

Análisis de la relación existente entre los accidentes viales y la señalización vial

Analysis of the connection between traffic accidents and traffic signs

ROMINA KATZ¹ - MARITZA CECILIA VILLAMIZAR ROPERO² - GERMÁN MEDINA³

1. Ingeniera civil de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina) y magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Ingeniería Vial y de Transporte del Israel Institute of Technology (Technion) (Israel). Profesora de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

2. Ingeniera civil de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, especialista en Diseño, Construcción y Construcción de Vías, y magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Tránsito y Transporte de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Profesora de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

3. Ingeniero civil de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, asistente de investigación y estudiante de la Maestría en Ingeniería Civil con énfasis en Tránsito y Transporte.

romina.katz@escuelaing.edu.co - maritza.villamizar@escuelaing.edu.co - german.medina@escuelaing.edu.co

Recibido: 29/06/2018 Aceptado: 05/08/2018

Disponible en http://www.escuelaing.edu.co/es/publicaciones_revista
<http://revistas.escuelaing.edu.co/index.php/reci>

Resumen

Un sistema de transporte tiene por objetivo proveer un movimiento seguro, eficiente y ambientalmente amigable de bienes y personas. Sus componentes deben funcionar en forma correcta.

Un componente vital es la señalización vial, pues si ésta es inadecuada puede generar efectos contrarios a su objetivo. Cada intersección vial es un punto de decisión para el usuario, y por eso se espera que exista una correcta señalización que reduzca en el usuario la tensión y la ansiedad, facilite la toma de una correcta decisión y contribuya a su seguridad.

En el presente artículo se analizará la señalización vial existente en cinco de las intersecciones con mayor número de accidentes registrados en los años 2015 y 2016 en la ciudad de Bogotá. Se comparará dicha señalización con la indicada por el manual (*Manual de señalización vial: dispositivos uniformes para regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas en Colombia*, actualizado en el año 2015).

El objetivo de esta investigación es establecer la posible relación entre la señalización vial existente o su ausencia, y la grave accidentalidad registrada en esas intersecciones viales.

Palabras claves: señalización vial, intersección vial, accidentes viales, seguridad vial.

Abstract

A transport system intends to provide a safe, efficient, and environmentally friendly movement of goods and people. Its components must function properly.

Traffic signs are essential components of this system and their failure to signal correctly can cause undesired effects. Every road intersection represents a decision point for the driver, therefore, it is expected that the correct signal can reduce their stress and anxiety, help them to make the correct decision, and contribute to road safety.

This paper will evaluate the current traffic signs in five of the most common intersections for traffic accidents during 2015 and 2016 in Bogota. These signals will be compared with the indicated signals in the manual (*Road Sign Manual - uniform traffic control devices for streets, roads, and bike paths in Colombia*, updated in 2015).

This research aims to establish a connection between traffic signs and accident rates at intersections.

Keywords: traffic sign, road intersection, traffic accidents, road safety.

INTRODUCCIÓN

Para que un sistema de transporte funcione correctamente debemos concentrarnos en el análisis, diseño y evaluación de dicho sistema, integrando de manera adecuada todos sus componentes.

Un elemento vital del sistema de transporte es la señalización vial, pero si ésta es inadecuada puede generar efectos contrarios a su objetivo. Es decir, si la señalización no es la correcta o se está utilizando en forma indiscriminada, afecta su credibilidad. Por lo tanto, se produce una falta de confianza y de respeto a la señalización en general, y se termina ignorando las señales incorrectas, pero lo más grave es que se termina desconociendo también aquellas que son correctas.

Se podría suponer que, frente a los avances tecnológicos, como el desarrollo de los vehículos autónomos, este tema perdería vigencia. Sin embargo, toda la información acopiada para la señalización es relevante para la automatización del tránsito.

Tal como lo pretende el *Manual de señalización* vigente en el país, la circulación vehicular y peatonal se debe guiar y regular con miras a garantizar su seguridad, fluidez, orden y comodidad; justamente a través de la señalización se indica a los actores del tránsito la forma correcta y segura de circular por las vías, evitar riesgos, orientar y facilitar la circulación y optimizar los tiempos de viaje.

Cada intersección entre vías en el viaje de un usuario es un punto de decisión. Una correcta señalización asegura la plena orientación del usuario, reduciendo su tensión y su ansiedad, facilitando la toma de decisión correcta y contribuyendo a la seguridad vial.

La señalización vial condiciona el comportamiento del usuario frente a determinadas situaciones que se desean destacar, mediante estímulos visuales que afectan las decisiones del usuario.

