



Una formación de calidad  
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias  
15 al 18 de Septiembre de 2015

# GENERACIÓN DE UN CARRIL EXCLUSIVO PARA MOTOCICLETAS EN LA LOCALIDAD DE SANTA FE (BOGOTÁ D.C.)

Cynthia Vanessa Ramírez Vargas, Nancy Cifuentes Ospina, Laura Milena Cala  
Cristancho

Universidad La Gran Colombia  
Bogotá, Colombia

## Resumen

El incremento del parque automotor de las motocicletas en las ciudades especialmente en la ciudad de Bogotá, contribuye a aumentar el índice de accidentalidad según estudios realizados por Secretaría de Movilidad, es por esto que la preocupación de los entes de salud y movilidad requiere dar soluciones a este problemática.

Dado que las motocicletas son los principales actores que causan la accidentalidad vial en la ciudad de Bogotá, es necesario estudiar posibles medidas que permitan prevenir y disminuir la accidentalidad vial producida por las mismas y consecuentemente mejorar la movilidad en la ciudad. Por tal razón, se desarrolló una estrategia de implementación de carriles exclusivos para motocicletas en la ciudad de Bogotá D.C., tomando como referencia la Avenida Ciudad de Lima (Avenida Calle 19) en el tramo comprendido entre la Carrera 10 y la Carrera 3 en la localidad de Santa Fe. Esta medida permite generar disminución en los tiempos de viaje y aumento de la seguridad vial minimizando la accidentalidad.

El enfoque de la investigación es cuantitativo y el tipo de investigación a trabajar es descriptiva, esta se desarrolló en tres fases las cuales dan respuesta a los objetivos planteados. Se puede considerar que los factores importantes para la generación de un carril exclusivo para motocicletas es la consideración de los volúmenes de tránsito, la geometría de la vía y el sentido de la misma. De acuerdo con los volúmenes vehiculares y a las características de la vía se logró que el diseño geométrico del carril exclusivo para motocicletas sea de tipo Motovía o Motopista.

**Palabras clave:** seguridad vial; accidentalidad vial; carril exclusivo para motocicletas

## Abstract

*The increase of the self-propelled park of the motorcycles in the cities specially in the city of Bogota, it helps to increase the index of accidentalidad according to studies realized by Secretariat of Mobility, is for this that the worry of the entities of health and mobility is needed by them solutions give this one problematics.*

*Provided that the motorcycles are the principal actors who cause the road accidentalidad in the city of Bogota, it is necessary to study possible measures that allow to anticipate and to diminish the road accidentalidad produced by the same ones and consistently to improve the mobility in the city. For such a reason, there developed a strategy of implementation of exclusive rails for motorcycles in the city of Bogota D.C., taking as reference Avenida Ciudad de Lima (Avenue Calle 19) in the section understood between the Career 10 and the Career 3 in the locality of Santa Fe. This measure allows to generate decrease in the times of trip and increase of the road safety minimizing the accidentalidad.*

*The approach of the investigation is quantitative and the type of investigation to working is descriptive, this one developed in three phases which give response to the raised aims. It is possible to think that the important factors for the generation of an exclusive rail for motorcycles it is the consideration of the volumes of traffic, the geometry of the route and the sense of the same one. In agreement with the traffic volumes and to the characteristics of the route it achieved that the geometric design of the exclusive rail for motorcycles is of type Motovía or Motopista.*

**Keywords:** road safety; road accidents; exclusive rail for motorcycles

## 1. Introducción

De acuerdo al Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses (2012), la accidentalidad vial es una de las principales causas de muerte en Colombia, donde la motocicleta es el vehículo más involucrado en estos accidentes (65,2 %, excluyendo los casos sin información) y por ende el que más víctimas produce. En los accidentes producidos en el 2012 en la ciudad de Bogotá D.C., se puede evidenciar que el 44% de los fallecidos viajaron en motocicleta. El 35% de los peatones muertos fueron arrollados por motocicletas, según reportes de la Corporación Fondo de Prevención Vial (2013). Por otra parte, en el 2013 se presentaron 6.219 muertes y 41.823 víctimas no fatales en accidentes viales en Colombia, siendo los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Bogotá los de mayor número de accidentes fatales con 954, 754 y 534 respectivamente y Antioquia, Bogotá y Valle del Cauca con accidentes sin muertes con 5.902, 4.908 y 4.089 respectivamente (Instituto de Medicina Legal y Forense, 2013). Asimismo se ha calculado que el riesgo de morir en accidente de tránsito es al menos 18 veces mayor para un conductor de motocicleta que para un conductor de automóvil (Banco de desarrollo de América Latina, 2013), esto se debe a que la protección del motociclista es nula puesto que su cuerpo hace parte del mismo vehículo.

