



**CARACTERIZACION DE LAS ZONAS DE MAYOR ACCIDENTALIDAD  
EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA**

**CARACTERIZACION DE LAS ZONAS DE MAYOR ACCIDENTALIDAD EN EL  
CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA**

**NATHALIA MEZA DELGADO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTA DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2014**



**CARACTERIZACION DE LAS ZONAS DE MAYOR ACCIDENTALIDAD EN EL  
CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA**

**NATHALIA MEZA DELGADO**

**Trabajo de grado en la modalidad de investigación para optar por el título de:  
Ingeniera civil**

**Director:  
YERLY FABIAN MARTINEZ ESTUPIÑAN  
Ingeniero civil, Msc**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTA DE INGENIERIAS FISICOMECAICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2014**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION .....	13
1. FUNDAMENTO TEÓRICO .....	15
2. METODOLOGIA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRITICOS .....	16
2.1. RECOLECTAR LA MAYOR CANTIDAD LA INFORMACIÓN DISPONIBLE DE ACCIDENTALIDAD.....	17
2.2. MEDICIÓN DE LA FRECUENCIA DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO. ..	18
2.3. IDENTIFICAR EN LA MALLA VIAL DE MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA LOS QUINCE PUNTOS MÁS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD VIAL. ....	18
2.4. VISITAR Y RECONOCER LOS PUNTOS CON MAYOR FRECUENCIA DE ACCIDENTES Y OBTENER UNA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL ESTADO DEL LUGAR Y CONDICIONES FÍSICAS DEL PUNTO POR MEDIO DEL EQUIPO UAV. ....	19
2.5. PLANTEAR LAS POSIBLES CAUSAS QUE ORIGINARON LOS INCIDENTES EN LOS 15 PUNTOS MÁS CRÍTICOS. ....	20
2.6. ESCOGER LAS POSIBLES ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN VIAL QUE FAVOREZCAN UNA REDUCCIÓN EN LOS ÍNDICES DE ACCIDENTABILIDAD EN LAS ZONAS DEMARCADAS.....	20
2.7. UTILIZAR EL SOFTWARE TRANSMODELER 2.6 PARA MODELAR ALGUNOS ESCENARIOS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN A LOS PUNTOS CRÍTICOS.....	21
3. RESULTADOS.....	22
3.1. ACCIDENTES POR GRAVEDAD .....	22
3.2. SELECCIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS .....	24
3.3. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN .....	25

3.4. MODELACIÓN.....	28
3.4.1. Situación Actual. ....	29
3.4.2. Representación de la Demanda.....	29
3.4.3. Resultados. ....	30
3.4.4. Alternativa de Solución. ....	31
3.4.5. Situación Futura- Alternativa de solución.....	33
4. CONCLUSIONES .....	37
5. RECOMENDACIONES.....	39
BIBLIOGRAFIA.....	43
ANEXO .....	46

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Relación Puntos Críticos en el Área Urbana del Municipio de Floridablanca. ....	24
Tabla 2. Niveles de Servicio en los Corredores para la situación actual.....	30
Tabla 3. Criterio de diseño Glorieta – Alternativa de solución .....	32
Tabla 4. Resultados software TransModeler de Estadísticas de viajes para la situación actual y alternativa de solución con proyección de los escenarios a 0, 5, 10. 20 años .....	33
Tabla 5. Porcentaje de Aumento o Disminución para la alternativa de solución según Estadísticas de Viaje.....	34
Tabla 6. Resultados de Nivel de Servicio - Situación Futura .....	35

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Participación de los accidentes de tránsito frente a otras causas de muerte violenta. Colombia, 2011 .....	13
Figura 2. Intersección Calle 29 con Carrera 25.....	20
Figura 3. Mapa de puntos críticos de accidentalidad.....	27
Figura 4. Demarcación típica de una Intersección. 1. Línea de Borde de Pavimento. 2. Línea de Carril Central. 3. Flechas. 4. Demarcación de línea de “pare”. 5. Demarcación de pasos peatonales. 6. Líneas antibloqueo 7. Señal de Transito Vertical. 8. Anden.....	28
Figura 5. Representacion de la situacion actual en TransModeler. ....	30
Figura 6. Puntos conflictivos de vehículos. ....	31
Figura 7. Alternativa de Solución. ....	32
Figura 8. Representacion de la situacion futura en TransModeler.....	33

## LISTA DE GRAFICAS

**Pág.**

Gráfica 1. Número de accidentes según nivel de gravedad.....	23
--	----

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Puntos Críticos de Accidentalidad del Municipio de Floridablanca.....	46
Anexo B. Corredores .....	66
Anexo C. Resultados Visita Técnica Equipo UAV eBee .....	67

## RESUMEN

**TITULO: CARACTERIZACION DE LAS ZONAS DE MAYOR ACCIDENTALIDAD EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA\***

**AUTOR : NATHALIA MEZA DELGADO\*\***

**PALABRAS CLAVE: ACCIDENTE DE TRÁNSITO, PUNTOS CRÍTICOS, CASCO URBANO.**

La accidentalidad vial es un problema de salud pública mundial, que cada año cobra más víctimas mortales, y deja más lesionados y discapacitados, con sus consecuentes efectos económicos, psicológicos y sociales. Según el informe del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses en el año 2013, la accidentalidad vial en Colombia dejó un total de 6.219 personas fallecidas de las cuales 5.038 eran hombres y 1.181 mujeres, y 41.823 víctimas no fatales, 26.210 hombres y 15.613 mujeres, siendo la segunda causa de muerte en el país. [1]. Estas estadísticas han motivado a identificar las principales causas generadoras de accidentes de tránsito en las principales ciudades de Colombia. Esta investigación tuvo como objetivo caracterizar la situación de accidentalidad en el casco urbano del municipio de Floridablanca, a partir de la información reportada por la Dirección de Tránsito y Transporte de Floridablanca, asociada con la cantidad de accidentes de tránsito comprendidos en el periodo entre enero de 2009 y diciembre de 2013, el cual contiene el diagnóstico de la problemática para quince puntos identificados como críticos, con esta información se realizó la formulación y análisis de alternativas de solución que permitan mitigar dicha problemática. Sin lugar a dudas se puede decir que los accidentes de tránsito se han convertido en un grave problema de salud pública.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director. Yerly Fabián Martínez Estupiñán

## ABSTRACT

**TITLE: CHARACTERIZATION OF AREAS OF MAJOR ACCIDENTS IN URBAN TOWNSHIP FLORIDABLANCA \***

**AUTHOR: NATHALIA MEZA DELGADO \*\***

**KEYWORDS: TRAFFIC ACCIDENT, CRITICAL, URBAN CENTER.**

Road accident is a global public health problem, which annually claims more casualties, leaving more injured and disabled, with consequent economic, psychological and social effects. As reported by the National Institute of Legal Medicine and Forensic Sciences in 2013, road accidents in Colombia left a total of 6,219 dead people of which 5,038 were men and 1,181 women and 41,823 non-fatal casualties, 26,210 men and 15,613 women. It is the second leading cause of death in the country. [1]. These statistics have led to identify the main causes of traffic accidents in the main cities of Colombia. This study aimed to characterize the situation of accidents in the urban municipality of Floridablanca, from information reported by the Directorate of Traffic and Transportation Floridablanca, associated with the amount of traffic accidents within the period from January 2009 and December 2013, which contains the diagnosis of the problem for fifteen points identified as critical, with this information the design and analysis of alternative solutions to mitigate this problem was made. Undoubtedly it can be said that traffic accidents have become a serious public health problem.

---

\* Degree work

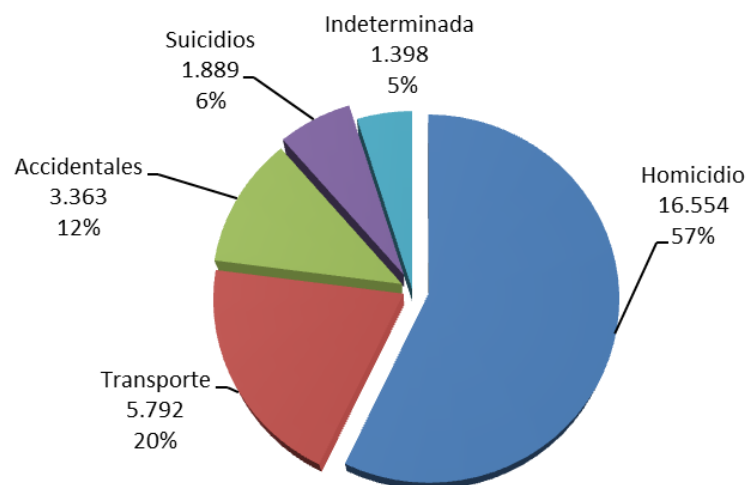
\*\* Faculty of Engineering physicomechanical, School of Civil Engineering. Head teacher. Yerly Fabián Martínez Estupiñan

## INTRODUCCION

Cada año, cerca de 1,3 millones de personas fallecen a raíz de un accidente de tránsito —más de 3,000 defunciones diarias— y más de la mitad de ellas no viajaban en automóvil. Entre 20 millones y 50 millones de la población mundial sufren traumatismos no mortales provocados por accidentes de tránsito, y tales traumatismos constituyen una causa importante de discapacidad en todo el mundo. [2]

La accidentalidad vial en Colombia se ha convertido en uno de los graves flagelos de la vida moderna en nuestro país. En efecto, las muertes causadas por accidentes de tránsito, constituyen uno de los primeros renglones dentro de las causas de mortalidad.

**Figura 1. Participación de los accidentes de tránsito frente a otras causas de muerte violenta. Colombia, 2011**



Fuente: Forensis datos para la vida, INML & CF, 2011.

En un ámbito más local y según un informe presentado por la Dirección de Tránsito y Transporte de Floridablanca, durante el año 2013 se presentaron un total de 982 accidentes discriminados así: 22 accidentes con víctimas fatales, 3 conductores, 12 motociclistas, 4 pasajeros de moto, 3 peatones; 339 accidentes con lesionados; 621 accidentes fueron solo daños materiales. Esto demuestra la necesidad de identificar los patrones bajo los cuales suceden los eventos que registran altos índices de accidentalidad.

