

Generar una especificación técnica para implementar las franjas de parada transitoria para motocicletas en algunas intersecciones semaforizadas como dispositivo para la regulación del tránsito y seguridad vial en Colombia

Dayanna Isabel Anaya Merchan

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniera Civil

Director

Miller Humberto Salas Rondón

Ing. Civil, Ph.D.

Universidad Industrial de Santander  
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas  
Escuela de Ingeniería Civil  
Bucaramanga  
2020

### **Dedicatoria**

Dedico este proyecto a Dios principalmente por ser mi guía y acompañarme en este camino, además por haberme dado la oportunidad de conocer a las personas que hacen parte de mi vida.

A mi familia quienes son las personas más valiosas que tengo, quienes siempre me han apoyado y a quienes les debo lo que soy. Mis padres, hermano, tíos, abuelos, primos son las personas más importantes para mí y quienes han estado conmigo en los mejores momentos y también en los más difíciles.

### **Agradecimientos**

Quiero agradecer a la Universidad Industrial de Santander por mi formación académica y a todas las personas que conocí en estos años, pues de cada uno de los compañeros, amigos y profesores aprendí y contribuyeron a mi crecimiento personal.

También quiero agradecer a mi director de Proyecto el Ing. Miller Salas Rondón por su apoyo, orientación y guía y por ser quien atendiendo a la importancia y necesidad de generar esta iniciativa propuso el desarrollo de este proyecto.

**Tabla de Contenido**

Introducción .....	11
1. Objetivo.....	13
1.1 Objetivo General.....	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. Metodología .....	13
3. Marco de referencia .....	14
3.1 Accidentalidad en el mundo.....	14
3.2 Accidentalidad en Colombia.....	14
3.3 Aumento del parque automotor en Colombia.....	16
4. Antecedentes de la medida.....	18
4.1 Características de las franjas de parada transitoria para motocicletas en otros países.....	19
4.1.1 Ley 21088 Chile: Zona de espera especial .....	19
4.1.2 Indonesia .....	20
4.1.3 Brasil .....	21
4.1.4 Barcelona .....	24
4.2 Prueba piloto en Bucaramanga .....	26
5. Estructura de la propuesta.....	27
5.1 Definición adoptada .....	27
5.2 Variables para el dimensionamiento.....	28
5.2.1 Volumen vehicular y afluencia de motocicletas .....	28
5.2.2 Motocicletas más vendidas en Colombia.....	28
5.2.3 Ancho de los carriles.....	29

5.3 Determinación del largo de la franja.....	29
5.4 Resultados del dimensionamiento.....	30
5.5 Señalización horizontal.....	36
5.5.1 Tipo de demarcación.....	36
5.5.2 Pictograma.....	38
5.5.3 Color.....	39
5.5.4 Materiales para la demarcación.....	39
5.5.5 Equipos para la demarcación.....	39
5.6 Señalización Vertical.....	40
5.6.1 Señal reglamentaria.....	40
5.6.1.1 Tamaño.....	41
5.6.1.2 Forma y color.....	42
5.6.1.3 Ubicación longitudinal.....	42
5.6.1.4 Ubicación lateral.....	43
5.6.1.5 Altura.....	43
5.6.1.6 Orientación.....	43
5.6.1.7 Sistema de soporte y material del tablero.....	44
5.6.2 Señal Informativa.....	44
5.6.2.1 Tamaño.....	44
5.6.2.2 Ubicación.....	46
5.7 Características de la zona a intervenir.....	46
5.8 Estudios preliminares.....	46
5.9 Normativa Colombiana.....	47

6. Conclusiones .....	48
7. Recomendaciones .....	50
Referencias Bibliográficas .....	51

**Lista de Tablas**

Tabla 1. Clasificación del porcentaje de ocupación.....	30
Tabla 2. Largo de la franja para motocicletas, para vías de 2 carriles .....	31
Tabla 3. Largo de la franja para motocicletas, para vías de 3 carriles .....	32
Tabla 4. Largo de la franja para motocicletas, para vías de 4 carriles .....	34
Tabla 5. Largo de la franja para motocicletas, para vías de 5 carriles .....	35
Tabla 6. Dimensión de la franja en función de motocicletas por hora para 2 y 3 carriles .....	36
Tabla 7. Dimensión de la franja en función de motocicletas por hora para 4 y 5 carriles .....	36
Tabla 8. Normativa Colombiana para las demarcaciones .....	40

**Lista de Figuras**

Figura 1. Muertes en Colombia por accidentes de tránsito 2002-2019.....	15
Figura 2. Motocicletas matriculadas en Colombia 2002-2019 .....	17
Figura 3. Diseño Red Box Indonesia .....	21
Figura 4. Zona de parada para motos, Manual de Señalización de Sao Paulo.....	22
Figura 5. Señalización vertical de la zona de parada para motos, Sao Paulo.....	23
Figura 6. Área ZAM, Barcelona- España.....	24
Figura 7. Zona de parada para Motocicletas, Barcelona- España .....	26
Figura 8. Zona de parada adelantada Bucaramanga, Colombia.....	27
Figura 9. Demarcación para cruce controlado por semáforo- Manual de señalización vial de Colombia.....	37
Figura 10. Dimensiones de franja de parada transitoria.....	38
Figura 11. Pictograma de franjas de parada transitoria para motocicletas.....	39
Figura 12. Señal reglamentaria para franjas de parada transitoria .....	41
Figura 13. Tamaño de la señal reglamentaria .....	41
Figura 14. Ubicación longitudinal de la señal reglamentaria.....	42
Figura 15. Ubicación lateral y altura de la señal vertical .....	43
Figura 16. Orientación de la señal vertical.....	44
Figura 17. Señal informativa para las franjas de parada transitoria.....	45
Figura 18. Tamaño de la señal informativa .....	45

## **Lista de Apéndices**

Ver apéndices adjuntos y pueden ser consultados en la base de datos de la Biblioteca UIS

Apéndice A. Especificación técnica para la implementación de las franjas de parada transitoria para motocicletas en Colombia

## Resumen

**Título:** Generar una especificación técnica para implementar las franjas de parada transitoria para motocicletas en algunas intersecciones semaforizadas como dispositivo para la regulación del tránsito y seguridad vial en Colombia\*

**Autor:** Dayanna Isabel Anaya Merchan\*\*

**Palabras clave:** Accidentalidad, Especificación técnica, Motociclistas. Señalización, Vía

**Descripción:** La seguridad vial es una prioridad de los Gobiernos en el mundo, quienes constantemente buscan generar políticas y acciones concretas que disminuyan los impactos de la accidentalidad, enfocándose en gran medida en disminuir las tasas de accidentalidad de los motociclistas, quienes son uno de los usuarios más vulnerables en las vías. Las franjas de parada para motocicletas han demostrado generar una segregación vehicular que beneficia a los motociclistas otorgándoles un espacio para su ubicación mientras la luz del semáforo está en rojo, con el fin de evitar incidentes con otros vehículos evitando el zigzagueo al momento de arrancar y permitiéndoles mejor visibilidad. Esta medida ha demostrado grandes resultados internacionalmente y en Colombia que posee un porcentaje de motos mayor al 50% su implementación pretende mitigar la accidentalidad, mejorar la movilidad y proteger al motociclista. En este documento se detalla la forma en que se llevó a cabo la elección de las características que deben cumplir las franjas de parada transitoria para motocicletas para ser implementadas en Colombia. Consta de un análisis de antecedentes y marco teórico para fundamentar la implementación y de un análisis de los resultados de la aplicación en otros países. Finalmente se estudia la información recolectada y se complementa con las especificaciones contenidas en el Manual de Señalización Vial ya que, al ser una medida aplicable a todo el territorio Nacional, debe tener concordancia con la señalización existente en Colombia

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Miller Humberto Salas Rondón. Ingeniero Civil. Ph.D.

### Abstract

**Title:** Generar una especificación técnica para implementar las franjas de parada transitoria para motocicletas en algunas intersecciones semaforizadas como dispositivo para la regulación del tránsito y seguridad vial en Colombia\*

**Author:** Dayanna Isabel Anaya Merchan\*\*

**Key words:** Accident, technical specification, motorcyclists, signaling, road

**Description:** Road safety is a priority for governments around the world, who are constantly seeking to generate policies and concrete actions that reduce the impacts of accidents, focusing largely on reducing the motorcyclists' accident rates, who are one of the most vulnerable road users. The stop strips for motorcycles have been shown to generate a vehicular segregation that benefits motorcyclists by granting them a place for their location while the traffic light is red, in order to avoid incidents with other vehicles by avoiding zigzagging at the moment of starting and allowing them better visibility. This measure has shown great results internationally and in Colombia, which has a percentage of motorcycles greater than 50%, its implementation seeks to mitigate accidents, improve mobility and protect the motorcyclist. This document details the way in which the choice of characteristics that the transitional stop strip for motorcycles must be met in order to be implemented in Colombia was made. It consists of a background analysis and theoretical framework to support the implementation and an analysis of the results of application in other countries. Finally, the information collected is studied and complemented with the specifications contained in the Road Signs Manual since, being an applicable measure to the entire National territory, it must be consistent with the existing signaling in Colombia.

\* Degree Work

\*\* Physical-Mechanical Engineer Faculty. Director: Miller Humberto Salas Rondón. Civil Engineer Ph. D.