De lo anterior, es necesario plantear medidas para mitigar esta tasa de accidentalidad, sin dejar de lado que el parque automotor de las motocicletas va a seguir aumentando conforme pase el tiempo. Según estudios realizados por el Servicios Integrales para la Movilidad (SIM) hasta el mes de abril del 2014 las motocicletas equivalen a un 20,56% del total de vehículos en la ciudad de Bogotá D.C., de los cuales el 20,28% son motocicletas particulares y el resto son motocicletas oficiales. Esto plantea que cada vez las vías están más llenas y por lo tanto más congestionadas presentando mayores riesgos de accidentes.

El estudio desarrollado se encuentra enfocado en el área de investigación de Vías y Transporte de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad La Gran Colombia, bajo la línea de investigación "*Vías y transportes para el desarrollo de la infraestructura física regional sostenible, la competitividad y el desarrollo económico y social: VITRA-UGC*"; que se encuentra encaminada a la temática de estudio en seguridad vial y a la planeación urbana y rural.

El objetivo de la investigación fue analizar la generación de un carril exclusivo para motocicletas en la Avenida Ciudad de Lima (Avenida Calle 19) en el tramo comprendido entre la Carrera 10 y la Carrera 3, localidad de Santa Fe (Bogotá D.C.), en el que se realizó la caracterización y análisis de la situación actual en dicho tramo. En este estudio se consideran aspectos como accidentalidad vial producida por el parque automotor de las motocicletas, infraestructura del tramo, características geométricas, volúmenes de tránsito que se presentan en diferentes horas en este tramo.

Esta investigación tiene como fin proponer el primer carril exclusivo para motocicletas a implementarse en la ciudad de Bogotá y presentarlo ante la Secretaría de Movilidad para que realice los estudios correspondientes de la posible implementación.

A continuación se presentarán algunos antecedentes empleados para el desarrollo de la investigación, el procedimiento llevado a cabo, los resultados, análisis y conclusiones correspondientes.

## **2. Antecedentes**

El país pionero en la implementación de carriles exclusivos para motocicletas es Malasia, el cual instauró un carril de este tipo en la década de los setentas en el siglo pasado. Una evaluación realizada en esta ciudad en la autopista conocida como *Federal Highway Route 2*, que tiene un carril exclusivo para motocicletas, indicó que tras la construcción de este carril, los accidentes se habían reducido en un 39% (Organización Mundial de la Salud, 2010). Esto demuestra que este tipo de carriles implementados en Malasia, reducen de forma eficaz los accidentes viales producidos por las mismas ya que permiten instaurar un entorno de conducción más seguro para los usuarios de la vía.

Otro caso de estudio realizado en la generación de un carril exclusivo para motocicletas es el de la ciudad de Taiwán, el cual fue implementado en 1992 y se encuentra situado en el centro de la ciudad de Taipéi. Esta medida se tomó dado que Taiwán es el país con la mayor propiedad de motocicletas con 523 motos por cada 1.000 personas. Para el año 2001 Taiwán tenía 1.726 motocicletas por hogar en comparación con 0.843 automóviles, esto concluye que una casa posee más de una motocicleta y un automóvil al mismo tiempo (Guevara y Jiménez, 2013).

A nivel nacional, el Fondo de Prevención Vial (2008) presentó el Estudio análisis de alternativas y diseño funcional de una motovía en la ciudad de Cali, el cual surge del crecimiento acelerado que se presenta en el parque automotor de las motocicletas y la accidentalidad vial a causa de ellas en la ciudad de Cali. Este estudio buscó mitigar la accidentalidad a partir de la segregación del parque automotor utilizando distintos dispositivos de control del tránsito como demarcación, semáforos y señalización.

En la ciudad de Medellín, en el año 2008 se realizó una prueba piloto para la implementación de un carril exclusivo para motocicletas. Los resultados en esta prueba no fueron los esperados puesto que arrojaron resultados negativos para su implementación, ya que la geometría de la vía era muy variable y no daban soluciones a los puntos de conflicto; esto hace que se generen altos costos de implementación (Secretaría de Transportes y Tránsito de Medellín, 2008).