El propósito de esta investigación abarca la identificación, caracterización de los puntos más críticos de accidentalidad en el municipio de Floridablanca; identificando las causas probables de ocurrencia y formulando alternativas de solución a la problemática estudiada.

## 1. FUNDAMENTO TEÓRICO

Según el Código Nacional de Tránsito, un accidente de tránsito es un evento, generalmente involuntario, ocasionado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes, e igualmente afecta la normal circulación de los vehículos que se movilizan por la vía o vías comprendidas en el lugar o dentro de la zona de influencia del hecho, los accidentes de tránsito se clasifican, según la gravedad, en accidentes que ocasionan únicamente daños, accidentes en los que se presenta heridos y accidentes en los cuales una o más personas mueren. [3]

Punto crítico de accidentalidad, es el lugar donde se presentan mayor cantidad de siniestros viales, este será señalado por las estadísticas de accidentes de las direcciones de tránsito y movilidad donde los índices de frecuencia de accidentalidad presentan valores elevados.

## 2. METODOLOGIA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRITICOS

La metodología representa la manera de organizar el proceso de la investigación, de controlar sus resultados y de presentar posibles soluciones a un problema que conlleva la toma de decisiones. La metodología es parte del análisis y la crítica de los métodos de investigación. [4]

En esta investigación se empleó la metodología que se estableció para el “Estudio de los puntos críticos por accidentalidad en vías troncales de los departamentos de Cundinamarca, Tolima y Huila.” investigación desarrollada por el Programa de Investigaciones del Transporte, PIT, del Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional, durante el periodo comprendido entre abril de 1986 y marzo de 1987, además el Fondo de Prevención Vial realizó el estudio “Identificación y propuestas de solución en cinco puntos críticos de accidentalidad de peatones de cinco ciudades colombianas”, con base en el número de accidentes equivalentes durante los años 2008 y 2009. [5]

Esta metodología se aplicó al municipio de Floridablanca, con la cual se caracterizó la zona de accidentalidad en el casco urbano, para esto se identificaron los puntos críticos y las deficiencias que dichos puntos presentan, para después realizar una propuesta de mejora para dicha situación, con el apoyo en herramientas de modelación y simulación. La metodología de este trabajo se desarrolló mediante los siguientes pasos:

## 2.1. RECOLECTAR LA MAYOR CANTIDAD LA INFORMACIÓN DISPONIBLE DE ACCIDENTALIDAD

Para llevar a cabo la recopilación de la información disponible de accidentalidad, se recurrió a la base de datos de la Dirección de Tránsito y Transporte de Floridablanca, la cual almacena toda la información de accidentalidad en el software Sistema de Información de Siniestros de Tránsito (SIAT) desarrollado por el Fondo de Prevención Vial [6], este programa genera un reporte de los puntos críticos y la cantidad de siniestros viales, con la previa captura de los datos provenientes del formato informe policial de accidentes de tránsito presentados en un periodo establecido. Con base en el reporte de la relación de tramos críticos de accidentalidad para el año 2013, arrojó como resultado que el 35% de los accidentes de tránsito en el municipio de Floridablanca, se desarrollaron en la Autopista-Floridablanca y el Anillo Vial, siendo el exceso de velocidad una de las principales causas de accidentalidad, cuyos límites de velocidad para los vehículos particulares de 80 km/h, mientras que para los automotores del servicio público es de 60 km/h. Para el desarrollo de la investigación se analizaron 15 puntos críticos de accidentalidad donde la velocidad permitida sea de treinta 30 km/h, según el Fondo de Prevención Vial, uno de los factores que más contribuye a la accidentalidad vial en Colombia y en el mundo es el exceso de velocidad. “Por ejemplo, en un choque entre un carro y un peatón, si el carro va a 30 km/h, hay apenas un 15% de probabilidad de que sea fatal. A 60km/h la probabilidad de que sea fatal aumenta a un 80%. La velocidad es responsable por el 40% de las muertes en accidentes de tránsito”.

Según el Código de Tránsito en las zonas urbanas la velocidad máxima permitida es de 60 km/h y en las zonas escolares, residenciales y hospitalarias será hasta de 30 km/h. Las avenidas y autopistas son particularmente sensibles y en ningún caso se debería transitar a más de 50 km/h. [7]

## **2.2. MEDICIÓN DE LA FRECUENCIA DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO.**

La medida de la frecuencia de los accidentes de tránsito (CF por sus siglas en inglés), es una descripción de las medidas más comúnmente usadas para la identificación de los puntos críticos de accidentalidad vial, se define como el número de accidentes por sitio o ubicación durante un periodo de tiempo específico. Si los CF observados se igualan o exceden un valor predefinido, la ubicación se considera peligrosa. Suelen usarse numerosas y diferentes longitudes y/o años de data. El criterio predefinido de frecuencia usualmente varía por tipo de área (urbana / rural) u otras variables como clase de la vía. El uso de un mapa de accidentes con pines ha sido uno de los cinco métodos más antiguos de identificar sitios peligrosos. Cada accidente se representa por un pin en el mapa. Este proceso puede automatizarse utilizando un Software de Sistema de Información Geográfica (GIS)". [8]

Se eligió dicho procedimiento dado que era el más adecuado para la investigación, de manera que se conocía la ubicación exacta de cada accidente registrado en la base de datos suministrada por parte de la Dirección de Tránsito y Transporte de Floridablanca y por el contrario no se contaba con datos de volúmenes de tránsito. Además se tenía acceso a un Software de Sistema de Información Geográfica (GIS) para la elaboración del mapa de accidentes.

## **2.3. IDENTIFICAR EN LA MALLA VIAL DE MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA LOS QUINCE PUNTOS MÁS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD VIAL.**

Elegido el procedimiento a aplicar, se procedió a la creación de un archivo tipo shape (shp) en el que se ubica un punto por cada sección o intersección registrada y como atributo se le asignó el número de accidentes consignado en la

base de datos. Para lograr esto, se analizaron los datos concernientes a la accidentalidad vial registrada en un periodo histórico de cinco años.

#### **2.4. VISITAR Y RECONOCER LOS PUNTOS CON MAYOR FRECUENCIA DE ACCIDENTES Y OBTENER UNA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL ESTADO DEL LUGAR Y CONDICIONES FÍSICAS DEL PUNTO POR MEDIO DEL EQUIPO UAV.**

Se dispuso una visita técnica junto a experto en el manejo de equipo UAV “(Vehículos Aéreos no Tripulados), suministrado por el grupo de investigación Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas. La plataforma que se utilizó para tomar las fotos de la investigación fue el UAV eBee, con este se tomaron las fotos a una altura de 200 metros aprox., lo que da una resolución de las imágenes cercana a los 6 cm/pixel.

Este tipo de imágenes pueden ser utilizadas en multitud de aplicaciones y permiten llevar a cabo el seguimiento de distintos tipos de obras, planificación urbanística, vigilancia, etc.” [9]

**Figura 2. Intersección Calle 29 con Carrera 25**



Fuente: Tomada equipo UAV eBee

## **2.5. PLANTEAR LAS POSIBLES CAUSAS QUE ORIGINARON LOS INCIDENTES EN LOS 15 PUNTOS MÁS CRÍTICOS.**

Mediante el proceso descrito anteriormente se identificaron las características físicas de la intersección, como señalización, demarcación, diseño geométrico, de ahí que se evaluaron las causas probables que originaron eventos en cada punto.

## **2.6. ESCOGER LAS POSIBLES ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN VIAL QUE FAVOREZCAN UNA REDUCCIÓN EN LOS ÍNDICES DE ACCIDENTABILIDAD EN LAS ZONAS DEMARCADAS.**

Una vez identificados los problemas y las causas de accidentalidad de cada punto crítico, se formuló una alternativa de solución viable técnica siguiendo las normativas del Ministerio de Transporte e Instituto Nacional de Vías.

## **2.7. UTILIZAR EL SOFTWARE TRANSMODELER 2.6 PARA MODELAR ALGUNOS ESCENARIOS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN A LOS PUNTOS CRÍTICOS.**

El software TransModeler 2.6, es aplicable a una amplia gama de planificación del tráfico y tareas de modelado, puede simular toda clase de redes de viales, desde autopistas hasta calles de los centros de las ciudades, y puede analizar redes multimodales de áreas extensas con gran detalle y fidelidad. Para esta investigación fue usado como herramienta que permitiera modelar la situación actual de la infraestructura vial y evaluar el comportamiento del sistema de tráfico en un ámbito de micro-simulación; sirviendo de apoyo para la descripción de la alternativa de solución. [10]

### 3. RESULTADOS

A partir de la Información recolectada y mediante el procesamiento descrito anteriormente se determinó el total de accidentes de tránsito por gravedad y clase para el municipio de Floridablanca durante cinco años analizados.