## **Introducción**

Los motociclistas son uno de los actores de la vía con mayor participación en accidentes de tránsito y con altos índices de mortalidad en las vías de Colombia, por lo cual el Gobierno Nacional en sus programas de seguridad vial con miras en atender esta vulnerabilidad prioriza la atención de infraestructura como uno de los pilares fundamentales para mejorar la seguridad vial. Las franjas de parada para motocicletas han demostrado generar una segregación vehicular que beneficia a los motociclistas otorgándoles un espacio para su ubicación mientras la luz del semáforo está en rojo, con el fin de evitar incidentes con otros vehículos evitando el zigzaguo al momento de arrancar y permitiéndoles mejor visibilidad. Esta medida ha demostrado grandes resultados internacionalmente y en un país como Colombia que posee un porcentaje de motos mayor al 50% su implementación pretende mitigar la accidentalidad, mejorar la movilidad y proteger al motociclista.

A lo largo de este documento se detalla la forma en que se llevó a cabo la elección de las características que deben cumplir las franjas de parada transitoria para motocicletas para ser implementadas en Colombia. Consta de un análisis de antecedentes y marco teórico para fundamentar la implementación y de un análisis de los resultados de la aplicación en otros países. Finalmente se realiza un estudio de toda la información y se complementa con las especificaciones contenidas en el Manual de Señalización Vial de Colombia ya que, al ser una medida aplicable a todo el territorio Nacional, debe llevar cierta concordancia con la señalización existente en el país. El documento final adjunto y que puede ser consultado en la base de datos de la universidad contiene las especificaciones técnicas tales como tamaños, ubicaciones, colores, criterios de uso, materiales entre otros para la implementación de la medida.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Proponer una especificación técnica para la implementación de franjas de parada transitoria de motocicletas en algunas intersecciones semaforizadas como un dispositivo para la regulación del tránsito y seguridad vial en Colombia.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Tomando como base los criterios y requerimientos del Manual de Señalización vial, determinar las características técnicas necesarias que debe incluir el documento para la implementación de la medida.

Determinar los requisitos y normativa necesarios para generar un documento técnico en Colombia.

Realizar revisión documental de la medida implementada en otros países y las pruebas piloto realizadas en Colombia como antecedente para proponer su implementación.

## **2. Metodología**

El resultado de este trabajo de investigación es una especificación técnica con las características necesarias para la implementación de las franjas de parada para las motocicletas en Colombia. Para esto se realizó un estudio de los antecedentes de accidentalidad como pauta para proponer la implementación de la iniciativa, además se llevó a cabo una búsqueda de información de los resultados de la aplicación de la medida en otros países y de las pruebas piloto en Colombia. Se analizó dicha información, y teniendo en cuenta el Manual de Señalización vial de Colombia se generó un documento técnico aplicable a todo el País que se encuentra como documento adjunto y puede ser consultado en la base de datos de la biblioteca UIS.

### **3. Marco de referencia**

#### **3.1 Accidentalidad en el mundo**

Alrededor de 1,35 millones de personas mueren cada año como consecuencia de accidentes de tránsito en el mundo, costando a la mayoría de los países el 3% de su PIB (Organización Mundial de la Salud, 2018) y para 2016 se ha posicionado como la 8va causa de muerte a nivel mundial. Según el informe de la situación global de seguridad vial 2018 presentado por la Organización mundial de la Salud “aunque la tasa de mortalidad en relación con el tamaño de la población mundial se ha estabilizado y ha disminuido en relación con el número de vehículos adquiridos del año 2010 a 2016, los esfuerzos parecieran ser insuficientes para reducir esta problemática”. Estas muertes están altamente asociadas al nivel de ingreso de los países. Países de bajos y medianos ingresos tienen aproximadamente el 60% de los vehículos totales y en ellos se produce más del 93% de las muertes por accidentalidad.

Además, “la mitad de todas las muertes ocasionadas por accidentes de tránsito en el mundo son peatones, ciclistas y motociclistas siendo los usuarios menos protegidos de las vías” (World Health Organization, 2018). Así mismo la probabilidad de que un motociclista pierda la vida en las vías depende del país y las medidas de seguridad propiamente adoptadas para proteger a estos usuarios.

#### **3.2 Accidentalidad en Colombia**

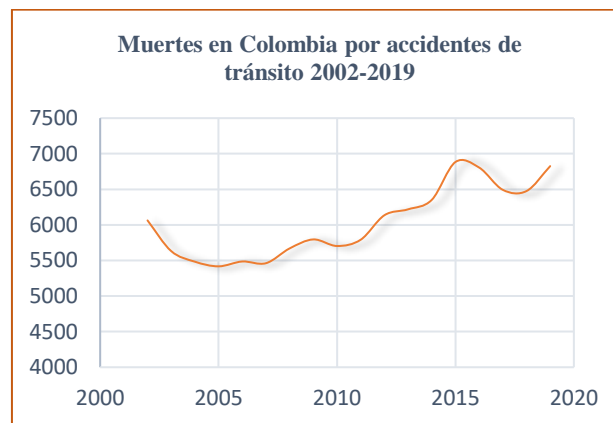
En Colombia los altos índices de accidentalidad han sido una preocupación generalizada que ha aumentado con los años, convirtiendo la seguridad vial en una prioridad del gobierno

Nacional y ha sido catalogada como una política de estado. Esto se concreta en el Plan Nacional de Seguridad Vial 2011-2021 (Ministerio de Transporte, 2015).

A lo largo de los últimos años las cifras de accidentalidad y muertes han aumentado en el País. Entre 2002 y 2019 se presentaron más de 100 mil muertes en las vías. Desde 2012 hasta 2019 la cifra de muertes supera cada año las 6 mil muertes llegando incluso a alcanzar casi 6900 muertes en un solo año. Cifras tan altas por encima de 6 mil muertes no ocurrían desde el año 2002 (Cortés, 2011) lo que ha generado preocupación de las autoridades Nacionales.

### Figura 1

*Muertes en Colombia por accidentes de tránsito 2002-2019*



Nota. Elaboración propia basado en Cortés, S. J. (2011). Muertes y lesiones no fatales por accidentes de transporte, Colombia, 2011. Bogotá D.C. y Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2020). Boletín Estadístico Colombia - fallecidos y Lesionados, Comparativo 2018-2019.

Este crecimiento en la tasa de mortalidad también representa un crecimiento en el porcentaje de usuarios de motocicletas como actor de la vía más afectado. Mientras que según los datos procesados desde el año 2009 a 2013 el motociclista representaba el 30,56%, en los últimos

años la cifra se mueve alrededor del 50%. En el año 2017 se registraron 6493 muertes en accidentes de tránsito y en 2018 se contabilizaron 6476, de estos el porcentaje de usuarios de motos fue del 49,8% y 48,3% respectivamente (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2019).

En el periodo enero – diciembre de 2019 en Colombia se registraron un total de 6826 fallecidos reportados por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias forenses. De los cuales 3666 fueron motociclistas, correspondiendo al 53,7% (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2020).

Y entre el mes de enero y mayo de 2020 se contabilizaron de manera preliminar 1956 fallecidos. Los usuarios de motocicleta representan el 52,5% del total de fallecidos y el 57,6% del total de lesionados registrados en el país a causa de siniestros de tránsito. Datos procesados por el observatorio Nacional de Seguridad vial – ONSV con base en los registros proporcionados por Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses – INMLCF.

Los datos ya mencionados demuestran que la mortalidad asociada a la accidentalidad en Colombia en los últimos años ha aumentado considerablemente y con ello las cifras fatales de motociclistas.

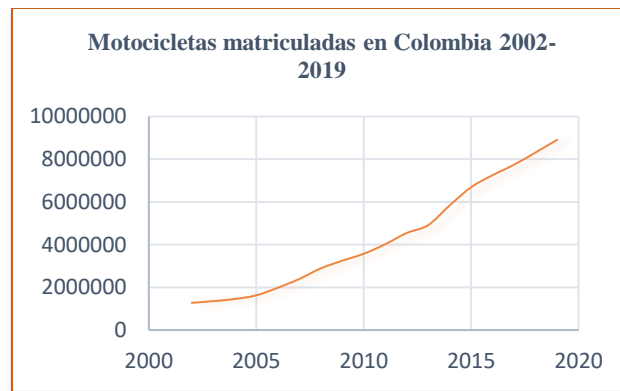
### **3.3 Aumento del parque automotor en Colombia**

Uno de los principales motivos del aumento en la accidentalidad es el aumento vertiginoso en la adquisición de motocicletas tal como muestra la figura 2 que, aunque ha sido un aspecto positivo para la economía del país ha contribuido a las altas tasas de accidentalidad. Mientras en 1998 rodaban en las calles colombianas menos de un millón de motocicletas, en el año 2010 esta cifra creció a 3'572,133 (Cámara de la Industria Automotriz de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, 2019). y los datos del RUNT para el año 2020 con corte al mes de julio

muestran 9,153,954 de motocicletas que representan el 58% del total de parque automotor (Registro Único Nacional de Tránsito, 2020).

## Figura 2

*Motocicletas matriculadas en Colombia 2002-2019*



Nota. Elaboración propia basado en Cámara de la Industria Automotriz de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia. (2019). Las motocicletas en Colombia: aliadas del desarrollo del país. Bogotá D.C: El Motero S.A.S. y Registro Único Nacional de Tránsito. (Julio de 2020). RUNT en cifras.

