calle 56 la velocidad promedio fue de 30,3 km/h sobre la diagonal 15 y para la calle 56 que fue de 25km/h, en el sector de Centroabastos la velocidad promedio fue de 33,5 km/h.
- Se elaboró un inventario de la señalización vertical y horizontal existente en los puntos de estudio y se observó la poca visibilidad de las cebras peatonales, las demarcaciones y las señalizaciones horizontales producto del desgaste que han sufrido con el pasar de los años, así mismo se hizo un inventario para el estado del pavimento en donde se pudo evidenciar las fallas observadas en cada una de las intersecciones soportadas con registros fotográficos.

- Finalmente se realizó la inspección visual del comportamiento de los usuarios frente a la infraestructura vial observándose una conducta inadecuada debido a la falta de respeto de las señalizaciones de tránsito, la poca utilización de los puentes peatonales y los cruces prohibidos que ejecutan para reducir su trayectoria.

4. RECOMENDACIONES

- Para elaborar los aforos e inspección visual en las intersecciones viales se le sugiere al profesional o auxiliar llevar los implementos de seguridad como chaleco reflectivos para generar un buen desempeño en las mediciones pertinentes y conocer los diferentes formatos de aforos, así mismo, los conceptos de los manuales técnicos del INVIAS.
- Se solicita la adecuación y mejoramiento de los estados actuales de las señalizaciones horizontales y demarcaciones en las intersecciones debido a la poca visibilidad, produciendo que los usuarios irrespeten las normas establecidas.
- La implementación de la educación vial en las escuelas y otros ámbitos, la realización de campañas de publicidad y comunicación han sido medidas implementadas por la unión europea, por el cual se hace necesario estos métodos debido a la falta de respeto de los usuarios sobre la infraestructura vial, de igual forma campañas de concientización a los peatones para que utilicen los puentes peatonales para mayor seguridad.
- Es indispensable realizar un mantenimiento a la vía de las intersecciones de estudio para reparar daños que posiblemente ocasionan congestión vehicular y accidentes de tránsito, de igual forma la adecuación del puente peatonal ubicado en Centroabastos debido a sus condiciones de iluminación e higiene que posiblemente son factores que influyen para no transportarse por la infraestructura vial.
- Se solicita mayor presencia de los agentes de tránsito para regular la circulación de los vehículos y peatones, debido a las frecuentes infracciones cometidas por los usuarios en las intersecciones.

BIBLIOGRAFÍA

A. D. L. OSSA, CERCAS VIVAS Y SU IMPOORTANCIA AMBIENTAL, 2013.

A. SANZ ALDUAN , “MANUAL DE MOVILIDAD PEATONAL CAMINAR EN LA CIUDAD” 1ED. MADRID, ESPAÑA: GARCETA GRUPO EDITORIAL, 2016.

COMISIÓN EUROPEA ,«MEJORES PRACTICAS DE SEGURIDAD VIAL. [EN LÍNEA].AVAILABLE:HTTPS://EC.EUROPA.EU/TRANSPORT/ROAD_SAFETY/SITES/ROADSAFETY/FILES/PDF/PROJECTS_SOURCES/SUPREME-C_ES.PDF

DIRECCIÓN DE TRANSITO DE BUCARAMANGA, ACCIDENTES DE TRANSITO, BUCARAMANGA, 2019.

FUNDACIÓN MAPFRE , PLANES ESTRATÉGICOS EUROPEOS DE SEGURIDAD VIAL[ENLÍNEA].AVAILABLE:HTTPS://WWW.FUNDACIONMAPFRE.ORG/FUNDACION/ES_ES/IMAGES/PLANES-ESTRATEGICOS-EUROPEOS-DE-SEGURIDAD-VIAL_TCM1069-214921.PDF.

INVIAS Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE. BOGOTA, MANUAL PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES, 2006.

JOSE IGNACIO RUIZ Y AURA NIDIA HERRERA, ACCIDENTES DE TRÁNSITO CON HERIDOS, REVISTA CES PSICOLOGÍA, 2016.

J. M. B. E. ALEX QUISTBERG, REDUCIENDO EL TRAUMA Y LA MORTALIDAD ASOCIADA A LOS ACCIDENTES DE TRANSITO EN LOS PEATONES EN EL PERU: INTERVENCIONES QUE PUEDEN FUNCIONAR, SALUD PUBLICA, 2010.

KUDRYAVTSEV, A. V., NILSSEN, O., LUND, J., GRJIBOVSKI, A. M., & YTTERSTAD, B. (2012). EXPLAINING REDUCTION OF PEDESTRIAN-MOTOR VEHICLE CRASHES IN ARKHANGELSK, RUSSIA, IN 2005-2010. INTERNATIONAL JOURNAL OF IRCUMPOLAR HEALTH, 71, 19107.

MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES, «FORENSIS 2018 DATOS PARA LA VIDA,» P. 299, 2018.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, DE MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL, 2015.

N. HURTADO, ACCIDENTALIDAD Y ACCIDENTOLOGIA VIALES, MEDELLIN-COLOMBIA : LIBRERIA JURIDICA COMLIBROS, 2007.

PFORTMUELLER, C. A., MARTI, M., KUNZ, M., LINDNER, G., & EXADAKTYLOS, A. K. (2014). INJURY SEVERITY AND MORTALITY OF ADULT ZEBRA CROSSWALK AND NON-ZEBRA CROSSWALK ROAD CROSSING ACCIDENTS: A CROSS-SECTIONAL ANALYSIS. PLOS ONE, 9(3), 1–6. [HTTPS://DOI.ORG/10.1371/journal.pone.0100000](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100000)

U.I.S. ESCUELA DE INGENIERÍA DE CIVIL, GEOMATICA, “PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD BUCARAMANGA 2010-2030” ED 1. BUCARAMANGA, COLOMBIA: DIVISIÓN DE PUBLICACIONES UIS, 2010.