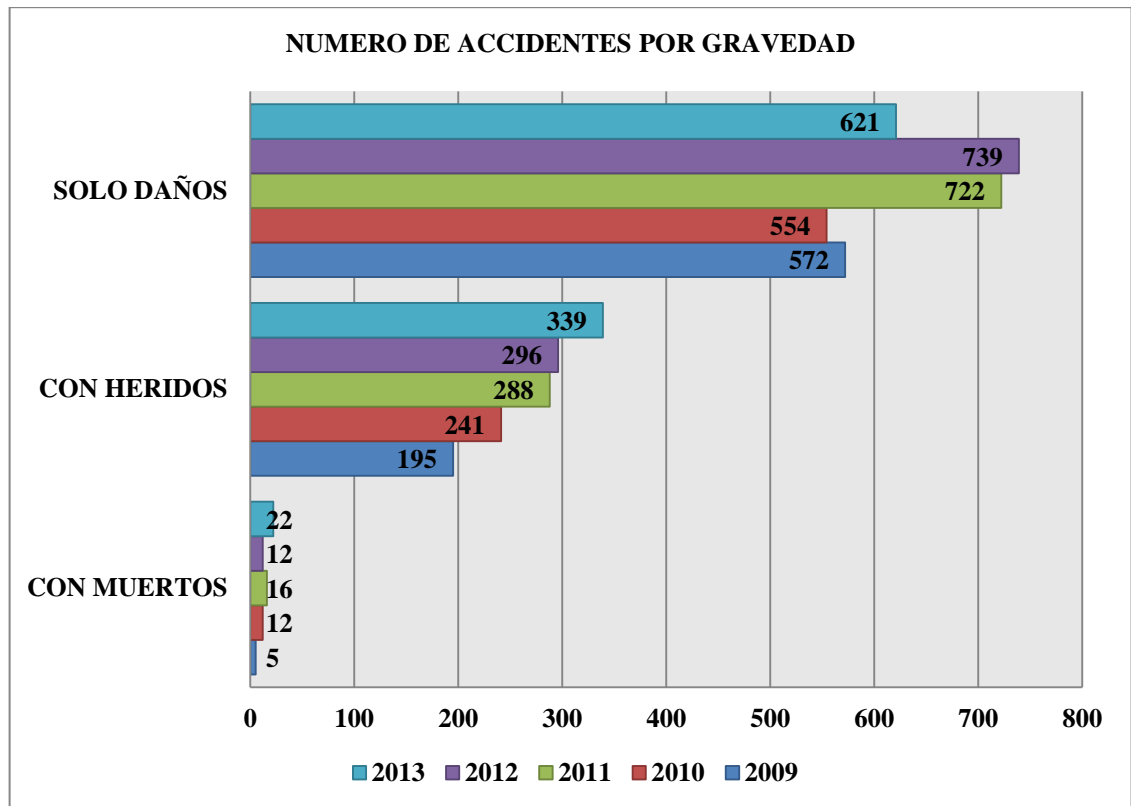
#### 3.1. ACCIDENTES POR GRAVEDAD

**Accidentes de tránsito que ocasionan solo daños:** son aquellos accidentes que dejan como consecuencia daños materiales en el o los vehículos y/o en la zona de influencia del hecho, es decir, son aquellos accidentes que no arrojan como resultado personas heridas o muertas.

**Accidentes de tránsito con heridos:** son aquellos que dejan como secuelas, al menos, una persona lesionada en el momento y en el lugar del accidente o durante la recolección de la información necesaria para diligenciar el Informe Policial de Accidente de Tránsito.

**Accidentes de tránsito con muerte:** son aquellos que dejan como consecuencia al menos una persona muerta en el momento y lugar de los hechos o tiempo después de éste. [11]

**Gráfica 1. Número de accidentes según nivel de gravedad.**



Fuente: Elaboración, con base en el SIAT de la DTF.

- En 2013, el nivel de gravedad de los accidentes en el municipio de Floridablanca se configuró así: accidentes que únicamente ocasionaron daños, el 63,3%; accidentes con heridos, el 34,5% y con muertes, el 2,2%.
- Durante los años 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013 del total de 4,634 accidentes de tránsito presentados en el municipio de Floridablanca, el 69,2% de los accidentes (3,208) ocasionaron solo daños, el 29,3% son accidentes (1,359) con heridos y el 1,5% de los accidentes (67) con muertes.

De acuerdo con la información reportada por la Dirección de Tránsito y Transporte de Floridablanca (DTTF), en el Sistema de Información de Accidentes de Tránsito (SIAT), para el año 2013 se presentaron 334 accidentes en la Autopista Floridablanca y el Anillo Vial, de los cuales ocasionaron daños, el 62%; accidentes con heridos, el 36% y con muertes, el 2%.

### 3.2. SELECCIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS

Con base en los datos suministrados por la DTTF entre enero de 2009 y diciembre de 2013 se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 1. Relación Puntos Críticos en el Área Urbana del Municipio de Floridablanca.**

No. Pto	INTERSECCION	Cant.
1	Calle 30 entre Carrera 25	68
2	Calle 30 entre Carrera 26	65
3	Calle 29 entre Carrera 25	39
4	Carrera 24 entre Calle 35	33
5	Carrera 3 entre Calle 50	30
6	Calle 29 entre Carrera 11	19
7	Calle 6 entre Carrera 10	16
8	Carrera 11 entre Calle 7	15
9	Calle 29 entre Carrera 12	14
10	Carrera 11 entre Calle 8	13
11	Calle 8 entre Carrera 10	13
12	Carrera 8 entre Calle 11	12
13	Calle 5 entre Carrera 8	12
14	Calle 6 entre Carrera 6	11
15	Carrera 8 entre Calle 3	11

Fuente: Elaboración con base en el SIAT del Floridablanca

En el anexo A, se observan las características físicas y las posibles causas que originaron accidentes de cada uno de los puntos críticos.

Entre las hipótesis más comunes dictaminadas por el agente de tránsito de acuerdo con las versiones posteriores a los accidentes presentados en cada una de las intersecciones y las versiones de testigos e involucrados en cada accidente de tránsito se pueden encontrar;

- Adelantar cerrando
- No mantener la distancia de seguridad
- Desobedecer las señales de tránsito
- Reverso imprudente

En la figura 3 se muestra el mapa de accidentes con la localización de los puntos críticos del municipio de Floridablanca.

### 3.3. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Según la tabla de posibles causas de accidentalidad presentadas en el anexo A, para cada uno de los puntos críticos, se formularon las siguientes alternativas de solución:

- **Mejorar las condiciones del pavimento.**

Mejorar las condiciones del pavimento en cada una de las calzadas de las vías que se interceptan, así como en la zona de la intersección, a través del sello de fisuras, bacheos y de rehabilitación del pavimento en los sectores más críticos, con el fin de evitar la realización de maniobras bruscas por parte de los conductores.

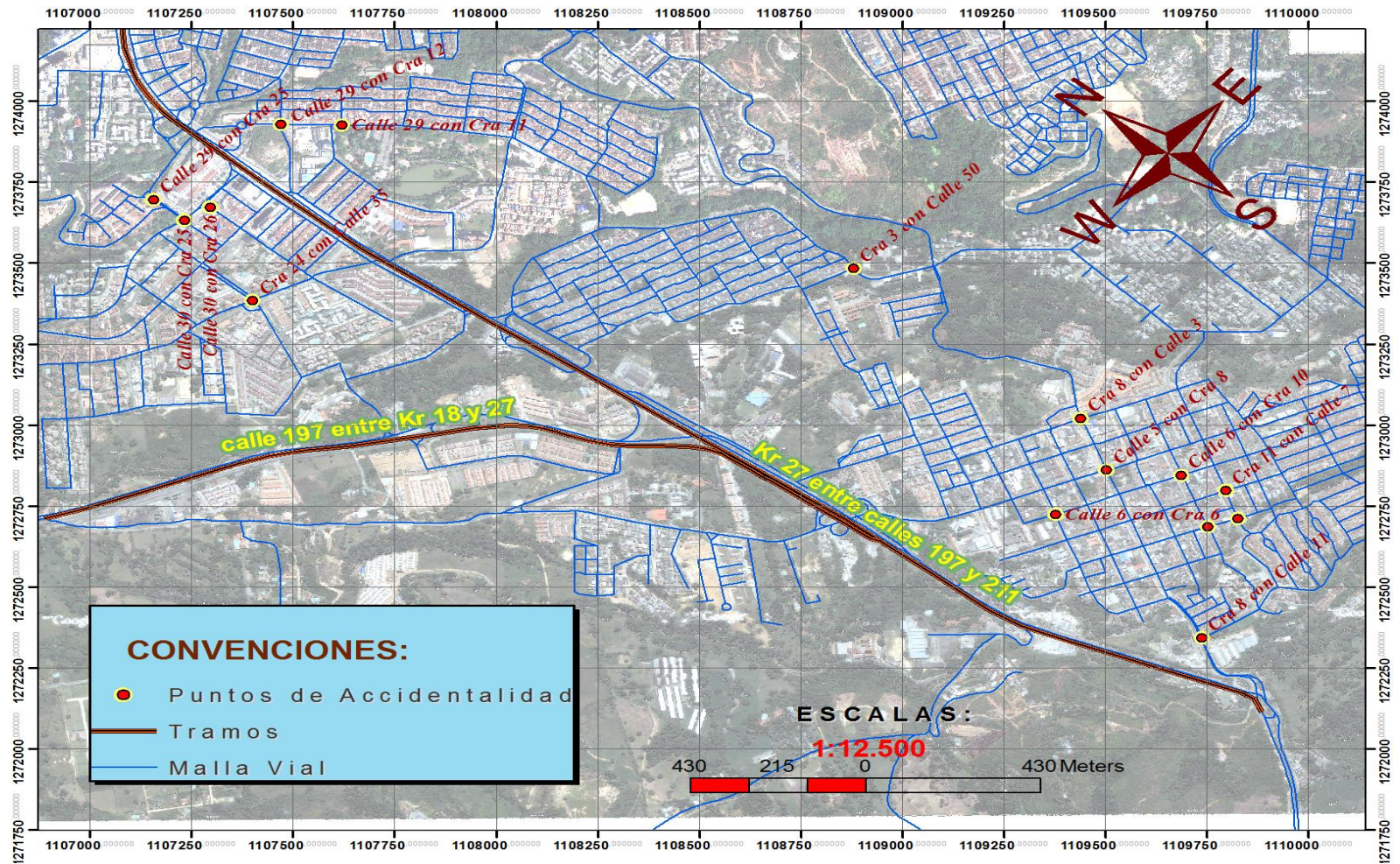
- **Realizar limpieza del derecho de vía.**

Mantener limpio y despejado de basura, piedras, residuos, pasto, maleza y demás vegetación que se encuentre en las zonas laterales de la calzada, que impidan la circulación segura del usuario de la vía y la visibilidad directa de la señalización horizontal.