El aumento en el uso de la motocicleta en los últimos años en Colombia es el resultado de los múltiples beneficios que traen estas a sus conductores y a la sociedad, entre estos estaría su economía al resultar menos costoso usarlo como medio de transporte si se compara con el transporte público, la disminución en los tiempos de viaje, el poco espacio requerido para su parqueo, su uso para deportes y recreación, la facilidad de adquisición acompañado de las facilidades para adquirir un crédito e incluso se ha convertido en la mejor salida ante la congestión de las vías en los ambientes urbanos (Cámara de la Industria Automotriz de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, 2017). Pero uno de los factores más importantes es debido a su

precio, ya que comprar una motocicleta tiene un costo mucho menor que un automóvil y esto genera que los colombianos encuentren gran motivación para hacerse a este tipo de automotores, impulsados además por la baja de los precios de las motocicletas en los últimos años y el poder adquisitivo que ha estado mejorando, de manera lenta, pero a su vez evidente (Cámara de la Industria Automotriz de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, 2017). Pero es importante resaltar que, según estudios realizados en el país, las personas que más adquieren motocicletas hacen parte de los hogares de estratos 1 2 y 3 siendo los hogares de bajos y medianos ingresos (Cámara de la Industria Automotriz de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, 2017).

Según las ventajas anteriormente mencionadas y teniendo en cuenta el nivel socioeconómico de los compradores se puede concluir que la adquisición de motocicletas no va a disminuir en el país, si no por el contrario seguirá en aumento, por esto es tan fundamental encontrar medidas que mejoren la movilidad y generen más seguridad en las vías.

#### **4. Antecedentes de la medida**

Las intersecciones han sido catalogadas punto de gran cantidad de colisiones y traumatismo ya que poseen gran concentración de motociclistas, ciclistas, peatones y vehículos (Organización Mundial de la Salud 2017, 2017). Con la franja transitoria de parada para motociclistas en las intersecciones semaforizadas se busca segregar los movimientos de las motocicletas evitando los conflictos con otros vehículos al momento de arrancar y además con los peatones al evitar que al situarse en primera línea para tener prioridad ocupen el paso peatonal (Ferrerr & Rubino, 2017).

Esta medida les otorga una zona para su ubicación por delante de los demás vehículos y antes del sendero peatonal mientras la luz del semáforo está en rojo.

Al ubicarse en esta posición se busca que tengan una mejor visibilidad al no estar ocultos por otros vehículos y además arranquen antes de los automóviles para reducir accidentes.

Esta medida está conformada por una señalización horizontal acompañada de señalización vertical. La señalización horizontal consta de una doble línea de detención, una para motos y otra para el resto de los vehículos y el pictograma de las motocicletas en cada uno de los carriles para indicar la prioridad. Por su parte la señalización vertical debe ser tal que indique la exclusividad para la detención de motocicletas (Ferrerr & Rubino, 2017).

#### **4.1 Características de las franjas de parada transitoria para motocicletas en otros países**

Esta medida se ha llevado a cabo en otros países, y se han escogido las especificaciones para su uso teniendo en cuenta las condiciones de cada lugar donde se implementa.

##### ***4.1.1 Ley 21088 Chile: Zona de espera especial***

La ley de convivencia de modos más conocida como Ley de convivencia vial fue implementada en noviembre de 2018 en Chile, esta busca poner en posición de igualdad a todos los medios de transporte equiparando el espacio vial y evitando discusiones en las calles por parte de los actores de la vía. Esta expresa en uno de sus puntos más importantes “dar la facultad a los municipios de implementar las zonas de salida adelantada para motociclistas y ciclistas y además permitir el adelantamiento por parte de estos para alcanzar dicha zona” (Gob.cl, 2018).

Específicamente en esta ley se establece: “Adicionalmente, los conductores de ciclos, motocicletas o motonetas podrán sobrepasar por la misma pista a otros vehículos, por cualquiera de los costados de éstos, para alcanzar la línea de detención o la línea de detención adelantada,

según corresponda. Esta maniobra deberá efectuarse a una velocidad moderada, tomando las precauciones necesarias para realizarla con seguridad y siempre que los vehículos a los que se sobrepase se encuentren detenidos”. Además, define la línea de detención adelantada como: Línea transversal a la calzada demarcada conforme al reglamento, antes de un cruce regulado con semáforo, que determina el inicio de la zona de espera especial para conductores de ciclos o motocicletas (Gob.cl, 2018).

Por lo cual para su aplicación debe seguirse el manual de señalización vial de Chile, que establece que la línea de detención con semáforo tiene un ancho de 30 cm (CONASET Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones).

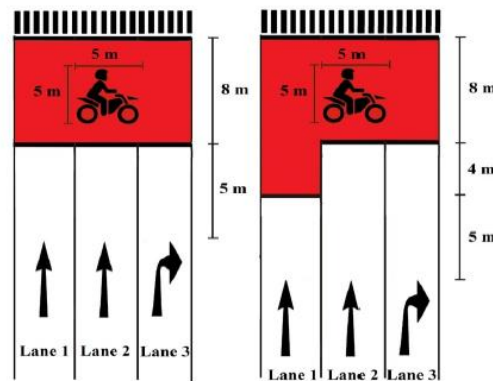
#### ***4.1.2 Indonesia***

En el 2016 Indonesia alcanzó los 98,2 millones de unidades de motocicletas representando el 81,7% del total de vehículos. En un país como este la alta población de motocicletas genera desorden en las intersecciones a la espera de la luz roja causando un bloqueo de giro a la izquierda y obstrucción del paso peatonal (Mulyadi, Motorcycle red Box Evaluation at Signalized Intersections in Bogor: Traffic Flow, Occupancy Rate and Stop Line Violation, 2017). Una de las soluciones para reducir los problemas de tráfico y congestión es la “*Red Box for motorcycle*”. Esta medida para ser implementada se basó en el concepto de las llamadas “*Advance Stop Lanes*” o zonas avanzadas de parada usada para las bicicletas que ya tenían resultados muy buenos después de su implementación en Holanda, Dinamarca y Reino Unido. La medida consta de una línea adelantada de parada para motocicletas y una línea para los demás vehículos, ambas líneas separadas por una marca sólida que incluye un logotipo de motocicleta en el centro para indicar a todos los vehículos cual es el significado de la zona (Mulyadi, Motorcycle red Box Evaluation at Signalized Intersections in Bogor: Traffic Flow, Occupancy Rate and Stop Line Violation, 2017).

Hay dos tipos de zona especial, ambas con dimensiones de 8 metros: una caja rectangular típica y una en forma de P, esta última para ser usada cuando la proporción de motocicletas en el carril izquierdo es superior al 60% y 70% (Mulyadi, Influence of red Motorcycle Box To The Traffic Conflict and Traffic Flow at the AHmad Yani-Laswi Signalized Intersection, 2013).

### Figura 3

#### *Diseño Red Box Indonesia*



Nota. Tomada de Mulyadi, A. M. (2013). Influence of red Motorcycle Box To The Traffic Conflict and Traffic Flow at the AHmad Yani-Laswi Signalized Intersection., (págs. 3-5). Beijing.

Cabe que señalar que en 2016 en este país la población ascendía a 261,6 millones de personas y actualmente ha tenido un incremento importante hasta superar 270 millones de personas según el Banco Mundial (Banco Mundial, s.f.).

#### **4.1.3 Brasil**

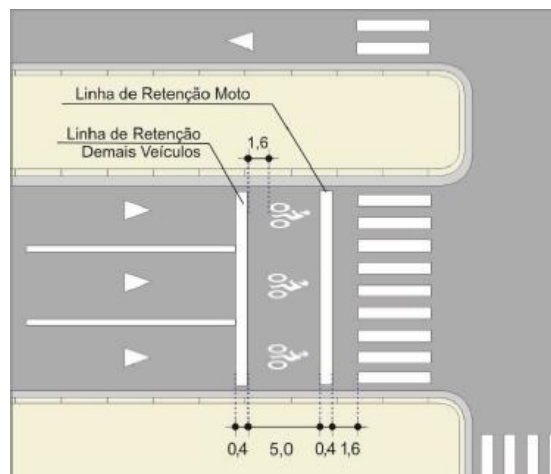
En Brasil la medida inició su prueba piloto en 2013 en ubicaciones elegidas por su alto volumen de motocicletas y bicicletas, la primera intersección fue la intersección formada por *Viaduto do Chá, Parca Ramos Azevedo y Rua Cel. Xavier de Toledo* y ante la comprensión

completa de las señales y el respeto de los usuarios se expandió a más intersecciones (Barnabé, 2017). Posteriormente fue incluida en el Manual de Señalización Vial de ese país. En este se especifica que las franjas de parada adelantada para motocicletas cuentan con las siguientes características:

Línea de retención para motocicletas con dimensión de 40 cm y está ubicada a 1,6 m de la franja de paso peatonal, además entre las líneas que delimitan la zona hay un espacio de 5 m y en esta se encuentra el símbolo de motociclistas con dimensiones de 1,5 de ancho y 2,4 de alto tal como se muestra a continuación (Companhia de Engenharia de Tráfego, 2019).

#### Figura 4

*Dimensiones área de espera*



Nota. Tomada de Companhia de Engenharia de Tráfego. (2019). Manual de sinalização urbana.. Sao Paulo.

Se debe tener en cuenta que la línea de detención para vehículos normal en el manual de señalización de Brasil tiene una dimensión de 40 cm, es de color blanco, transversal al sentido de circulación y debe ocupar todo el ancho del tráfico.

Esta señalización horizontal está acompañada de señalización vertical “destinada exclusivamente a parada de motociclistas”.

### Figura 5

*Señalización vertical del área de espera*



ED-76 a



ED-76b

Nota. Tomada de Companhia de Engenharia de Tráfego. (2019). Manual de sinalização urbana - Horizontal. Sao Paulo.