### 3. Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo. La población trabajada fue la Avenida Ciudad de Lima (Avenida Calle 19) en el tramo comprendido entre la Carrera 10 y la Carrera 3, localidad de Santa Fe (Bogotá D.C.) y la muestra fueron los usuarios de la vía, principalmente los motociclistas.

La investigación se desarrolló en tres fases:

En primer lugar se realizó el análisis de los datos de accidentalidad en la ciudad de Bogotá D.C., suministrados por la Secretaría Distrital de Movilidad sobre el registro de la accidentalidad en la ciudad de Bogotá, para identificar la zona de estudio para el trazado del carril con base en los resultados anteriores.

En segundo lugar, se definieron los parámetros para el trazado de un carril exclusivo para motocicletas. Se realizó una inspección de campo para verificar el estado actual del tramo. Se realizaron aforos vehiculares en las intersecciones de la Avenida Calle 19 por Carrera 9, Avenida Calle 19 por Carrera 8, Avenida Calle 19 por Carrera 5 y la Avenida Calle 19 por Carrera 4, con el fin de determinar el nivel de servicio actual de la vía y verificar la cantidad de motocicletas que transitan por la zona. Los aforos se realizaron los días 7, 8, 9 y 10 de Abril del año 2015 en periodos de dos horas diarias en diferentes horas del día especificadas a continuación:

- 7 de abril del 2015 entre las 11:00 am y la 1:00pm.

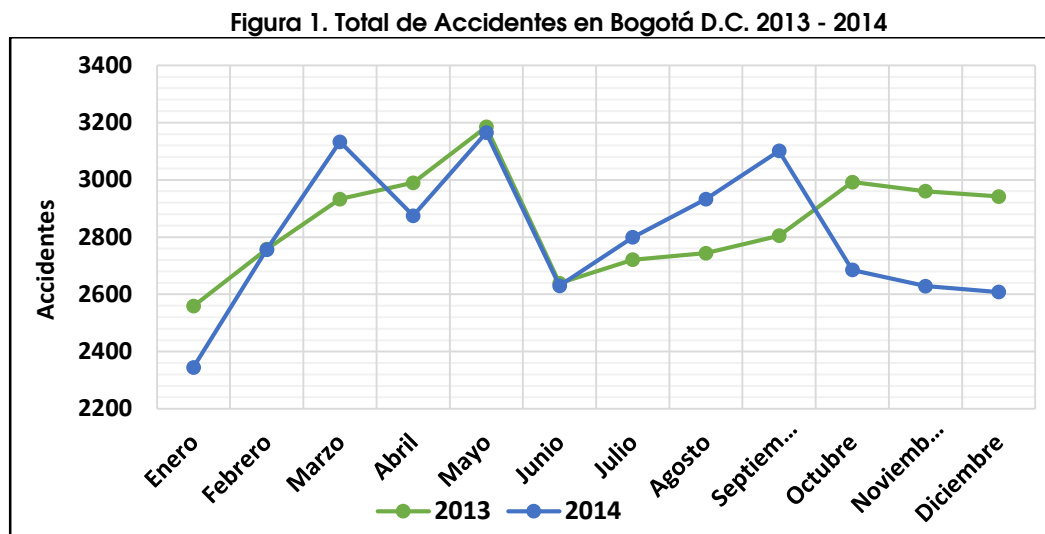
- 8 de abril del 2015 entre las 10:00 am y las 12:00m.
- 9 de abril del 2015 entre las 9:15 am y las 11:15am.
- 10 de abril del 2015 entre las 2:00 pm y las 4:00pm.

Finalmente se verificó la geometría de la vía en el tramo de estudio, donde se diseñó el carril exclusivo para motocicletas y se presentaron los puntos de conflicto en el tramo de estudio.

#### 4. Resultados

##### 4.1. Análisis de accidentalidad en la ciudad de Bogotá D.C.

De acuerdo a la información suministrada por la Secretaria de Movilidad, del total de accidentes viales producidos en los años 2013 y 2014, se realizó una comparación entre los años de análisis en cuanto a indicadores y cifras de accidentalidad en la ciudad de Bogotá D.C. presentado en la Figura 1. Se puede evidenciar que a nivel general la cantidad de accidentes a lo largo del año 2014 disminuyó un 1.7% a comparación del año 2013.



Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, se evidencia que en los meses de marzo, julio, agosto y septiembre del año 2014 la accidentalidad aumentó con respecto a los mismos meses del año 2013. En los dos años de análisis, mayo presenta la mayor accidentalidad en la ciudad, correspondiente a 3185 en el 2013 y 3165 en el 2014. A nivel general se percibe un ambiente favorable para la seguridad vial en la ciudad de Bogotá D.C., puesto que comparando los dos años analizados ha disminuido la cantidad de accidentes, no obstante es necesario seguir tomando medidas para reducir los mismos.

De la información suministrada por la Secretaría Distrital de Movilidad se analizó el mapa de calor de densidad de motocicletas en Bogotá 2014, el cual contiene la representación de la densidad de motocicletas por kilómetro cuadrado presentes en Bogotá D.C., se identificó que en la localidad de Candelaria se presenta una mayor

cantidad de motocicletas con un área entre 1901 y 2300 km<sup>2</sup>, seguida de la localidad de Santa Fe con un área entre 1001 y 1900 km<sup>2</sup>.



Asimismo se analizó el mapa de calor de accidentalidad causada por motocicletas, el cual contiene la representación de accidentes ocurridos por densidad de incidentes en los que se involucran motocicletas en la ciudad de Bogotá D.C., durante los años 2012, 2013 y 2014. De este mapa se identificó que la localidad de Santa Fe, es una de las zonas que presenta mayor accidentalidad por motocicletas, representado por un área entre 161 y 200 km<sup>2</sup>.

De acuerdo a lo anterior se seleccionó la localidad de Santa Fe para el estudio de la generación del carril exclusivo para motocicletas, puesto que allí se presenta una gran cantidad de motocicletas y ocurren la mayor cantidad de accidentes que involucran a las mismas.

#### 4.2. Accidentalidad en la localidad de Santa Fe

En la localidad de Santa Fe se presentaron 1032 accidentes de tránsito a lo largo del año 2013, los cuales representan un 3% de los accidentes ocurridos en la ciudad de Bogotá. Del mismo modo, en el año 2014 en la localidad se presentaron 817 accidentes de tránsito representando un 2% de los accidentes de la ciudad. Comparando estos dos años la accidentalidad en la localidad disminuyó en un 20.83%, pasando de 1032 accidentes en el año 2013 a 817 accidentes en el 2014. (Ver Tabla 1)







**Tabla 1. Total de accidentes Bogotá D.C. - Santa Fe 2013 - 2014**

	2013	2014	Variación
<b>Bogotá</b>	34228	33659	 -1,7%
<b>Santa Fe</b>	1032	817	 -20,83%

Fuente: Datos suministrados por Secretaría de Movilidad y editados por el autor.

En la Tabla 2 se puede apreciar el total de fallecidos por accidentes de tránsito en la localidad de Santa Fe; en el transcurso de los años 2013 y 2014 se presentó un total de 20 y 18 fallecidos respectivamente generando una disminución de 10%; por otro lado, los accidentes con fallecidos por las motocicletas aumentaron en un 300% pasando de un fallecido en el 2013 a cuatro fallecidos en el 2014.







**Tabla 2. Total de fallecidos en Santa Fe 2013 - 2014**

	2013	2014	Variación
<b>Ciclistas</b>	0	1	 100%
<b>Conductores</b>	0	1	 100%
<b>Motociclistas</b>	1	4	 300%
<b>Pasajeros</b>	0	2	 100%
<b>Peatones</b>	19	10	 -47,40%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	 <b>-10%</b>

Fuente: Datos suministrados por Secretaría de Movilidad y editados por el autor.

Asimismo en la Tabla 3 se relaciona el total de lesionados por accidentes de tránsito en la localidad de Santa Fe; en el transcurso de los años 2013 y 2014 se presentó un total de 565 y 408 lesionados respectivamente generando una disminución de 27.8%; por otro lado, los lesionados en accidentes de tránsito por las motocicletas disminuyeron en un 32.2% pasando de 118 lesionados en el 2013 a 80 lesionados en el 2014.