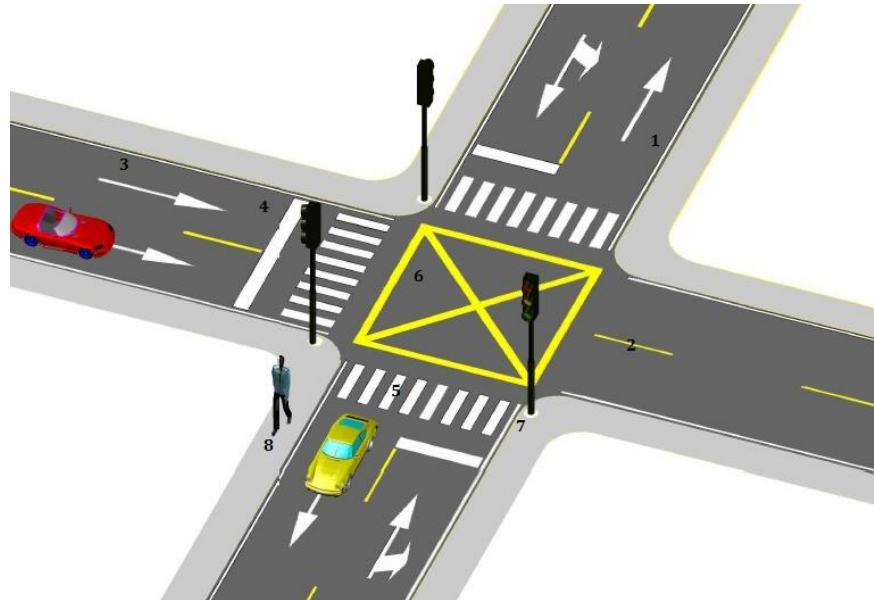
- **Mantenimiento de la señalización vial**

En el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte se establecen las especificaciones para el diseño, ubicación y aplicación de los dispositivos para la regulación del tránsito en carreteras, calles y ciclo rutas. En la figura 4 se presenta la demarcación vial para una intersección típica. [12]

**Figura 3. Mapa de puntos críticos de accidentalidad.**



**Figura 4. Demarcación típica de una Intersección. 1. Línea de Borde de Pavimento. 2. Línea de Carril Central. 3. Flechas. 4. Demarcación de línea de “pare”. 5. Demarcación de pasos peatonales. 6. Líneas antibloqueo 7. Señal de Transito Vertical. 8. Anden**



### 3.4. MODELACIÓN

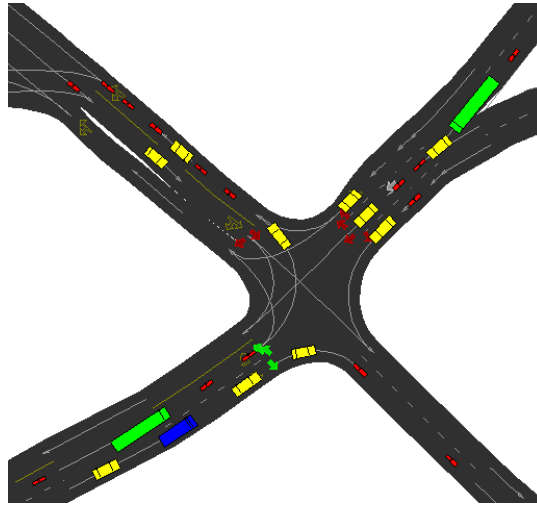
R.E. Shannon define simulación como el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos para el funcionamiento del sistema. [13]

El proceso de simulación permitió lograr una aproximación virtual a la realidad en donde se representa el comportamiento del flujo vehicular para la situación actual y la evaluación de la alternativa de solución, presentando escenarios de proyección de 5, 10 y 20 años, con los cuales se identificó la mejor respuesta de movilidad.

**3.4.1. Situación Actual.** Según Relación Puntos Críticos en el Área Urbana del Municipio de Floridablanca (Tabla 1), el 46% de la cantidad de accidentes de tránsito entre enero de 2009 y diciembre de 2013, se presentaron en las intersecciones, Calle 30 con Carrera 25, Calle 30 con Carrera 26 y Calle 29 entre carrera 25, con el fin de remediar los incipientes problemas de congestión y accidentalidad y mediante la herramienta TransModeler, se representó la infraestructura vial que se encuentra actualmente para este sector. De esta manera se construyó un modelo que permitiera simular la situación actual del tráfico. Esta herramienta permite representar de manera idónea la realidad ya que entre sus características se encuentran la configuración de atributos como lo son el número de calzadas y de carriles, los respectivos anchos, geometrías, accesos y giros permitidos.

**3.4.2. Representación de la Demanda.** Mediante el uso de las matrices origen-destino se realizó la asignación de viajes para los corredores principales del sector cañaveral. Los aforos vehiculares fueron suministrados por el Plan Maestro de Movilidad 2011-2030- Convenio Interadministrativo Universidad Industrial de Santander Área Metropolitana, grupo de investigación Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas, para un periodo comprendido entre las 11:45 y 12:45 horas, y de esta manera representar con fidelidad las necesidades de los habitantes del municipio para desplazarse.

**Figura 5. Representación de la situación actual en TransModeler.**



En el anexo B, se muestran los corredores seleccionados para obtener los niveles de servicio.

**3.4.3. Resultados.** La simulación permitió obtener los niveles de servicio percibidos por el conductor los cuales indican finalmente la comodidad o no que el usuario percibe de su entorno en su desplazamiento.

**Tabla 2. Niveles de Servicio en los Corredores para la situación actual.**

Nombre del Corredor	Sentido	Nivel de Servicio
Corredor sobre la Calle 30	Occidente - Oriente	F
Corredor sobre la Calle 30	Oriente -Norte	F
Corredor sobre la Carrera 25	Norte - Oriente	F
Corredor sobre la Calle 30	Occidente -Sur	F

Según el documento Capacidad y Niveles de servicio de infraestructura vial, Cerguera (2007, p 3) define 6 niveles de servicio, otorgándoles una letra desde la A hasta la F siendo el nivel de servicio (NS) A el que representa las mejores condiciones operativas y el NS F las peores.

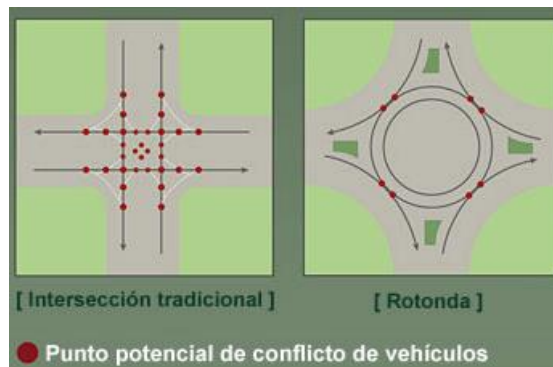
El nivel de servicio F, representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de transito que se acerca a un punto o calzada, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas,

donde la cantidad de la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables. [14]

**3.4.4. Alternativa de Solución.** Se formuló como alternativa de solución la construcción de una glorieta de tres carriles, localizada en la intersección Calle 30 con Carrera 25, esta intersección dispone de espacio, pero no el suficiente, presentándose un área de afectación a bienes inmuebles de carácter privado. Debido a su geometría y a su modo de funcionamiento la glorieta resuelve todos los movimientos posibles en una intersección, incluidos los cambios de sentido y la rectificación de errores, controlando la velocidad de los vehículos que la atraviesan.

Los puntos conflictivos son cruces de trayectorias que representan una posibilidad de accidente en las intersecciones, en una intersección tradicional en la que confluyen cuatro vías, el número de puntos conflictivos pasa de 32, mientras que en una glorieta presenta 8. [15]

**Figura 6. Puntos conflictivos de vehículos.**



Fuente: FHWA seguridad

**Figura 7. Alternativa de Solución.**



El diseño geométrico de la Glorieta se rigió por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (2008, p 185). [16]

**Tabla 3. Criterio de diseño Glorieta – Alternativa de solución**

DESCRIPCION		UNIDAD	MAGNITUD
Diámetro isleta central		m	46
Diámetro círculo inscrito		m	51
Relación W/L (Sección de Entrecruzamiento)			0,33
Ancho sección de entrecruzamiento (W)		m	10,5
Radio interior en los accesos	De entrada	m	30
	De salida	m	40
Angulo de Entrada			60°
Angulo de Salida			30°

Fuente: Tomada del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (2008, p 185).

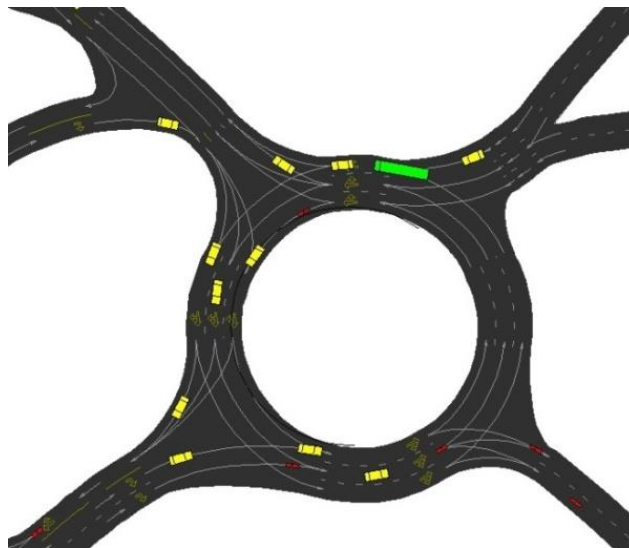
En la tabla 3, se muestra el diseño geométrico de la alternativa de solución a problemas de accidentalidad y en base a los datos se calcula la capacidad de la sección de entrecruzamiento,  $Q_p$ , propuesta por Wardrop:

$$Qp = \frac{160W(1 + e/w)}{1 + W/L}$$

$$Qp = 1684 \text{ Vehiculos/Hora}$$

**3.4.5. Situación Futura- Alternativa de solución.** Por medio de la herramienta TransModeler se realizó la modelación de la alternativa de solución, permitiendo representar de una manera adecuada el comportamiento del sistema vial a un plazo de 5, 10 y 20 años, la tasa de crecimiento se extrapolo para un escenario futuro, siendo una tasa anual para el municipio de Floridablanca del 2%.