### Dimensiones

El dimensionamiento y las zonas para intervenir en Sao Pablo fueron elegidas por la Empresa de Ingeniería de tráfico debido al considerable volumen de motocicletas y bicicletas. Según un informe publicado por la empresa de ingeniería de tráfico CET donde muestra la experiencia de Sao Paulo en la creación de las áreas de espera, resuelven que aunque lo ideal para llegar al dimensionamiento apropiado en la intersección sería acobijar a todos los motociclistas que se detengan en cada ciclo del semáforo, en algunas intersecciones con alto flujo de motocicletas esperando y el número limitado de carriles, resulta poco conveniente usar unas dimensiones que se adapten a tales condiciones ya que aleja a los coches de la intersección requiriendo un nuevo posicionamiento del semáforo, es por esto que al requerir un largo de entre 10 y 13 metros en algunas intersecciones propusieron aplicar la medida con 5 metros (Barnabé, 2017).

#### 4.1.4 Barcelona

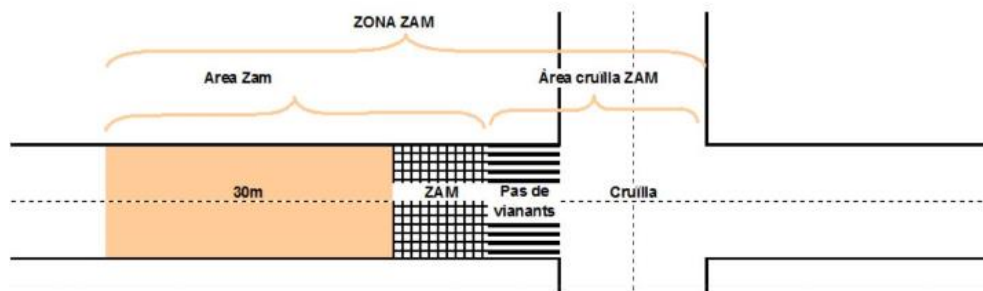
En 2008 se inició la prueba piloto en 3 intersecciones de la ciudad y mediante un informe denominado “Gestión de la movilidad de los V2RM en la ciudad de Barcelona” se realizó el análisis de estos 3 puntos y se recomendó seguir con la implementación cumpliendo con las siguientes características (Arnal Bigas):

- En recorridos lineales seleccionados
- En los cruces donde interrumpe la onda verde y existe parada en fases de congestión
- En cruces con demanda optima mayor al 25%
- Lugares con posibilidad física de acceso al carril
- Solo señalizar la doble línea de detención, con parrilla y el anagrama de la moto
- No invadir con zona ZAM el carril BUS
- Estudiar señalización para evitar el paso de peatones

Posteriormente en 2009 se adaptaron 35 cruces peatonales para incluir las zonas avanzadas para motos ZAM en la fase I y 16 más en 2010 en la fase II

#### Figura 6

Área ZAM, Barcelona- España



Nota. Tomada de Arnal Bigas, F. (s.f.). Gestión de la movilidad de los V2RM en la ciudad de Barcelona.

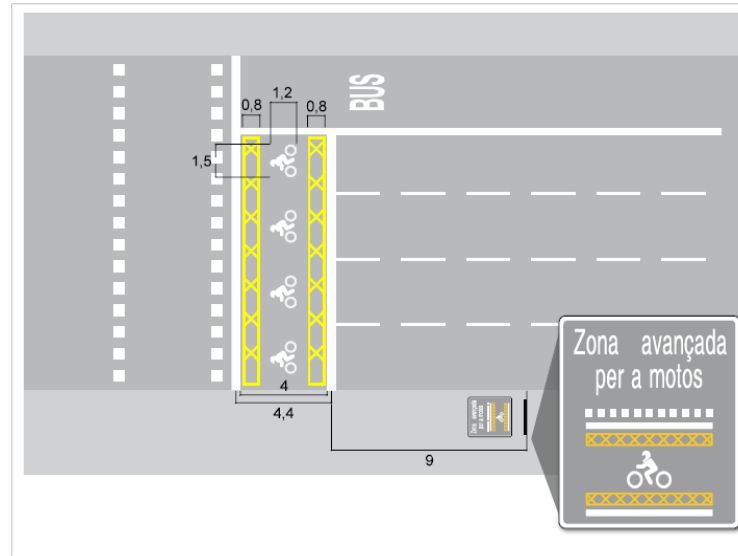
El ayuntamiento de Barcelona en acompañamiento con otras entidades realizó un informe titulado “*Avaluació de la implantació de zones avançades per motocicletes y ciclomotors (ZAM) a Barcelona*” 5 años después para concluir sus resultados, donde se analizó la zona de detención y 30 metros anteriores denominada la zona de entrada tal como se indica en la figura 6.

Los resultados indicaron que las ZAM en la fase I mostraron un aumento en el riesgo de accidentalidad en la zona propiamente y en los 30 metros anteriores, mientras que la fase II no mostró ningún cambio. Por lo tanto, se concluyó que la implementación de las ZAM podría conllevar a un aumento del riesgo de accidentalidad en la ZAM propiamente y los 30 metros anteriores, pero no en el paso peatonal ni en el cruce posterior. También se recomendó estudiar las características de las ZAM que presentan más riesgos y considerar probar de forma piloto un carril exclusivo de acceso a la ZAM (Ajuntament de Barcelona, 2015). En este informe además del análisis de la accidentalidad en las intersecciones intervenidas antes y después del uso de la medida y concluir lo referente a su implementación, determinaron que la accidentalidad en los metros anteriores de acceso a la zona la podría estar relacionado con las características propias de la vía y la anchura del carril, por lo que sugerían revisar el diseño y los lugares donde fueron ubicados, ya que es uno de los factores más relevantes encontrados.

Mas adelante se siguió implementando la medida y ya se ha extendido a varias ciudades más convirtiendo Barcelona en una de las ciudades pioneras de dicha medida. Las dimensiones usadas para “la zona avanzada per a motos”, (Ferrerr & Rubino, 2017) son de 4 m de zona libre con líneas de detención de color blanco y 40 cm de grosor para un total de 4,4 m (Ferrerr & Rubino, 2017). El grosor de la línea de detención del manual de señalización de España es mínimo de 30 cm (Dirección General de Tráfico, 2015).

**Figura 7**

*Zona avanzada para motos, Barcelona- España*



Nota. Tomado de Ferrer, A., & Rubino, J. (2017). Guía de Buenas Prácticas Internacionales para Motociclistas. CAF.

**4.2 Prueba piloto en Bucaramanga**

En la ciudad de Bucaramanga en el año 2016 se implementaron las zonas de parada adelantada para motos además del carril preferencial para motos y un año después se realizó un análisis de accidentalidad comparando los datos de 2012 al 2017 (Dirección de Tránsito de Bucaramanga, 2017). Los resultados concluyeron que se evidenció una disminución en los índices de accidentalidad en las intersecciones estudiadas y se determinó la viabilidad de la medida acompañada de concientización constante y cultura vial (Dirección de Tránsito de Bucaramanga, 2017).

**Figura 8**

*Socialización de la medida sobre la Carrera 27 con calle 56 de la ciudad de Bucaramanga con agentes de tránsito y personal de cultura vial de la DTB*



Nota. Tomada de Dirección de Tránsito de Bucaramanga. (2017). Estudio de Alternativas de priorización para la seguridad de los motociclistas en la ciudad de Bucaramanga. Bucaramanga.

## **5. Estructura de la propuesta**

Teniendo en cuenta las variables anteriores y cada uno de los requerimientos del Manual de señalización, se analiza cada ítem necesario para la aplicación de la franja tal como se muestra a continuación, con el fin de establecer las características de esta.

### **5.1 Definición adoptada**

La franja de parada transitoria es una zona destinada exclusivamente para ser usada por motocicletas en las intersecciones reguladas por semáforo a la espera de la luz verde, otorgándole a los motociclistas un espacio para su ubicación mientras la luz del semáforo está en rojo. Consta de una demarcación y la respectiva señalización vertical.

## **5.2 Variables para el dimensionamiento**

Para establecer las dimensiones de las franjas de parada es importante conocer que existen variables que determinan el número de motocicletas que se sitúan en la intersección a la espera del cambio de luz del semáforo, como el flujo de motocicletas, el número de carriles, las dimensiones de la vía y el ciclo del semáforo. Además, se debe tener en cuenta el tamaño promedio de las motocicletas en Colombia. Todos estos factores generan una gran variabilidad entre unas intersecciones y otras, por eso para establecer la longitud necesaria de la franja de una forma más general que pueda ser aplicada a todas las intersecciones del país, se determinó establecer rangos dependiendo del número de motocicletas que pasan por la intersección y se analizó como influyen los demás factores.

### ***5.2.1 Volumen vehicular y afluencia de motocicletas***

La cantidad de motocicletas que transitan por una intersección está determinada por el tipo de vía, el parque automotor de determinado lugar, el porcentaje de adquisición de motocicletas, incluso el poder adquisitivo de las familias y el tipo de uso que se le da a la misma. Por esto no se encuentran intersecciones y vías con igual volumen de motocicletas en todas las ciudades de Colombia, incluso en la misma ciudad hay una variabilidad importante. Por esto, es competencia de las autoridades municipales identificar las vías que consideren presenten altos volúmenes de afluencia de motocicletas y donde se estén presentando importantes índices de accidentalidad donde se encuentran involucradas los motociclistas con el fin de generar un mayor impacto con la medida.