**Tabla 3. Total de lesionados en Santa Fe 2013 - 2014**

	2013	2014	Variación
<b>Ciclistas</b>	9	21	 133,3%
<b>Conductores</b>	22	16	 -27,3%
<b>Motociclistas</b>	118	80	 -32,2%
<b>Pasajeros</b>	178	148	 -16,9%
<b>Peatones</b>	238	143	 -39,9%
<b>TOTAL</b>	<b>565</b>	<b>408</b>	 <b>-27,8%</b>

Fuente: Datos suministrados por Secretaría de Movilidad y editados por el autor.

Teniendo en cuenta que la Avenida Ciudad de Lima (Avenida Calle 19) es una de las vías principales de la ciudad y forma parte de la localidad de Santa Fe, se determinó realizar el estudio de viabilidad para instaurar el carril exclusivo para motocicletas en esta vía, en el tramo comprendido entre la Carrera 10 y la Carrera 3, sentido occidente – oriente.

### 4.3. Parámetros para el trazado de un carril exclusivo para motocicletas

La vía actualmente carece de señalización horizontal a lo largo del tramo de estudio, la señalización vertical que se encuentra a lo largo del tramo es escasa, sin embargo la que se encuentra es suficiente para cumplir con su función. En cuanto a la geometría actual de la vía, los parámetros se encuentran especificados en la tabla 4 donde se encuentra su descripción.

**Tabla 4. Descripción geométrica del tramo**

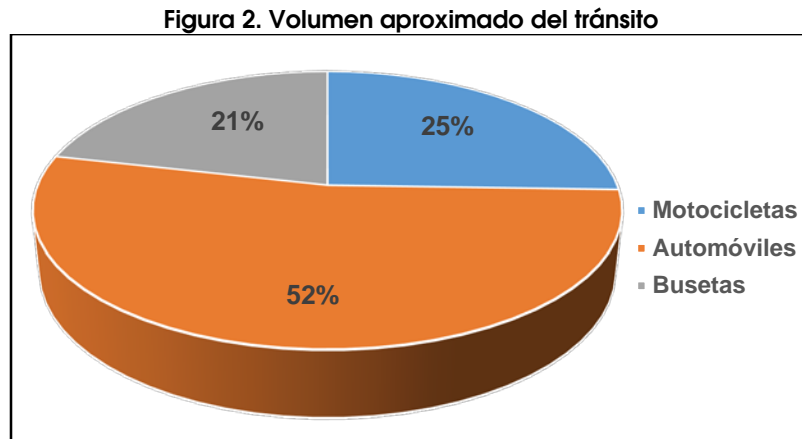
CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO	DESCRIPCIÓN
Tipo de vía	V-2
Longitud total del tramo	763.37 metros
Ancho de calzada	10.40 metros
Tres carriles de circulación	3.40 metros de ancho cada uno
Pendiente longitudinal	2.49%
Separador	3.60 metros de ancho

Fuente: Elaboración propia.

Según los aforos vehiculares realizados se puede evidenciar que el tramo seleccionado funciona como un flujo recolector de vehículos que llegan a la Avenida Calle 19. A lo largo del recorrido, la cantidad de vehículos disminuye, tomando como referencia el aforo realizado el día 7 de abril, en la Carrera 9 se encuentran 1412 automóviles y 654 motocicletas, mientras que en la Carrera 4 se encuentran 635 automóviles y 228

motocicletas; esto se debe a que las Carreras 8, 5 y 4 tienen sentido norte - sur y los vehículos pueden realizar un giro a la derecha.

Respecto a la composición vehicular se puede analizar a nivel general que las motocicletas equivalen aproximadamente a un 25%, los automóviles equivalen aproximadamente a 52% y las busetas a un 21% del total del volumen del tránsito. (Ver Figura 2)



Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que la vía escogida en su calzada cuenta con tres carriles de circulación, se opta por la disminución a dos carriles para el tráfico mixto, quedando así un carril el cual será utilizado para el tránsito de las motocicletas (carril exclusivo). Este carril exclusivo para motocicletas tendrá un ancho de calzada de 3.40 metros y contará con dos carriles para el sentido occidente - oriente con un ancho de 1.70 metros cada uno.

#### 4.4. Verificación de la geometría de la vía en el tramo de estudio

El carril exclusivo para motocicletas se podría ubicar al costado derecho o izquierdo de la calzada. A lo largo del tramo las intersecciones se encuentran a nivel, lo que genera puntos de conflicto para el paso de los vehículos como lo son: la Carrera 8, 5 y 4 que tiene giro a la derecha, en la Carrera 5 se tiene un giro a la izquierda proveniente de la Avenida Calle 19 sentido oriente - occidente.