**Figura 8. Representacion de la situacion futura en TransModeler.**



**Tabla 4. Resultados software TransModeler de Estadísticas de viajes para la situación actual y alternativa de solución con proyección de los escenarios a 0, 5, 10. 20 años**

ESCENARIO	VMT (TOTAL DE KMS RECORRIDOS /TOTAL DE VEHICULOS MALLA)	TIEMPO TOTAL DE PARADA	NUMERO TOTAL DE PARADA	TIEMPO TOTAL DE VIAJE	VELOCIDAD PROMEDIO
Situación Actual	1.535,17	1.0207,74	15.365	31.152,40	2,94
Glorieta	1.747,99	7.438,23	13.713	22.797,52	4,59
Situación Actual + 5 años	1.600,87	11.117,43	17.312	40.613,29	2,35
Glorieta + 5 años	1.830,97	8.708,09	15.462	31.180,33	3,51
Situación Actual + 10 años	1.651,41	11.957,85	16.714	49.842,87	1,98
Glorieta + 10 años	1.954,06	9.568,31	16.087	37.620,89	3,11
Situación Actual + 20 años	1.790,55	14.591,20	20.939	69.165,65	1,55
Glorieta + 20 años	2.090,50	12.047,01	17.996	52.021,32	2,40

El VTM se refiere al porcentaje de kilómetros recorridos por un tipo de vehículo, respecto al total recorrido por todo el parque automotor; la formula se puede resumir, como la multiplicación de la distancia recorrida promedio de un tipo de vehículo, por el número total de esos vehículos. De esta manera se tiene la distancia total recorrida por todos los vehículos de un cierto tipo, cuando este número se divide entre el total de las distancias recorridas, se tiene el porcentaje de ocupación. [17]

**Tabla 5. Porcentaje de Aumento o Disminución para la alternativa de solución según Estadísticas de Viaje.**

ESCENARIO	VMT (TOTAL DE KMS RECORRIDOS /TOTAL DE VEHICULOS MALLA)	TIEMPO TOTAL DE PARADA	NUMERO TOTAL DE PARADA	TIEMPO TOTAL DE VIAJE	VELOCIDAD PROMEDIO
Situación Actual	12%	-37%	-12%	-37%	36%
Glorieta					
Situación Actual + 5 años	13%	-28%	-12%	-30%	33%
Glorieta + 5 años					

Situación Actual + 10 años	15%	-25%	-4%	-32%	36%
Glorieta + 10 años					
Situación Actual + 20 años	14%	-21%	-16%	-33%	36%
Glorieta + 20 años					

La tabla 5 muestra, los porcentajes obtenidos basados en los resultados que arrojo del software TransModeler para la situación actual y la alternativa de solución con las proyecciones futuras a 5, 10 y 20 años, del modelo de simulación, en la cual se observa el aumento de la fracción de ocupación vial (VMT) y su velocidad promedio, con respecto al comportamiento de la Glorieta y la disminución de los tiempos de parada y viaje.

**Tabla 6. Resultados de Nivel de Servicio - Situación Futura**

CORREDOR	Escenario futuro (años)			
	0	5	10	20
Calle 30 Sentido W-E	D	D	D	D
Calle 30 Sentido E-N	C	C	C	D
Carrera 25 Sentido N-E	E	F	F	F
Calle 30 Sentido W-S	D	D	D	D

CORREDOR	NIVEL DE SERVICIO	CALIFICACION
Calle 30 Sentido W-E	D	6
Calle 30 Sentido E-N	C	7
Carrera 25 Sentido N-E	F	2
Calle 30 Sentido W-S	D	6

<b>CALIFICACION TOTAL</b>	<b>6</b>
---------------------------	----------

La calificación de los niveles de servicio (NS), es basado en datos obtenidos de los modelos de simulación asignándole una nota a cada nivel de servicio; NS A = 10; NS B = 8; NS C = 7; NS D = 6; NS E = 4; NS F = 2.

Según la tabla 5 de resultados del nivel de servicio para la alternativa de solución planteada, presenta un promedio de nivel de servicio D, el cual representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La calificación para la alternativa de solución es 6, la cual presenta una mejor respuesta de movilidad.

#### 4. CONCLUSIONES

- Algunos de los agentes de tránsito encargados de atender los siniestros, no diligencian todos los campos que contiene el informe policial de accidentes, lo que limita la información generada por el SIAT.
- Los reportes de accidentes con muertos que se encuentran en la base de datos de la Dirección de Tránsito y Transporte del municipio de Floridablanca, solo hacen referencia a los decesos instantáneos en la vía del accidente, motivo por el cual, para conocer la cifra exacta en relación al número de muertos por accidentes de tránsito debemos referirnos a las estadísticas de Medicina Legal, lo que hace de este estudio un proceso mucho más dispendioso.
- En la mayoría de los puntos críticos identificados, la infraestructura asignada para los peatones es deficiente, es decir, el diseño de las intersecciones se ha concebido exclusivamente para el vehículo ignorando totalmente al peatón, como es el caso del sector centro, el cual es el más antiguo del municipio de Floridablanca, en el cual se encuentran andenes de aproximadamente 60 cm de ancho, los cuales no cumple con el Manual de Accesibilidad del Ministerio de Transporte, en el que se contempla que para andenes y senderos peatonales la franja de circulación debe estar libre de cualquier obstáculo y tener un ancho mínimo de 1,20 metros.
- La simulación es una técnica que ha sido empleada extensamente para resolver problemas. Los modelos de simulación presentan la realidad virtual de un sistema, que nos ayudan a tomar decisiones sobre el mismo sistema o a diseñar nuevos sistemas. La herramienta TransModeler permitió de manera

satisfactoria obtener indicadores del comportamiento del tráfico, los cuales permitieron realizar la comparación de las Estadísticas de Viaje y Niveles de Servicio de cada uno de las proyecciones de los escenarios.

- La aplicación de esta investigación se estableció en los sectores donde la velocidad máxima permitida fuera de 30 km/hora, debido al proceso de formulación de la construcción del tercer carril de la Autopista Floridablanca de la Gobernación de Santander, como solución a la congestión vehicular, en la cual se presentan los más altos índices de accidentalidad.

## **5. RECOMENDACIONES**

La alternativa presentada para la intersección Calle 30 con Carrera 25, es una alternativa a largo plazo, genera un cambio grande a la situación actual, debido a la alta concentración de diversos establecimientos comerciales en el sector.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA

- [1] Boletín de Prensa- Forensis 2013. Recuperado de:<http://www.medicinalegal.gov.co/documents/10180/145695/presentacion+forensis2014.pdf/3b0aa016-1a19-4322-9cf3-a9b9fd985978>
- [2] Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020. Recuperado de: [http://www.who.int/roadsafety/decade\\_of\\_action/plan/spanish.pdf](http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/spanish.pdf)
- [3] Código Nacional de Transito-Disposiciones Generales- Principios- Definiciones- Accidente de Tránsito. Recuperado de: [http://www.medellin.gov.co/transito/archivos/codigo\\_nacional\\_transito.pdf](http://www.medellin.gov.co/transito/archivos/codigo_nacional_transito.pdf)
- [4] Metodología del Diseño- Metodología. Recuperado de: [http://www.academia.edu/2083881/Metodologia\\_del\\_Disenio](http://www.academia.edu/2083881/Metodologia_del_Disenio)
- [5] Estudio de los puntos críticos por accidentalidad en vías troncales de los departamentos de Cundinamarca, Tolima y Huila. Recuperado de: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/ingainv/article/viewFile/21579/22585>
- [6] Software SIAT para la gestión de información de siniestros de tránsito Colombia. Recuperado de: <http://www.iadb.org/es/temas/transporte/guia-bid-de-seguridad-vial/software-siat-para-la-gestion-de-informacion-de-siniestros-de-transito-colombia,4701.html>
- [7] Fondo de prevención vial - ¿Cómo proteger vidas?- Velocidad. Recuperado de: <http://www.fpv.org.co/proteccion/velocidad/9>

[8] Técnica de análisis de accidentes de tránsito: seguridad vial- Medición de la frecuencia de los accidentes de tránsito. Recuperado de:[http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/seguridad\\_vial.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/seguridad_vial.pdf)

[9] Referencia de empresa proveedora UAV eBee del grupo de investigación Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas. Recuperado de:<https://www.sensefly.com/home.html>

[10] TransModeler- Traffic Simulation Software. Recuperado de:<http://www.saip.com.co/admin/modules/transmodeler/view/files/pdf/TrasnModeler%20Brochure%20ES1345824505.pdf>

[11] Informe Anual de Accidentalidad 2010- Marco Conceptual -Definiciones y Nociones básicas para entender el problema. Recuperado de:[http://www.medellin.gov.co/transito/archivos/documentos-interes/informe\\_accidentalidad.pdf](http://www.medellin.gov.co/transito/archivos/documentos-interes/informe_accidentalidad.pdf)

[12] Ministerio de transporte (Colombia). Manual de señalización vial – Cap. 3 Señalización Horizontal. Recuperado de:<https://www.mintransporte.gov.co/documentos.php?id=3>

[13] SHANNON, Robert y JOHANNES, James D. Systems simulation: the art and science. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. 1976 p. 723-724.

[14] Capacidad y Niveles de Servicio de Infraestructura Vial – Conceptos – Niveles de Servicio. Recuperado de: <http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/48.pdf>

[15] Rotondas: Una elección más segura. Recuperado de: <http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/roundabouts/fhwasa08006/spanish/>

[16] Instituto Nacional de Vías. Manual de diseño Geométrico (p.185). Recuperado de: <http://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos-izq>

[17] Estimación de las emisiones de fuentes móviles utilizando el mobile 6 en Cali – Colombia – Fase I – Diagnostico del Parque Automotor. Recuperado de: [http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances-6/r6\\_art2.pdf](http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances-6/r6_art2.pdf)

## BIBLIOGRAFIA

Boletín de Prensa- Forensis 2013. Recuperado de:<http://www.medicinalegal.gov.co/documents/10180/145695/presentacion+forensis2014.pdf/3b0aa016-1a19-4322-9cf3-a9b9fd985978>

Capacidad y Niveles de Servicio de Infraestructura Vial – Conceptos – Niveles de Servicio. Recuperado de: <http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/48.pdf>

Código Nacional de Transito-Disposiciones Generales- Principios- Definiciones- Accidente de Tránsito. Recuperado de: [http://www.medellin.gov.co/transito/archivos/codigo\\_nacional\\_transito.pdf](http://www.medellin.gov.co/transito/archivos/codigo_nacional_transito.pdf)

Estimación de las emisiones de fuentes móviles utilizando el mobile 6 en Cali – Colombia – Fase I – Diagnostico del Parque Automotor. Recuperado de: [http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances-6/r6\\_art2.pdf](http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances-6/r6_art2.pdf)

Estudio de los puntos críticos por accidentalidad en vías troncales de los departamentos de Cundinamarca, Tolima y Huila. Recuperado de: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/ingainv/article/viewFile/21579/22585>

Fondo de prevención vial - ¿Cómo proteger vidas?- Velocidad. Recuperado de: <http://www.fpv.org.co/proteccion/velocidad/9>

Informe Anual de Accidentalidad 2010- Marco Conceptual -Definiciones y Nociones básicas para entender el problema. Recuperado de: [http://www.medellin.gov.co/transito/archivos/documentos-interes/informe\\_accidentalidad.pdf](http://www.medellin.gov.co/transito/archivos/documentos-interes/informe_accidentalidad.pdf)

Instituto Nacional de Vías. Manual de diseño Geométrico (p.185). Recuperado de:  
<http://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos-izq>

Metodología del Diseño- Metodología. Recuperado de:  
[http://www.academia.edu/2083881/Metodologia\\_del\\_Diseno](http://www.academia.edu/2083881/Metodologia_del_Diseno)

Ministerio de transporte (Colombia). Manual de señalización vial – Cap. 3  
Señalización Horizontal. Recuperado de:  
<https://www.mintransporte.gov.co/documentos.php?id=3>

Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020.  
Recuperado de: [http://www.who.int/roadsafety/decade\\_of\\_action/plan/spanish.pdf](http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/spanish.pdf)

Referencia de empresa proveedora UAV eBee del grupo de investigación  
Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas. Recuperado de:  
<https://www.sensefly.com/home.html>

Rotondas: Una elección más segura. Recuperado de:  
<http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/roundabouts/fhwasa08006/spanish/>

SHANNON, Robert y JOHANNES, James D. Systems simulation: the art and  
science. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. 1976 p. 723-724.