### ***5.2.2 Motocicletas más vendidas en Colombia***

Las motocicletas con mayor participación en el mercado son el tipo Street/Sport seguidas por el scooter. Igualmente, la marca Bajaj es la líder indiscutible del mercado tal como lo indica

la revista Motor (Motor, 2019). Estas tienen unas dimensiones de alrededor de 2 m de largo por 0.9 m de ancho (Dirección de Tránsito de Bucaramanga, 2017). Para este análisis se decidió tomar  $2\text{m}^2$  como área promedio que ocupa una motocicleta.

### **5.2.3 Ancho de los carriles**

El Manual de diseño geométrico de Colombia, establece los rangos de calzada entre 6 m bajo ciertas condiciones y 7,3 m para permitir el paso de hasta 2 vehículos. Por lo cual el ancho del carril se encuentra entre 3 m y 3,65 m. Para implementar las franjas de parada se requiere un ancho de carril que no sea menor a 3 metros con el fin de permitir el adelantamiento de las motocicletas para acceder a la zona. El ancho de carril que permita que los motociclistas accedan a la franja es una de las características más importantes que se ha evidenciado en otras ciudades del mundo y que ha garantizado excelentes resultados.

## **5.3 Determinación del largo de la franja**

Para determinar las dimensiones de la franja, teniendo en cuenta las variables anteriores se usó el porcentaje de ocupación, definido como el número promedio de motocicletas que ocupan la franja sobre la capacidad de esta (Mulyadi, Motorcycle red Box Evaluation at Signalized Intersections in Bogor: Traffic Flow, Occupancy Rate and Stop Line Violation, 2017). El número promedio de motocicletas se calcula teniendo en cuenta la cantidad de motocicletas que se detienen en el semáforo y la capacidad está determinada por el área (largo x ancho) de la franja de parada dispuesta para su uso durante el tiempo de espera dividida en el área requerida por una motocicleta.

$$\frac{\text{Número promedio de motocicletas que ocupan la franja}}{\text{Capacidad de la franja}}$$

Por lo tanto, el cálculo del porcentaje de ocupación se calcula de la siguiente forma:

$$\frac{\text{Número promedio de motos} * \text{Área requerida por una moto}}{\text{Área total disputada para ser ocupada}}$$

El porcentaje de ocupación asumido para el cálculo es de 80% que corresponde a una buena ocupación como lo muestra la tabla 1.

**Tabla 1**

Clasificación del porcentaje de ocupación

Porcentaje de ocupación	Evaluación
>80%	Bueno
50% -80%	Marginal
<50%	Pobre

Nota. Tomado de Mulyadi, A. M. (2017). Motorcycle red Box Evaluation at Signalized Intersections in Bogor: Traffic Flow, Occupancy Rate and Stop Line Violation., (págs. 107-111).

#### 5.4 Resultados del dimensionamiento

Ya que se quiere determinar la longitud necesaria de la franja, se usaron los factores ya conocidos y se estableció la longitud para diferentes números de motocicletas por hora.

En las siguientes tablas se muestran los resultados del cálculo para 2, 3, 4 y 5 carriles, estas se encuentran clasificadas según el número de motocicletas que transitan por la intersección en el intervalo de una hora, además están fraccionadas dependiendo del ancho del carril, el número de carriles, y el tiempo en rojo del semáforo.

Después de realizar el análisis se pudo determinar que los valores no presentaban una gran variabilidad para las vías con un ancho de carril de 3 o 3,5 metros, por el contrario, el número de

carriles si genera una gran diferencia por eso se optó por separar las vías de 2 hasta 5 carriles para dimensionarlas por separado.

**Tabla 2**

*Largo de la franja para motocicletas, para vías de 2 carriles*

Motos/h	Longitud											
	Ancho del carril											
	$\geq 3,5$			$3 > x < 3,5$								
	3,5			3,0								
Tiempo rojo del semáforo												
30		40		50		30		40		50		
							2		carriles			
500	1,5	2,0	2,5	1,7	2,3	2,9						
600	1,8	2,4	3,0	2,1	2,8	3,5						
700	2,1	2,8	3,5	2,4	3,2	4,1						
800	2,4	3,2	4,0	2,8	3,7	4,6						
900	2,7	3,6	4,5	3,1	4,2	5,2						
1000	3,0	4,0	5,0	3,5	4,6	5,8						
1100	3,3	4,4	5,5	3,8	5,1	6,4						
1200	3,6	4,8	6,0	4,2	5,6	6,9						
1300	3,9	5,2	6,4	4,5	6,0	7,5						
1400	4,2	5,6	6,9	4,9	6,5	8,1						
1500	4,5	6,0	7,4	5,2	6,9	8,7						
1600	4,8	6,3	7,9	5,6	7,4	9,3						
1700	5,1	6,7	8,4	5,9	7,9	9,8						
1800	5,4	7,1	8,9	6,3	8,3	10,4						
1900	5,7	7,5	9,4	6,6	8,8	11,0						
2000	6,0	7,9	9,9	6,9	9,3	11,6						
2100	6,3	8,3	10,4	7,3	9,7	12,2						
2200	6,5	8,7	10,9	7,6	10,2	12,7						
2300	6,8	9,1	11,4	8,0	10,6	13,3						
2400	7,1	9,5	11,9	8,3	11,1	13,9						
2500	7,4	9,9	12,4	8,7	11,6	14,5						

**Tabla 3***Largo de la franja para motocicletas, para vías de 3 carriles*

Motos/h	Longitud					
	Ancho del carril					
	$\geq 3,5$			$3 > x < 3,5$		
	3,5			3,0		
	Tiempo rojo del semáforo					
	30	40	50	30	40	50
	3 carriles					
500	1,0	1,3	1,7	1,2	1,5	1,9
600	1,2	1,6	2,0	1,4	1,9	2,3
700	1,4	1,9	2,3	1,6	2,2	2,7
800	1,6	2,1	2,6	1,9	2,5	3,1
900	1,8	2,4	3,0	2,1	2,8	3,5
1000	2,0	2,6	3,3	2,3	3,1	3,9
1100	2,2	2,9	3,6	2,5	3,4	4,2
1200	2,4	3,2	4,0	2,8	3,7	4,6
1300	2,6	3,4	4,3	3,0	4,0	5,0
1400	2,8	3,7	4,6	3,2	4,3	5,4
1500	3,0	4,0	5,0	3,5	4,6	5,8
1600	3,2	4,2	5,3	3,7	4,9	6,2
1700	3,4	4,5	5,6	3,9	5,2	6,6
1800	3,6	4,8	6,0	4,2	5,6	6,9
1900	3,8	5,0	6,3	4,4	5,9	7,3
2000	4,0	5,3	6,6	4,6	6,2	7,7
2100	4,2	5,6	6,9	4,9	6,5	8,1
2200	4,4	5,8	7,3	5,1	6,8	8,5
2300	4,6	6,1	7,6	5,3	7,1	8,9
2400	4,8	6,3	7,9	5,6	7,4	9,3
2500	5,0	6,6	8,3	5,8	7,7	9,6

Realizar un análisis de las tablas 2 y 3 permite evidenciar que los valores por debajo de 800 motocicletas por hora en 2 y 3 carriles al requerir una longitud tan baja no son recomendados para aplicar la medida puesto que no se justificaría su implementación.

Además, en vías de 2 carriles los valores de la longitud de la franja son altos para un número de motocicletas mayor a 1900 con una duración de tiempo en rojo del semáforo menor a 30 segundos, y cuando la duración es hasta 50 segundos, incluso desde las 1200 motocicletas por hora llegando a necesitar más de 14 metros de longitud si el flujo de motocicletas por hora llegara a ser 2500. Si se dieran tales condiciones la medida será aplicada con una longitud máxima de 6 metros, aun necesitando una mayor dimensión, ya que adoptar una zona de dimensiones muy altas no es conveniente ni práctico pues genera una problemática al alejar demasiado a los demás vehículos del semáforo y de la intersección.

En las vías de 3 carriles donde podría ser más común encontrar alto flujo vehicular, el análisis muestra que por encima de 2300 motocicletas con una duración del semáforo en rojo de 30 segundos o menos e incluso alrededor de los 1800 con una duración de hasta 50 segundos, la franja requiere dimensiones que, aunque no llegan a ser tan altas como en vías de dos carriles, si es necesario para satisfacerlas optar por longitudes de casi 10 metros en los casos más críticos lo cual no es recomendable. Por esto la máxima longitud recomendada también es de 6 metros. Esta es una distancia que puede ser bien aprovechada y no generaría conflictos en la espera de los demás vehículos.

Cuando la longitud requerida de franja es tan alta es porque las condiciones son críticas, es decir es una combinación de alto flujo vehicular y alto tiempo de la luz roja del semáforo en vías de solo 2 y 3 carriles.