El carril deberá ubicarse al costado izquierdo de la calzada puesto que en el costado derecho generaría conflictos o interferencias con los paraderos de las busetas y del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) y de los vehículos de carga.

Teniendo en cuenta que existen tres tipos de carriles exclusivos para motocicletas, a continuación se describen las alternativas de acuerdo a estos tipos de carril:

- **Motovías o Motopistas:** Este tipo de vía se encuentra separada físicamente del resto del tráfico mediante elementos como soleras, tapones, tachones, entre



otros, que delimiten claramente estas zonas, también cuenta con su debida demarcación sobre el pavimento.

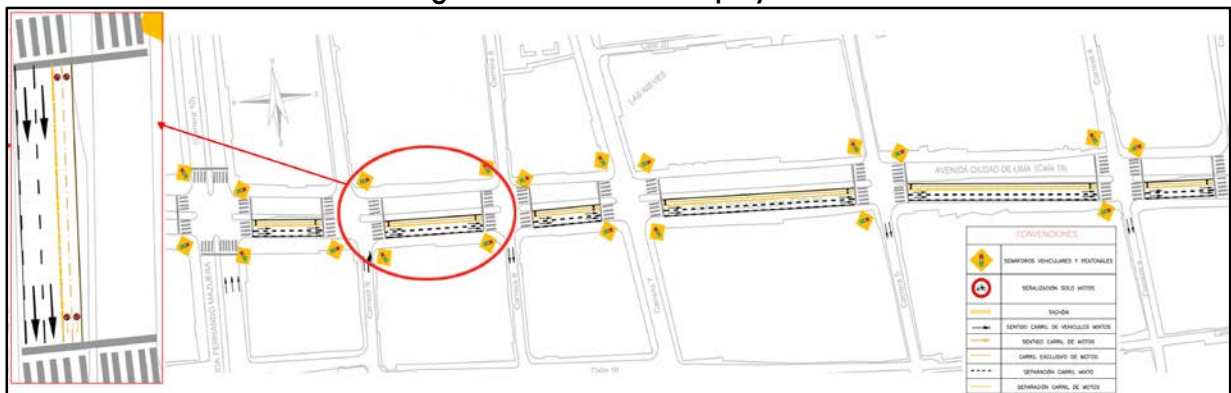
- **Motobandas:** Este tipo de vía exclusiva para motocicletas exige una demarcación sobre el pavimento que determine el espacio de exclusividad sin ningún tipo de separación física compartiendo la calzada con el resto del tránsito.

Dado que para el caso de estudio existen puntos de conflicto en ciertas intersecciones es necesario determinar una prioridad vehicular, con el fin evitar confusión y congestión, tanto en el carril para las motocicletas como en el flujo de los automóviles.

- **Motorutas:** Este tipo de carril no es exclusivo puesto que es una vía de uso compartido aunque cuente con su señalización para las motocicletas. Solo incentiva al motociclista a ingresar al carril, en el transcurso del mismo tanto las motocicletas como los otros vehículos pueden hacer uso del mismo.

Estudiando estas alternativas de tipo de vías exclusivas se llega a la conclusión que la mejor opción es la Motovía o Motopista puesto que posee múltiples ventajas en comparación de las otras alternativas, puesto que el carril se encontrará separado físicamente del resto del tráfico por medio de tachones y contará con su respectiva demarcación horizontal y señalización vertical. En la figura 3 se puede apreciar la localización del proyecto, el cual cuenta con las características descritas en este documento.

Figura 3. Localización del proyecto



Fuente: Elaboración propia

## 5. Conclusiones

El total de accidentes en la ciudad de Bogotá D.C. en el año 2014 disminuyó un 1.7% a comparación del año 2013, pasando de 34228 accidentes a 33659 accidentes; a pesar de disminuir es necesario seguir implementando nuevas medidas en cuanto a la conservación de la seguridad vial de la ciudad. Por su parte, en la localidad de Santa Fe el 20.8% corresponde a la disminución de accidentes viales, con la implementación

de este estudio se proyectaría una disminución considerable de la accidentalidad en la zona de estudio al tener una mejor distribución y organización del tráfico como para el caso de las motocicletas.