Software SIAT para la gestión de información de siniestros de tránsito Colombia.  
Recuperado de: <http://www.iadb.org/es/temas/transporte/guia-bid-de-seguridad-vial/software-siat-para-la-gestion-de-informacion-de-siniestros-de-transito-colombia,4701.html>

Técnica de análisis de accidentes de tránsito: seguridad vial- Medición de la frecuencia de los accidentes de tránsito. Recuperado de:[http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/seguridad\\_vial.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/seguridad_vial.pdf)

TransModeler- Traffic Simulation Software. Recuperado de:  
<http://www.saip.com.co/admin/modules/transmodeler/view/files/pdf/TrasnModeler%20Brochure%20ES1345824505.pdf>

## ANEXO

### Anexo A. Puntos Críticos de Accidentalidad del Municipio de Floridablanca

- **Calle 30 entre Carrera 25**

Durante los últimos 5 años, del total de 68 accidentes de tránsito presentados en esta intersección, el 81% de los accidentes (55) ocasionaron solo daños, el 19% son accidentes (13) con heridos y en ninguno de los accidentes se han registrado muertos, de los cuales el 90% accidentes presentados en esta intersección son del tipo choque, lo que deja ver la gran concurrencia por parte de los usuarios en este tipo de accidente.

El día lunes corresponde al día más crítico, ya que de los 68 accidentes de tránsito en esta intersección, 12 se presentaron este día, seguido por los días miércoles y sábado con 11 accidentes de tránsito registrados. Los días en que menos accidentes ocurrieron en esta intersección son martes y domingo con 8 accidentes de tránsito registrados según la recopilación de datos.

Registro fotográfico intersección Calle 30 con Carrera 25



## Problemas Identificados en la intersección Calle 30 con Carrera 25

<b>Posibles Causas de Accidentalidad</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Falla en el Pavimento: Tipo baches. La presencia de este tipo de fisuras indica que el espesor es insuficiente de la capa de rodadura asfáltica.</li><li>2. Falta de actividades limpieza, retiro de vegetación de la circulación peatonal.</li><li>3. Falta de Mantenimiento a la demarcación de las señales de tránsito horizontal; Línea Central, Línea de Borde de Pavimento, Línea cebreada para cruce de peatones, Línea de “pare”, Leyenda “PARE”, Flecha en el Pavimento y la ausencia de Línea de Antibloqueo.</li></ol>

Fuente: Elaboración Propia

- **Calle 30 entre Carrera 26**

Durante los últimos 5 años, del total de 65 accidentes de tránsito presentados en esta intersección, el 86% de los accidentes (56) ocasionaron solo daños, el 14% son accidentes (9) con heridos y en ninguno de los accidentes se han registrado muertos, de los cuales el 97% accidentes presentados en esta intersección son del tipo choque, lo que deja ver la gran concurrencia por parte de los usuarios en este tipo de accidente.

El día sábado corresponde al día más crítico, ya que de los 65 accidentes de tránsito en esta intersección, 16 se presentaron un este día, seguido por el día jueves con 12 accidentes de tránsito registrados. El día que menos accidentes ocurrieron en esta intersección es el día domingo con 4 accidentes de tránsito registrados según la recopilación de datos.

## Registro fotográfico intersección Calle 30 con Carrera 26



## Problemas Identificados en la intersección Calle 30 con Carrera 26

### Posibles Causas de Accidentalidad

1. Falla en el Pavimento: Tipo desgaste superficial.
2. Deficiencias en las condiciones de accesibilidad en el espacio público.
3. Falta de Mantenimiento a la demarcación de las Señales de Tránsito Horizontal; Línea Central, Línea de Borde de Pavimento, Línea de separación de entrada o salida.

Fuente: Elaboración Propia

### • Calle 29 entre Carrera 25

Durante los últimos 5 años, del total de 39 accidentes de tránsito presentados en esta intersección, el 90% de los accidentes (35) ocasionaron solo daños, el 10% son accidentes (4) con heridos y en ninguno de los accidentes se han registrado muertos, de los cuales el 92% accidentes presentados en esta intersección son del tipo choque, lo que deja ver la gran concurrencia por parte de los usuarios en este tipo de accidente.

Los días miércoles, jueves y viernes corresponden a los días en que más se presentaron accidentes, ya que de los 39 accidentes de tránsito en esta intersección, 8 accidentes se presentaron en cada uno estos días, seguido por el día lunes con 6 accidentes de tránsito registrados. El día que menos accidentes ocurrieron en esta intersección fue el día sábado con 1 accidente de tránsito registrado según la recopilación de datos.

Registro fotográfico intersección Calle 29 con Carrera 25



Problemas Identificados en la intersección Calle 29 con Carrera 25

<b>Posibles Causas de Accidentalidad</b>
<p><b>1.</b> Falla en el Pavimento: Tipo Baches. La presencia de este tipo de fisuras indica que el espesor es insuficiente de la capa de rodadura asfáltica.</p> <p><b>2.</b> Falta de Mantenimiento a la demarcación de las Señales de Tránsito Horizontal, Línea Central, Línea de Borde de Pavimento, Línea de “pare”, Leyenda “PARE”, Flecha en el Pavimento.</p>

Fuente: Elaboración Propia

• **Carrera 24 entre Calle 35**

Durante los últimos 5 años, del total de 33 accidentes de tránsito presentados en esta intersección, el 91% de los accidentes (30) ocasionaron solo daños, el 9%

son accidentes (3) con heridos y en ninguno de los accidentes se han registrado muertos, de los cuales el 97% accidentes presentados en esta intersección son del tipo choque, lo que deja ver la gran concurrencia por parte de los usuarios en este tipo de accidente.

Los días jueves y sábado corresponden a los días en que más se presentaron accidentes, ya que de los 30 accidentes de tránsito en esta intersección, 7 accidentes se presentaron en cada uno de estos días, seguido por el día viernes con 6 accidentes de tránsito registrados. El día que menos accidentes ocurrieron en esta intersección fue el día lunes con 1 accidente de tránsito registrado según la recopilación de datos.

Registro fotográfico intersección Carrera 24 con Calle 35



**Tabla 4.** Problemas Identificados en la intersección Carrera 24 con Calle 35

<b>Posibles Causas de Accidentalidad</b>
<p><b>1.</b> Falta de Mantenimiento a la demarcación de las Señales de Tránsito Horizontal, Línea Central, Línea de Borde de Pavimento, Línea cebreada para cruce de peatones, Línea de “pare”, Leyenda “PARE”, Flecha en el Pavimento y Línea de Antibloqueo.</p> <p><b>2.</b> No mantener distancia de Seguridad</p>

Fuente: Elaboración Propia

- **Carrera 3 entre Calle 50**

Durante los últimos 5 años, del total de 30 accidentes de tránsito presentados en esta intersección, el 63% de los accidentes (19) ocasionaron solo daños, el 37% son accidentes (11) con heridos y en ninguno de los accidentes se han registrado muertos, de los cuales el 93% accidentes presentados en esta intersección son del tipo choque, lo que deja ver la gran concurrencia por parte de los usuarios en este tipo de accidente.

Los días jueves y domingo corresponden a los días en que más se presentaron accidentes, ya que de los 30 accidentes de tránsito en esta intersección, 6 accidentes se presentaron en estos cada uno de estos días, seguido por los días viernes y sábado con 5 accidentes de tránsito registrados en cada uno de estos días. El día que menos accidentes ocurrieron en esta intersección fue el día miércoles con 1 accidente de tránsito registrado según la recopilación de datos.

Registro fotográfico intersección Carrera 3 con Calle 50



## Problemas Identificados en la intersección Carrera 3 con Calle 50

<b>Posibles Causas de Accidentalidad</b>
<p>1. Falta de Mantenimiento a la demarcación de las Señales de Tránsito Horizontal, Línea Central, Línea de Borde de Pavimento, Línea de “pare” , Leyenda “PARE”, Flecha en el Pavimento.</p> <p>2. Falta de Limpieza del derecho de vía</p>

Fuente: Elaboración Propia

### • Calle 29 entre Carrera 11

Durante los últimos 5 años, del total de 19 accidentes de tránsito presentados en esta intersección, el 84% de los accidentes (16) ocasionaron solo daños, el 16% son accidentes (3) con heridos y en ninguno de los accidentes se han registrado muertos, de los cuales el 84% accidentes presentados en esta intersección son del tipo choque, lo que deja ver la gran concurrencia por parte de los usuarios en este tipo de accidente.

El día miércoles corresponde al día más crítico, ya que de los 19 accidentes de tránsito en esta intersección, 5 se presentaron un día miércoles, seguido por los días martes y domingo con 3 accidentes de tránsito registrados. Los días en que menos accidentes ocurrieron en esta intersección son lunes, jueves, viernes y sábado con 2 accidentes de tránsito registrados en cada uno de estos días según la recopilación de datos.