Para vías de 4 y 5 carriles, tal como se muestra a continuación, se realizó el análisis para determinar los largos de franja requeridos

**Tabla 4***Largo de la franja para motocicletas, para vías de 4 carriles*

Motos/h	Longitud					
	Ancho del carril					
	$\geq 3,5$			$3 > x < 3,5$		
	3,5			3,0		
	Tiempo del semáforo					
	30	40	50	30	40	50
	4 carriles					
500	0,7	1,0	1,2	0,9	1,2	1,4
600	0,9	1,2	1,5	1,0	1,4	1,7
700	1,0	1,4	1,7	1,2	1,6	2,0
800	1,2	1,6	2,0	1,4	1,9	2,3
900	1,3	1,8	2,2	1,6	2,1	2,6
1000	1,5	2,0	2,5	1,7	2,3	2,9
1100	1,6	2,2	2,7	1,9	2,5	3,2
1200	1,8	2,4	3,0	2,1	2,8	3,5
1300	1,9	2,6	3,2	2,3	3,0	3,8
1400	2,1	2,8	3,5	2,4	3,2	4,1
1500	2,2	3,0	3,7	2,6	3,5	4,3
1600	2,4	3,2	4,0	2,8	3,7	4,6
1700	2,5	3,4	4,2	3,0	3,9	4,9
1800	2,7	3,6	4,5	3,1	4,2	5,2
1900	2,8	3,8	4,7	3,3	4,4	5,5
2000	3,0	4,0	5,0	3,5	4,6	5,8
2100	3,1	4,2	5,2	3,6	4,9	6,1
2200	3,3	4,4	5,5	3,8	5,1	6,4
2300	3,4	4,6	5,7	4,0	5,3	6,7
2400	3,6	4,8	6,0	4,2	5,6	6,9
2500	3,7	5,0	6,2	4,3	5,8	7,2

Tal como se muestra en la tabla anterior en vías de 4 carriles donde circulan menos de 1000 motocicletas por hora, la longitud requerida de la franja es reducida, por lo cual no se justificaría su implementación, tal como sucede en vías de 5 carriles con menos de 1200 motocicletas y puede evidenciarse en la tabla 5.

**Tabla 5***Largo de la franja para motocicletas, para 5 carriles*

Motos/h	Longitud					
	Ancho del carril					
	$\geq 3,5$			$3 > x < 3,5$		
	3,5			3,0		
	Tiempo del semáforo					
	30	40	50	30	40	50
				5	carriles	
500	0,6	0,8	1,0	0,7	0,9	1,2
600	0,7	1,0	1,2	0,8	1,1	1,4
700	0,8	1,1	1,4	1,0	1,3	1,6
800	1,0	1,3	1,6	1,1	1,5	1,9
900	1,1	1,4	1,8	1,3	1,7	2,1
1000	1,2	1,6	2,0	1,4	1,9	2,3
1100	1,3	1,7	2,2	1,5	2,0	2,5
1200	1,4	1,9	2,4	1,7	2,2	2,8
1300	1,5	2,1	2,6	1,8	2,4	3,0
1400	1,7	2,2	2,8	1,9	2,6	3,2
1500	1,8	2,4	3,0	2,1	2,8	3,5
1600	1,9	2,5	3,2	2,2	3,0	3,7
1700	2,0	2,7	3,4	2,4	3,1	3,9
1800	2,1	2,9	3,6	2,5	3,3	4,2
1900	2,3	3,0	3,8	2,6	3,5	4,4
2000	2,4	3,2	4,0	2,8	3,7	4,6
2100	2,5	3,3	4,2	2,9	3,9	4,9
2200	2,6	3,5	4,4	3,1	4,1	5,1
2300	2,7	3,7	4,6	3,2	4,3	5,3
2400	2,9	3,8	4,8	3,3	4,4	5,6
2500	3,0	4,0	5,0	3,5	4,6	5,8

En estas vías de 4 y 5 carriles la longitud requerida de la franja cuando el volumen de motocicletas es alto se aleja menos del máximo de 6 metros ya que el ancho de la calzada es mayor.

Con el fin de generalizar los datos se optó por establecer los rangos de la siguiente forma para 2 y 3 carriles:

**Tabla 6***Dimensión de la franja en función de motocicletas por hora para 2 y 3 carriles*

<b>2 carriles</b>	<b>3 carriles</b>
800-1100	800-1500
4 metros	4 metros
1101-1600	1501 – 2100
5 metros	5 metros
1600-2500	2101-2500
6 metros	6 metros

Nota. Si el volumen de motocicletas superara lo establecido en la tabla debe usarse máximo 6 metros.

Para vías de 4 y 5 carriles, los rangos quedan tal como se muestra a continuación:

**Tabla 7***Dimensión de la franja en función de motocicletas por hora para 4 y 5 carriles*

<b>4 carriles</b>	<b>5 carriles</b>
1000-1600	1200 -1800
4 metros	4 metros
1601-2000	1801-2100
5 metros	5 metros
2001-2500	2101-2500
6 metros	6 metros

Nota. Si el volumen de motocicletas superara lo establecido en la tabla debe usarse máximo 6 metros.

## **5.5 Señalización horizontal**

### **5.5.1 Tipo de demarcación**

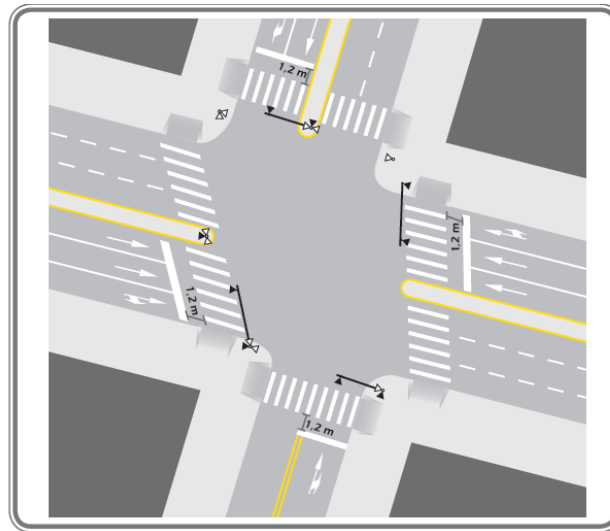
En el capítulo 3 Demarcaciones, del manual de señalización vial de Colombia, se describe la clasificación de las líneas transversales. Entre estas se encuentran las líneas de detención, que indican el lugar antes del cual los vehículos que se aproximan a una intersección deben detenerse. Estas son de color blanco, pueden ser continuas o segmentadas y en cuanto a su ancho específica

que “En vías con velocidades iguales o menores a 60 Km/h debe ser de 20 cm; en vías con velocidades máximas permitidas superiores a 60 Km/h, dicho ancho es de 30 cm” (Ministerio de Transporte, 2015).

Igualmente, en las demarcaciones para cruces se encuentra el cruce controlado por semáforo, el cual está conformada por “una línea de detención continua y las líneas que delimitan la senda para el cruce peatonal” (Ministerio de Transporte, 2015). La línea de detención se coloca a una distancia mínima de 1,2m de cualquier paso peatonal

### Figura 9

*Demarcación para cruce controlado por semáforo*



Nota. Tomado de Ministerio de Transporte. (2015). Manual de Señalización vial, Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclovías de Colombia.

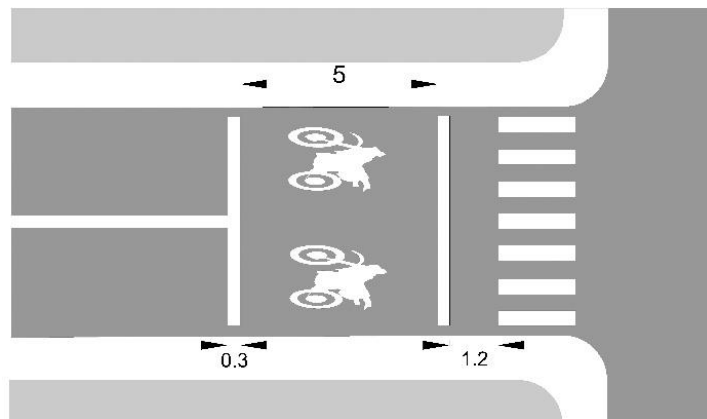
Teniendo en cuenta la definición, se plantea usar la señalización horizontal como se muestra a continuación:

La señalización horizontal se compone de dos líneas horizontales transversales al tránsito ubicadas de la siguiente forma:

- Línea de detención para motos: Línea continua de 30 cm de ancho ubicada a 1,2 metros del paso peatonal.
- Línea de detención para demás vehículos: Línea continua de 30 cm de ancho ubicada a 4, 5 o 6 metros de la línea de detención para motos dependiendo del número de motocicletas que circulan por la vía a intervenir tal como lo indican las tablas 2 y 3.

### Figura 10

*Dimensiones de franja de parada transitoria para zona de 5 metros*

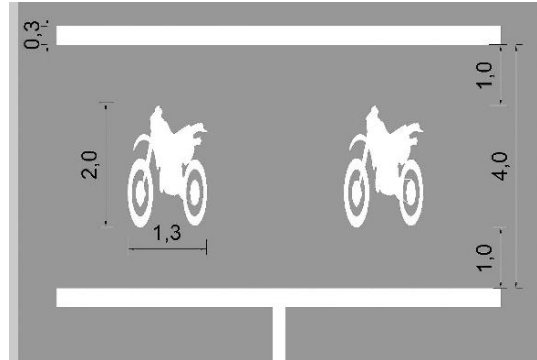


#### 5.5.2 Pictograma

El símbolo de la motocicleta debe estar en cada carril para indicar la exclusividad de la franja para los motociclistas. Sus dimensiones son 2 metros de alto y 1.3 de ancho en los tres tipos de franjas, ya sea de 4, 5 o 6 metros. Estará ubicado en el centro de cada carril y a la misma distancia de ambas líneas de parada.

**Figura 11**

*Pictograma de franjas de parada transitoria para motocicletas*

**5.5.3 Color**

Las líneas y el pictograma son blancas.

**5.5.4 Materiales para la demarcación**

El material usado para la demarcación debe cumplir con los requerimientos del Manual de señalización vial apartado 3.6. Puede usarse pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, cintas preformadas entre otros, siendo responsabilidad de las entidades correspondiente la elección según las características nocivas para la salud el medio ambiente y las condiciones propias de la vía, pero teniendo en cuenta la normativa respectiva que deben cumplir cada uno. Además deben cumplir valores mínimos de retrorreflexión por lo cual deben elaborarse con materiales apropiados incluyendo microesferas de vidrio, lentes prismáticos, o similar y deben seguir los procedimientos y selección de la normativa colombiana correspondiente.