Se puede considerar que los factores importantes para la generación de un carril exclusivo para motocicletas es la consideración de los volúmenes de tránsito, la geometría de la vía y el sentido de la misma. De acuerdo con los volúmenes vehiculares y a las características de la vía se logró determinar que el diseño geométrico del carril exclusivo para motocicletas sea de tipo Motovía o Motopista.

La generación del carril exclusivo para motocicletas, permitirá minimizar la accidentalidad vial producida por el parque automotor de las motocicletas, creando una organización de los actores de la vía, aumentando así la seguridad vial.

## 6. Recomendaciones

Se recomienda instalar dispositivos de seguridad vial, tales como elementos de control, señales horizontales y verticales, semáforos, a lo largo del tramo de estudio para evitar los inconvenientes en los puntos de conflicto. Por otra parte, realizar un seguimiento en el momento de la implementación del carril exclusivo para motocicletas a la movilidad y seguridad de la zona.

Es importante también realizar un estudio para el manejo del tráfico después de implementar este carril, el cual debe contener los estudios de la capacidad de la vía tanto para motocicletas como para el tráfico mixto. Finalmente, se recomienda generar circuitos para el tráfico mixto para evitar la congestión debido a que el nivel de servicio se verá afectado con la disminución de un carril. Este circuito se puede realizar tomando vías paralelas a la Avenida Ciudad de Lima (Avenida Calle 19), como lo es la Calle 18 y de esta manera contribuir al mejoramiento de la movilidad en la zona.

## 7. Referencias

### Fuente electrónica

- Banco de desarrollo de América Latina. (2013). Metodología para elaborar planes de seguridad vial para motociclistas. Consultado 15 de febrero de 2015 en <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/566>
- Corporación Fondo De Prevención Vial. (2013, Febrero) Balance mixto para la seguridad vial en Colombia. 2012. Consultado 15 de febrero de 2015 en [http://www.fpv.org.co/images/repositorioftp/Balance\\_2012%20Prel-final.pdf](http://www.fpv.org.co/images/repositorioftp/Balance_2012%20Prel-final.pdf)
- Corporación Fondo de Prevención Vial. (2008, Diciembre). Estudio análisis de alternativas y diseño funcional de una motovía en la ciudad de Cali. Consultado 15 de febrero de 2015 en <http://www.cali.gov.co/corfecali/descargar.php?idFile=3586>

- Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2014, Julio). Boletín de prensa-forensis 2013. Consultado 15 de febrero de 2015 en <http://www.medicinalegal.gov.co/documents/10180/145695/presentacion+forensis2014.pdf/3b0aa016-1a19-4322-9cf3-a9b9fd985978>
- Organización Mundial De La Salud. (2010, Marzo). Decenio de acción para la seguridad vial 2011-2020. Consultado 15 de febrero de 2015 en [http://www.who.int/roadsafety/decade\\_of\\_action/es/](http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/es/)

## Informe

- Secretaría de Transportes y Tránsito de Medellín. (2008). Carril solo motos. Prueba piloto. Medellín, Colombia.
- Instituto de medicina legal y ciencias forenses. (2012). Muertes y lesiones por accidentes de transporte. Colombia.

## Tesis

- Guevara, A. y Jiménez, A. (2013). Estrategias de mitigación del impacto producido en la movilidad por parte de las motocicletas en el casco urbano de la ciudad de Barrancabermeja. Universidad Industrial de Santander. Barrancabermeja, Colombia.

## Sobre los autores

- **Cynthia Vanessa Ramírez Vargas**, Estudiante de Ingeniería Civil, Universidad La Gran Colombia. [cvanessaramirez@gmail.com](mailto:cvanessaramirez@gmail.com)
- **Nancy Ospina Cifuentes**, Asesora disciplinar, Ingeniera Civil, Master en Ingeniería civil con énfasis en Tránsito y Transporte Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Coordinadora del área de Vías y Transporte de la Universidad La Gran Colombia. [nancy.cifuentes@ugc.edu.co](mailto:nancy.cifuentes@ugc.edu.co)
- **Laura Milena Cala Cristancho**, Asesora metodológica, Licenciada en Química, Magister en Ciencias Ambientales de la Universidad de Buenos Aires. Docente de la Universidad La Gran Colombia. [laura.cala@ugc.edu.co](mailto:laura.cala@ugc.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)