**Registro fotográfico intersección Calle 29 con Carrera 11**



**Problemas Identificados en la intersección Calle 29 con Carrera 11**

<b>Posibles Causas de Accidentalidad</b>
<p><b>1.</b> El andén No Cumple con el ancho continuo mínimo de 1,20 m para su Franja de Circulación, la cual debe estar libre de cualquier obstáculo.</p> <p><b>2.</b> Falta de Mantenimiento a la demarcación de las Señales de Tránsito Horizontal, Línea Central, Línea de Borde de Pavimento, Línea de “pare” , Leyenda “PARE”, Flecha en el Pavimento.</p> <p><b>3.</b> Falla en la Estructura del Pavimento: Tipo Piel de Cocodrilo.</p>

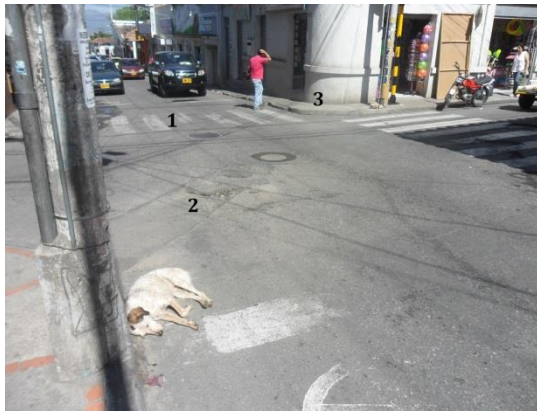
Fuente: Elaboración Propia

• **Calle 6 entre Carrera 10**

Durante los últimos 5 años, del total de 16 accidentes de tránsito presentados en esta intersección, el 50% de los accidentes (8) ocasionaron solo daños, el 50% son accidentes (8) con heridos y en ninguno de los accidentes se han registrado muertos, de los cuales el 87,5% accidentes presentados en esta intersección son del tipo choque, lo que deja ver la gran concurrencia por parte de los usuarios en este tipo de accidente.

El día lunes corresponde al día más crítico, ya que de los 16 accidentes de tránsito en esta intersección, 4 se presentaron un día lunes, seguido por los días martes y miércoles con 3 accidentes de tránsito registrados en cada uno de estos días. El día en que menos accidentes ocurrieron en esta intersección fue el día sábado con ningún registro de accidentes de tránsito para este día según la recopilación de datos

Registro fotográfico intersección Carrera 6 con Calle 10



Problemas Identificados en la intersección Calle 6 con Carrera 10

<b>Posibles Causas de Accidentalidad</b>
<p><b>1.</b> Falta de Mantenimiento a la demarcación de las Señales de Tránsito Horizontal, Línea Central, Línea de Borde de Pavimento, Línea de “pare” , Leyenda “PARE”, Flecha en el Pavimento.</p>
<p><b>2.</b> Falla en la Estructura del Pavimento: Tipo Fisuras y Grietas en Bloque, la presencia de este tipo de fisuras indica que el asfalto se ha endurecido.</p>
<p><b>3.</b> El andén No Cumple con el ancho continuo mínimo de 1,20 m para su Franja de Circulación, la cual debe estar libre de cualquier obstáculo.</p>

Fuente: Elaboración Propia

- **Carrera 11 entre Calle 7**

Durante los últimos 5 años, del total de 15 accidentes de tránsito presentados en esta intersección, el 73% de los accidentes (11) ocasionaron solo daños, el 27% son accidentes (4) con heridos y en ninguno de los accidentes se han registrado muertos, de los cuales el 100% accidentes presentados en esta intersección son del tipo choque, lo que deja ver la gran concurrencia por parte de los usuarios en este tipo de accidente.

El día domingo corresponde al día más crítico, ya que de los 16 accidentes de tránsito en esta intersección, 5 se presentaron un día domingo, seguido por el día martes con 3 accidentes de tránsito registrados. El día en que menos accidentes ocurrieron en esta intersección fue el día miércoles con ningún registro de accidentes de tránsito para este día según la recopilación de datos

Registro fotográfico intersección Carrera 11 con Calle 7



Problemas Identificados en la intersección Carrera 11 con Calle 7

<b>Posibles Causas de Accidentalidad</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falla en el Pavimento: Tipo Piel de Cocodrilo, Baches. La presencia de este tipo de fisuras indica que el espesor es insuficiente de la capa de rodadura asfáltica.</li> <li>2. El andén No Cumple con el ancho continuo mínimo de 1,20 m para su Franja de Circulación, la cual debe estar libre de cualquier obstáculo.</li> <li>3. Falta de Mantenimiento a la demarcación de las Señales de Tránsito Horizontal, Línea Central, Línea de Borde de Pavimento, Línea de “pare” , Leyenda “PARE”, Flecha en el Pavimento.</li> <li>4. Deficiencias en las condiciones de accesibilidad de los elementos destinados a la circulación de Peatones.</li> </ol>

Fuente: Elaboración Propia

• **Calle 29 entre Carrera 12**

Durante los últimos 5 años, del total de 14 accidentes de tránsito presentados en esta intersección, el 86% de los accidentes (12) ocasionaron solo daños, el 14% son accidentes (2) con heridos y en ninguno de los accidentes se han registrado muertos, de los cuales el 93% accidentes presentados en esta intersección son del tipo choque, lo que deja ver la gran concurrencia por parte de los usuarios en este tipo de accidente.

El día jueves corresponde al día más crítico, ya que de los 14 accidentes de tránsito en esta intersección, 5 se presentaron un día jueves, seguido por el día sábado con 4 accidentes de tránsito registrados. El día en que menos accidentes ocurrieron en esta intersección fue el día viernes con ningún registro de accidentes de tránsito para este día según la recopilación de datos.

Registro fotográfico intersección Calle 29 con Carrera 12



Problemas Identificados en la intersección Calle 29 con Carrera 12

<b>Posibles Causas de Accidentalidad</b>
<p><b>1.</b> Falta de Mantenimiento a la demarcación de las Señales de Tránsito Horizontal, Línea Central, Línea de Borde de Pavimento, Línea cebreada para cruce de peatones, Línea de “pare”, Leyenda “PARE”, Flecha en el Pavimento y la ausencia de Línea de Antibloqueo.</p> <p><b>2.</b> El andén No Cumple con el ancho continuo mínimo de 1,20 m para su Franja de Circulación, la cual debe estar libre de cualquier obstáculo.</p> <p><b>3.</b> Falla en el Pavimento: Tipo Piel de Cocodrilo.</p>

Fuente: Elaboración Propia

• **Carrera 11 entre Calle 8**

Durante los últimos 5 años, del total de 13 accidentes de tránsito presentados en esta intersección, el 86% de los accidentes (12) ocasionaron solo daños, el 14% son accidentes (2) con heridos y en ninguno de los accidentes se han registrado muertos, de los cuales el 93% accidentes presentados en esta intersección son del tipo choque, lo que deja ver la gran concurrencia por parte de los usuarios en este tipo de accidente.

Los días lunes martes y viernes corresponde al día más crítico, ya que de los 13 accidentes de tránsito en esta intersección, 3 se presentaron en cada uno de estos días, seguido por el día domingo con 2 accidentes de tránsito registrados. El día en que menos accidentes ocurrieron en esta intersección fue el día miércoles con ningún registro de accidentes de tránsito para este día según la recopilación de datos.

**Registro fotográfico intersección Carrera 11 con Calle 8**



**Problemas Identificados en la intersección Carrera 11 con Calle 8**

<b>Posibles Causas de Accidentalidad</b>
<p><b>1.</b> Falla en el Pavimento: Tipo Piel de Cocodrilo, Baches. La presencia de este tipo de fisuras indica que el espesor es insuficiente de la capa de rodadura asfáltica.</p> <p><b>2.</b> El andén No Cumple con el ancho continuo mínimo de 1,20 m para su Franja de Circulación, la cual debe estar libre de cualquier obstáculo.</p> <p><b>3.</b> Falta de Mantenimiento a la demarcación de las Señales de Tránsito Horizontal, Línea Central, Línea de Borde de Pavimento, Línea de “pare” , Leyenda “PARE”, Flecha en el Pavimento.</p>

Fuente: Elaboración Propia

- **Calle 8 entre Carrera 10**

Durante los últimos 5 años, del total de 13 accidentes de tránsito presentados en esta intersección, el 61,5% de los accidentes (8) ocasionaron solo daños, el 38,5% son accidentes (5) con heridos y en ninguno de los accidentes se han registrado muertos, de los cuales el 92% accidentes presentados en esta intersección son del tipo choque, lo que deja ver la gran concurrencia por parte de los usuarios en este tipo de accidente.

Los días martes jueves y viernes corresponde al día más crítico, ya que de los 13 accidentes de tránsito en esta intersección, 3 se presentaron en cada uno de estos días, seguido por los días miércoles y domingo con 2 accidentes de tránsito registrados. Los días en que menos accidentes ocurrieron en esta intersección fue el día lunes y sábado con ningún registro de accidentes de tránsito para este día según la recopilación de datos.

Registro fotográfico intersección Calle 8 con Carrera 10



## Problemas Identificados en la intersección Calle 8 con Carrera 10

<b>Posibles Causas de Accidentalidad</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausencia de Señales Horizontales como Línea Central, Línea de Borde de Pavimento. Mantenimiento a la demarcación de Línea de “pare”, Leyenda “PARE” y Flecha en el Pavimento.</li> <li>2. Elemento que obstaculiza la circulación de Peatones y Vehículos.</li> <li>3. Falla en la Estructura del Pavimento: Tipo Fisuras y Grietas en Bloque, la presencia de este tipo de fisuras indica que el asfalto se ha endurecido.</li> <li>4. El andén No Cumple con el ancho continuo mínimo de 1,20 m para su Franja de Circulación, la cual debe estar libre de cualquier obstáculo.</li> </ol>

Fuente: Elaboración Propia

- **Carrera 8 entre Calle 11**

Durante los últimos 5 años, del total de 12 accidentes de tránsito presentados en esta intersección, el 50% de los accidentes (6) ocasionaron solo daños, el 50% son accidentes (6) con heridos y en ninguno de los accidentes se han registrado muertos, de los cuales el 83% accidentes presentados en esta intersección son del tipo choque, lo que deja ver la gran concurrencia por parte de los usuarios en este tipo de accidente.