**5.5.5 Equipos para la demarcación**

Los equipos usados para la demarcación deben cumplir con la normativa NTC 4744- 2 2011 y su aplicación debe seguir la norma NTC 4744-4 2011.

**Tabla 8***Normativa colombiana para las demarcaciones*

<i>Título</i>	<i>Norma NTC</i>
Materiales para demarcación	4744-1-2011
Equipos para la demarcación	4744-2-2011
Materiales Retroreflectividad	4744-3-2011
Control de aplicación	4744-4-2011
Pintura para la demarcación	1360-2011
Pintura en frío para la demarcación	1360-1-1999
Criterio de selección de las pinturas	1360-2-1994 (3ra actualización)
Materiales termoplásticos	5867-2011
Materiales laminados	5868-2011
Materiales - Microesferas de vidrio	2072 -2011

Nota. Adoptada de Ministerio de Transporte. (2015). Manual de Señalización vial, Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclovías de Colombia.

## **5.6 Señalización Vertical**

La señalización vertical que debe ser usada junto a la señalización horizontal, debe claramente indicar la exclusividad para las motocicletas en el área indicada. Se usará una señal reglamentaria en el lugar donde comienza la franja de parada y ocasionalmente una señal informativa metros antes.

### **5.6.1 Señal reglamentaria**

Para su diseño se usaron las características de las señales reglamentarias del manual de señalización. En el manual de Señalización de Colombia hay tres señales reglamentarias que se inscriben en un rectángulo, dos de estas con las mismas medidas según la velocidad máxima de la vía y se eligió usar estas medidas salvo la distancia vertical ya que parece excesiva e innecesaria dado el tamaño del símbolo y las letras de la nueva señal.

**Figura 12**

*Señal reglamentaria para franjas de parada transitoria*



Nota. Elaboración propia basado en Ministerio de Transporte. (2015). Manual de Señalización vial, Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclovías de Colombia.

**5.6.1.1 Tamaño.** El tamaño de la señalización está en función de la velocidad máxima permitida de la vía, tal como se muestra a continuación.

**Figura 13**

*Tamaño de la señal reglamentaria basado en la velocidad de la vía*



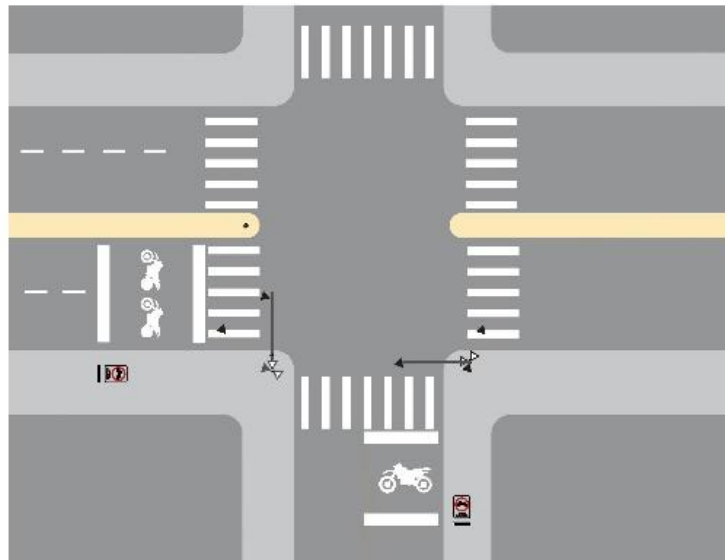
Nota. Elaboración propia basado en Ministerio de Transporte. (2015). Manual de Señalización vial, Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclovías de Colombia.

**5.6.1.2 Forma y color.** Tiene forma circular inscrita en un rectángulo de fondo blanco con el símbolo alusivo a las motocicletas que también usa el Manual en la señalización en el capítulo 2 y 6 y está acompañada de la frase “franja para motos”. La orla es color rojo y los símbolos son negros al igual que las letras. El tamaño de letras también es el mismo al igual que el tipo de letra, establecida en el anexo A del Manual de señalización, serie D.

**5.6.1.3 Ubicación longitudinal.** La señal reglamentaria debe ubicarse al inicio de la franja de parada, para indicar a las motocicletas que pueden acceder a esta y además indicar a los demás vehículos que dicha zona es exclusiva para la detención de motociclistas y no deben esperar en este lugar, tal cual se muestra a continuación

#### Figura 14

*Ubicación longitudinal de la señal reglamentaria*

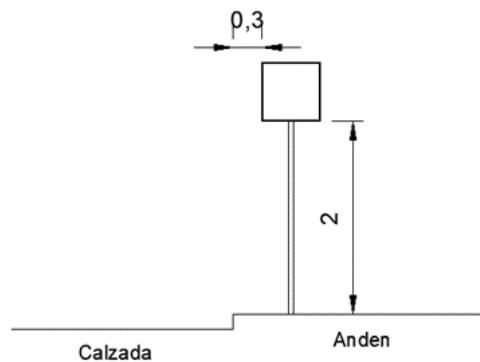


**5.6.1.4 Ubicación lateral.** Con respecto a la distancia de separación de la calzada se debe seguir lo especificado en el manual de señalización, capítulo 2. Para ser percibidas por los conductores dentro de  $10^\circ$  respecto de su eje visual debe estar a una distancia de 30 cm del inicio de la calzada.

**5.6.1.5 Altura.** Para determinar la altura necesaria también se tomó en cuenta lo indicado por el Manual de señalización. El rango de altura de la señal se encuentra entre 2 y 2,2 metros, pero para determinar la altura correcta es necesario estudiar las condiciones propias del lugar de ubicación con el fin de evitar por la presencia de algún obstáculo o vegetación existente interferencia con la visibilidad de la señal.

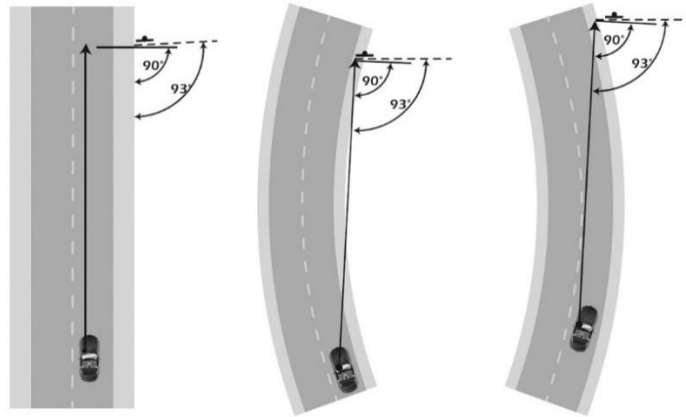
### Figura 15

*Ubicación lateral y altura de la señal vertical*



Nota. Adoptado de Ministerio de Transporte. (2015). Manual de Señalización vial, Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclovías de Colombia.

**5.6.1.6 Orientación.** La orientación de las señales debe formar un ángulo tal que disminuya el efecto de reflexión especular siguiendo lo indicado por el Manual de Señalización

**Figura 16***Orientación de la señal vertical*

Nota. Tomada de Elaboración propia basado en Ministerio de Transporte. (2015). Manual de Señalización vial, Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclovías de Colombia.

**5.6.1.7 Sistema de soporte y material del tablero.** El sistema de soporte de la señal y los materiales para el tablero serán los mismos que se especifican en el Manual de Señalización capítulo 2 y deben cumplir con los requerimientos allí consignados.

### **5.6.2 Señal Informativa**

Ocasionalmente puede resultar conveniente usar una señal informativa adicional con el fin de reforzar el conocimiento del uso de la franja, dado que por la longitud del tramo la señal reglamentaria no sea suficiente. Estos casos deben ser estudiados con anterioridad. En los demás casos con la señal reglamentaria y la demarcación el uso de la franja es evidente por lo tanto el uso de la señal informativa no es necesario. La señal informativa se muestra en la figura 17.

**5.6.2.1 Tamaño.** El tamaño de la señal está en función de la velocidad máxima permitida de la vía, tal como aparece en la figura 18.

**Figura 17***Señal informativa para las franjas de parada transitoria*

Nota. Elaboración propia basado en Elaboración propia basado en Ministerio de Transporte. (2015). Manual de Señalización vial, Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclovías de Colombia.

**Figura 18***Tamaño de la señal informativa basado en la velocidad vial máxima*

Nota. Elaboración propia basado en Elaboración propia basado en Ministerio de Transporte. (2015). Manual de Señalización vial, Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclovías de Colombia.

**5.6.2.2 Ubicación.** Debe ubicarse metros antes de empezar la franja. La distancia dependerá del tramo de la vía al cual quiera informarse dicha situación dado el caso que no sea evidente, pues es necesario que los motociclistas detenidos a una distancia donde no se perciba la prioridad conozcan la existencia de la franja de parada para que pueda ser aprovechada.

## **5.7 Características de la zona a intervenir**

La selección de los lugares a intervenir con esta señalización, se encuentran sujetos al cumplimiento de las siguientes características:

- Intersecciones semaforizadas donde circule un alto volumen de motocicletas, que cumpla con los rangos de las tablas 2 y 3.
- Intersecciones semaforizadas donde existe un alto índice de accidentalidad en las cuales se encuentren involucrados motociclistas.
- Intersecciones semaforizadas con ancho de carril que permita el adelantamiento de motocicletas a los vehículos para poder alcanzar las zonas de parada.
- En recorridos lineales y con secuencia de semáforos en verde.

## **5.8 Estudios preliminares**

Los estudios que deben ser realizados para implementar las zonas de parada, se realizan posteriormente a la identificación de los puntos donde se quiera dar prioridad a los motociclistas ya sea con el fin de disminuir accidentalidad, evitar incidentes con otros tipos de vehículos o por gran afluencia de motociclistas. Debe llevarse a cabo un conteo de vehículos automotores que transiten por la vía, donde se especifique el porcentaje de motocicletas con el fin de determinar

con este la dimensión más recomendable. Se debe además contar con los datos de ancho de la vía y duración del semáforo en rojo y realizar una verificación respecto al flujo de motocicletas y demás vehículos y así determinar si dicha duración del semáforo es la más conveniente dadas las condiciones de la intersección. Hay que recordar que estos factores afectan la respuesta que puede dar la medida, pues en vías con alta saturación de motociclistas donde las condiciones de la vía propician aún más la detención excesiva de vehículos en la intersección, aunque la franja de parada pueda obtener resultados beneficiosos podrían no ser suficientes.

En el manual de señalización para determinar las dimensiones del paso peatonal regulado por semáforo los conteos deben efectuarse en forma horaria para el (los) día (días) en que un análisis preliminar indique como más conflictivo y en al menos seis horas correspondientes al máximo flujo de motocicletas. Para esta medida como el dimensionamiento esta fraccionado también por rangos se usará el mismo procedimiento, tomando el promedio de las cuatro horas de mayor demanda.

## **5.9 Normativa Colombiana**

### **Normas generales para bicicletas, triciclos, motocicletas, motociclos y mototriciclos**

El Código Nacional de Tránsito Terrestre establece en su artículo 94 que “Los conductores de bicicletas, triciclos, motocicletas, motociclos y moto triciclos no deben adelantar a otros vehículos por la derecha o entre vehículos que transiten por sus respectivos carriles. Siempre utilizarán el carril libre a la izquierda del vehículo a sobrepasar”.

## 6. Conclusiones

La compra de motocicletas trae grandes ventajas para las familias colombianas, quienes las ven como fuentes de ingreso, de ahorro y sinónimo de progreso, dado esto el aumento de las motocicletas probablemente seguirá en aumento, por lo que es de gran importancia adoptar medidas que mejoren la seguridad para estos y para los demás usuarios de la vía.

Las franjas de parada transitoria para motocicletas son una medida que le otorga a los motociclistas una zona de parada en intersecciones que les permite mejor visibilidad y evita los conflictos con los demás vehículos al momento de avanzar con la luz verde del semáforo.

La implementación de las franjas de parada para motocicletas ha mostrado resultados positivos en otros países y ha pasado desde las pruebas piloto para determinar su efectividad en algunas intersecciones hasta llevarse a varias ciudades e incluso como en Sao Paulo adoptar su uso en el Manual de Señalización Urbana. Con su aplicación en el país se busca disminuir la accidentalidad, mejorar la seguridad en las intersecciones y proteger a los motociclistas.

Los resultados de las pruebas piloto en otros países determinan si la medida disminuye la accidentalidad y si es atendida por los usuarios de la vía, en Colombia ya existen pruebas piloto que confirman su utilidad y han generado buenos resultados, por lo cual generar la especificación técnica para su uso es el siguiente paso para contribuir a mejorar la seguridad vial.

Tomando como base la experiencia de algunas ciudades en el mundo se recolectó información para establecer las características que deben cumplir las franjas de parada transitoria para ser implementadas en Colombia y se complementó el documento acorde a las especificaciones técnicas del Manual de Señalización.

Intersecciones con alto flujo de motocicletas, bajo número de carriles y con duración de la luz roja del semáforo alta, generan gran cantidad de motocicletas detenidas, lo que requiere larga longitud de parada para acobijar a todos los usuarios. Lo cual genera inconvenientes al alejar a los demás vehículos del semáforo, por esto se estableció un máximo de longitud que pueda ser aprovechado y que no ocasione problemas en la intersección.

Los rangos del largo de la franja adoptados atienden la necesidad de la variabilidad de intersecciones en Colombia y se encuentran entre las dimensiones usadas en países con mayor y menor número de motocicletas matriculadas.

Con la implementación de las franjas de parada en Colombia, acompañadas de concientización constante y uso en vías con las características necesarias, se espera generar buenos resultados priorizando a los motociclistas en las intersecciones, mejorando la seguridad vial de estos y los demás actores de la vía.

## **7. Recomendaciones**

Futuros trabajos que pueden realizarse como complemento a la investigación son:

- Determinar en qué forma el uso del carril de solo motos podría acompañar las franjas de parada para aportar mejores resultados.
- Estudio de la necesidad de modificación del ciclo del semáforo por causa de la implementación de las franjas de parada.
- Estudios que logren agrupar intersecciones con características similares para generalizar la aplicación de la medida.
- Realización de modelamientos de los posibles resultados de algunas intersecciones teniendo en cuenta las variables que condicionan su aplicación.

### Referencias Bibliográficas

- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2019). *Boletín Estadístico Colombia Fallecidos y Lesionados, Comparativo ene - dic 2017p-2018p*.
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2020). *Boletín Estadístico Colombia - fallecidos y Lesionados, Comparativo 2018-2019*.
- Ajuntament de Barcelona. (December de 2015). “*Avaluació de la implantació de zones avançades per motocicletes y ciclomotors (ZAM) a Barcelona*. Obtenido de [https://issuu.com/buenaspracticasmotos/docs/d\\_1\\_avaluacio\\_zam\\_2015\\_v2](https://issuu.com/buenaspracticasmotos/docs/d_1_avaluacio_zam_2015_v2)
- Arnal Bigas, F. (s.f.). *Gestión de la movilidad de los V2RM en la ciudad de Barcelona*. Obtenido de [https://issuu.com/buenaspracticasmotos/docs/\\_1\\_\\_bcn\\_gestio\\_\\_n\\_movilidad\\_v2rm\\_20](https://issuu.com/buenaspracticasmotos/docs/_1__bcn_gestio__n_movilidad_v2rm_20)
- Auteco. (s.f.). *Moto Boxer 2021*. Obtenido de <https://www.auteco.com.co/motos-boxer/boxer-s-2021/>
- Banco Mundial. (s.f.). *Indonesia*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/pais/indonesia>
- Barnabé, S. (2017). *Frente Segura- Motocicletas E Bicicletas*. Sao Paulo.
- Cámara de la Industria Automotriz de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia. (2017). *Las motocicletas en Colombias: Aliadas del desarrollo del país. Estudio del sector*. Bogotá D.C: Cara a Cara Comunicación Integral E.U.
- Cámara de la Industria Automotriz de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia. (2019). *Las motocicletas en Colombia: aliadas del desarrollo del país*. Bogotá D.C: El Motero S.A.S.
- Companhia de Engenharia de Tráfego. (2019). *Manual de sinalização urbana - Horizontal*. Sao Paulo.

- CONASET Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. (s.f.). *Manual de Señalización de Tránsito*. Obtenido de <https://www.conaset.cl/manualsenalizacion/default.html>
- Cortés, S. J. (2011). *Muertes y lesiones no fatales por accidentes de transporte, Colombia, 2011*. Bogotá D.C.
- Dirección de Tránsito de Bucaramanga. (2017). *Estudio de Alternativas de priorización para la seguridad de los motociclistas en la ciudad de Bucaramanga*. Bucaramanga.
- Dirección General de Tráfico. (2015). *Normas y Señales Regulatoras de la Circulación*.
- Ferrerr, A., & Rubino, J. (2017). *Guía de Buenas Prácticas Internacionales para Motociclistas*. CAF.
- Gob.cl. (9 de Noviembre de 2018). *Este domingo entró en vigencia la ley que promueve una mejor convivencia vial*. Obtenido de <https://www.gob.cl/noticias/este-domingo-entra-en-vigencia-la-ley-que-promueve-una-mejor-convivencia-vial/>
- Ministerio de Transporte. (2015). *Manual de Señalización vial, Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia*.
- Ministerio de Transporte. (2015). *Plan Nacional de Seguridad Vial, Colombia 2011-2021*.
- Ministerio de Transporte. (17 de Julio de 2015). *Resolución 0002410-2015*. Obtenido de <https://web.mintransporte.gov.co/jspui/handle/001/7127/?mode=simple>
- Motor. (12 de Diciembre de 2019). *Se venderán más de 600 mil motos este año en el país*. Obtenido de <https://www.motor.com.co/actualidad/industria/noviembre-2019-46756-motos-ano-546785-colombia/33344>
- Mulyadi, A. M. (2013). Influence of red Motorcycle Box To The Traffic Conflict and Traffic Flow at the AHmad Yani-Laswi Signalized Intersection., (págs. 3-5). Beijing.

Mulyadi, A. M. (2017). Motorcycle red Box Evaluation at Signalized Intersections in Bogor: Traffic Flow, Occupancy Rate and Stop Line Violation., (págs. 107-111).

Organización Mundial de la Salud 2017. (2017). *Salve VIDAS - Paquete de medidas técnicas sobre seguridad vial*. Ginebra.

Organización Mundial de la Salud. (7 de Diciembre de 2018). *Accidentes de tránsito*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>

Registro Único Nacional de Tránsito. (Julio de 2020). *RUNT en cifras*. Obtenido de <https://www.runt.com.co/runt-en-cifras/parque-automotor>

World Health Organization. (2018). *Global Status Report On Road Safety*. Geneva.