Los días jueves y viernes corresponde al día más crítico, ya que de los 12 accidentes de tránsito en esta intersección, 3 se presentaron en cada uno de estos días, seguido por los días martes y sábado con 2 accidentes de tránsito registrados. El día en que menos accidentes ocurrieron en esta intersección fue el día lunes con ningún registro de accidentes de tránsito para este día según la recopilación de datos.

**Registro fotográfico intersección Carrera 8 con Calle 11**



**Problemas Identificados en la intersección Carrera 8 con Calle 11**

<b>Posibles Causas de Accidentalidad</b>
<p><b>1.</b> Falla en la Estructura del Pavimento: Tipo Fisura Longitudinal y Transversal, la presencia de este tipo de fisuras indica fatiga de la estructura.</p> <p><b>2.</b> Falta de actividades limpieza, retiro de vegetación del Separador.</p> <p><b>3.</b> El andén No Cumple con el ancho continuo mínimo de 1,20 m para su Franja de Circulación, la cual debe estar libre de cualquier obstáculo.</p> <p><b>4.</b> Mantenimiento a la demarcación de las Señales de Tránsito Horizontal, Línea Central, Línea de Borde de Pavimento, Línea cebreada para cruce de peatones, Línea de “pare”, Leyenda “PARE”, Flecha en el Pavimento.</p>

Fuente: Elaboración Propia

**• Calle 5 entre Carrera 8**

Durante los últimos 5 años, del total de 12 accidentes de tránsito presentados en esta intersección, el 83% de los accidentes (10) ocasionaron solo daños, el 17% son accidentes (2) con heridos y en ninguno de los accidentes se han registrado muertos, de los cuales el 100% accidentes presentados en esta intersección son

del tipo choque, lo que deja ver la gran concurrencia por parte de los usuarios en este tipo de accidente.

El día jueves corresponde al día más crítico, ya que de los 12 accidentes de tránsito en esta intersección, 4 se presentaron el día jueves, seguido por el día lunes con 3 accidentes de tránsito registrados. El día en que menos accidentes ocurrieron en esta intersección fue el día domingo con ningún registro de accidentes de tránsito para este día según la recopilación de datos.

**Figura 13.** Registro fotográfico intersección Calle 5 con Carrera 8



Problemas Identificados en la intersección Calle 5 con Carrera 8

<b>Posibles Causas de Accidentalidad</b>
1. Falla en la Estructura del Pavimento: Tipo Piel de Cocodrilo.
2. Falta de Mantenimiento a la demarcación de las Señales de Tránsito Horizontal, Línea Central, Línea de Borde de Pavimento, Línea de “pare” , Leyenda “PARE”, Flecha en el Pavimento.
3. El andén No Cumple con el ancho continuo mínimo de 1,20 m para su Franja de Circulación, la cual debe estar libre de cualquier obstáculo.

Fuente: Elaboración Propia

- **Calle 6 entre Carrera 6**

Durante los últimos 5 años, del total de 11 accidentes de tránsito presentados en esta intersección, el 82% de los accidentes (9) ocasionaron solo daños, el 18% son accidentes (2) con heridos y en ninguno de los accidentes se han registrado muertos, de los cuales el 82% accidentes presentados en esta intersección son del tipo choque, lo que deja ver la gran concurrencia por parte de los usuarios en este tipo de accidente.

Los días lunes y martes corresponde al día más crítico, ya que de los 11 accidentes de tránsito en esta intersección, 3 se presentaron en cada uno de estos días, seguido por los días miércoles y sábado con 2 accidentes de tránsito registrados en cada uno de estos días. Los días en que menos accidentes ocurrieron en esta intersección fueron los días viernes y domingo con ningún registro de accidentes de tránsito para este día según la recopilación de datos.

Registro fotográfico intersección Carrera 6 con Calle 6



Problemas Identificados en la intersección Carrera 6 con Calle 6.

<b>Posibles Causas de Accidentalidad</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elemento que obstaculiza la circulación de Peatones y Vehículos.</li> <li>2. La señal vertical SR-01(PARE) No Cumple con la distancia medida desde su extremo más sobresaliente hasta el borde del andén no menor de 0,30 m.</li> <li>3. El andén No Cumple con el ancho continuo mínimo de 1,20 m para su Franja de Circulación, la cual debe estar libre de cualquier obstáculo.</li> <li>4. Ausencia de Señales Horizontales como Línea Central, Línea de Borde de Pavimento. Mantenimiento a la demarcación de Línea de “pare”, Leyenda “PARE” y Flecha en el Pavimento.</li> <li>5. Falla en la Estructura del Pavimento: Tipo Fisuras y Grietas en Bloque, la presencia de este tipo de fisuras indica que el asfalto se ha endurecido.</li> </ol>

Fuente: Elaboración Propia

- **Carrera 8 entre Calle 3**

Durante los últimos 5 años, del total de 11 accidentes de tránsito presentados en esta intersección, el 82% de los accidentes (9) ocasionaron solo daños, el 18% son accidentes (2) con heridos y en ninguno de los accidentes se han registrado muertos, de los cuales el 91% accidentes presentados en esta intersección son del tipo choque, lo que deja ver la gran concurrencia por parte de los usuarios en este tipo de accidente.

Los días martes y viernes corresponde al día más crítico, ya que de los 11 accidentes de tránsito en esta intersección, 3 se presentaron en cada uno de estos días, seguido por los días miércoles y sábado con 2 accidentes de tránsito registrados en cada uno de estos días. Los días en que menos accidentes ocurrieron en esta intersección fueron los días lunes y jueves con ningún registro de accidentes de tránsito para este día según la recopilación de datos.

Registro fotográfico intersección Carrera 8 con Calle 3

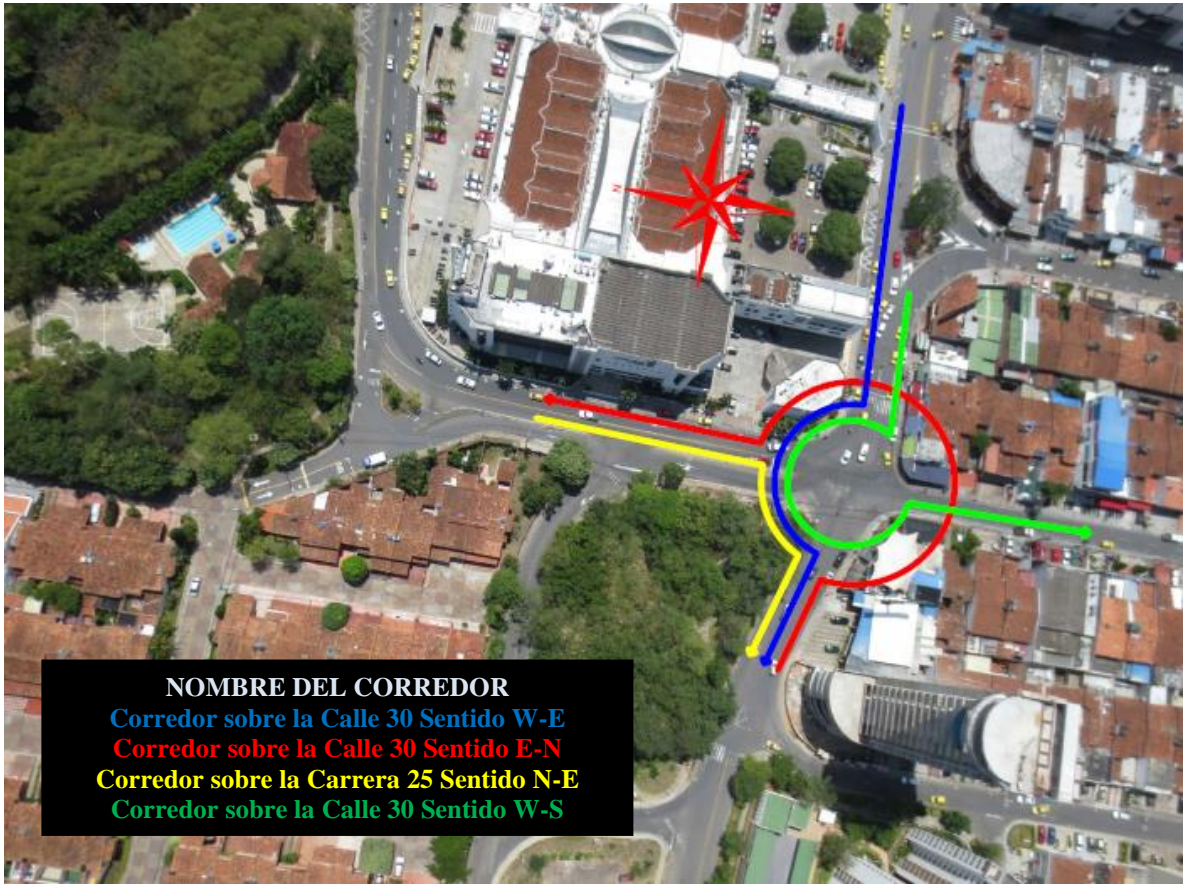


Problemas Identificados en la intersección Carrera 8 con Calle 3.

<b>Posibles Causas de Accidentalidad</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deficiencias en las condiciones de accesibilidad de los elementos destinados a la circulación de Peatones.</li> <li>2. Falta de Mantenimiento a la demarcación de las Señales de Tránsito Horizontal, Línea Central, Línea de Borde de Pavimento, Línea cebreada para cruce de peatones, Línea de “pare” , Leyenda “PARE”, Flecha en el Pavimento y la ausencia de Línea de Antibloqueo</li> <li>3. El andén No Cumple con el ancho continuo mínimo de 1,20 m para su Franja de Circulación, la cual debe estar libre de cualquier obstáculo.</li> <li>4. Falla en la Estructura del Pavimento: Tipo Descascaramiento, la presencia de este tipo de fisuras indica que el espesor es insuficiente de la capa de rodadura asfáltica.</li> </ol>

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo B. Corredores



**Anexo C. Resultados Visita Técnica Equipo UAV eBee**



*Registro fotográfico Calle 29 con Carrera 11*



*Registro fotográfico Calle 29 con Carrera 25*



*Registro fotográfico Calle 29 con Carrera 12*



*Registro fotográfico Calle 30 con Carrera 26*



*Registro fotográfico Calle 30 con carrera 25*



*Registro fotográfico Carrera 3 con calle 50*