Una señalización correcta es aquella que le permite al conductor percibirla, leerla, procesarla y responder de una manera segura, sin interferir en el resto del tránsito. Sin embargo, nunca se debe considerar como garantía de seguridad ni puede sustituir a la conducción responsable. Además, la información que se puede transmitir en la señalización es poca, debido a las limitaciones en la capacidad de procesamiento de los datos por parte del usuario.

Es destacable que acerca del tema específico que se va a desarrollar en la presente investigación, hay escasas investigaciones precedentes.

Vale la pena citar la investigación desarrollada por S.O. Baltierra, candidato a doctor del posgrado en Diseño de la Unidad Xochimilco de la Universidad Autónoma Metropolitana (*Mala señalética, determinante en la ocurrencia de accidentes viales*. S.O. Baltierra, 2015), que concluyó que una mala señalización vial genera caos y percances. Cabe aclarar que el término *señalización* en la citada investigación abarcó todo tipo de dispositivos de control (semáforos, balizamiento, etc.) y no solamente señalización vertical, como se propone en el presente artículo.

Un sistema vial es complejo y los conductores necesitan ayuda para orientarse y lograr llegar a su destino a tiempo de una manera cómoda y segura. Por esto la señalización debe estar diseñada para ayudar al conductor en la orientación durante la conducción. Cada cruce o intersección entre vías en el viaje de un usuario es un punto de decisión.

Dentro de una ciudad el conductor está expuesto a recibir múltiples informaciones, por lo cual la transmisión de éstas debe ser simple, rápida y de comprensión universal. Por otro lado, si bien en un entorno rural la información que recibe el conductor es menor, las velocidades que se desarrollan son mayores; por tal razón, sigue siendo imperativo que la información sea simple y rápidamente comprensible.

Las metas de la señalización son:

- Evitar accidentes
- Aumentar la seguridad de la circulación
- Gestionar adecuadamente el tránsito
- Evitar viajes inútiles
- Orientar plenamente al usuario
- Reducir la tensión y la ansiedad del usuario

Por ello se debe indicar a los usuarios las precauciones (prevenciones) que deben tener en cuenta, las limitaciones (restricciones) que gobiernan el tramo en circulación e informaciones que son estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la calle o carretera.

Los requisitos fundamentales que debe cumplir la señalización son satisfacer una necesidad, llamar la atención, transmitir un mensaje simple y claro, imponer respeto a los usuarios y estar en el lugar adecuado para dar tiempo de reacción.

Toda señal debe ser clara, sencilla, uniforme y mantener continuidad. La claridad exige transmitir mensajes comprensibles fácilmente por los usuarios, no recargar la atención del conductor reiterando mensajes y, en todo caso, imponer las menores restricciones posibles a la circulación, eliminando las señales requeridas para definir determinadas circunstancias de la carretera o ciertas restricciones en su uso en cuanto cesen de existir esas condiciones o restricciones. La sencillez exige que se emplee el menor número posible de elementos, en tanto que la uniformidad requiere que los elementos utilizados, su implantación y los criterios de aplicación sean exclusivamente los descritos en la presente norma. La continuidad significa que un destino incluido una vez en la señalización se debe repetir en todos los carteles siguientes hasta que se alcance (citado de la norma 8.1 IC. Instrucción de Carreteras, Ministerio de Fomento, Gobierno de España).

En el *Manual* se definen las señales de tránsito como un “Dispositivo físico o marca vial que indica la forma correcta en que deben transitar los usuarios de las vías, y se instala a nivel de la vía para transmitir órdenes o instrucciones mediante palabras o símbolos”.

Las hay de distintas clases: reglamentarias, que indican limitaciones, prohibiciones o restricciones; preventivas, que advierten sobre una condición peligrosa, o informativas, que guían y suministran información necesaria sobre destinos, sitios turísticos y distancias, entre otras.

En el *Manual* se detallan las señales que se deben utilizar, justificando su uso, e indicando ubicación, dimensiones, colores y otras características.

METODOLOGÍA

Por intermedio del servicio de datos abiertos del Sistema Integrado de Información sobre Movilidad Urbano Regional (Simur), en su observatorio de movilidad, se obtuvo el registro de siniestralidad de los años 2015 y 2016, el cual contenía datos consolidados. No se utilizaron registros de accidentalidad anteriores a los años expresados, dado que no se puede asegurar la permanencia en el tiempo de las señales.

El registro utilizado contiene, entre otros, los siguientes ítems para cada accidente de tránsito:

- Accidente (código asignado al accidente)
- Fecha y hora
- Gravedad (daños, heridos, muertos)
- Clase de accidente
- Dirección
- Localidad
- Tipo de diseño (tramo, intersección, etc.)
- Número de muertos
- Número de heridos
- Causas
- Clima

De lo anterior se hizo un filtro, con el fin de obtener un banco de datos de accidentes ocurridos solo en intersecciones, para cada año estudiado. Posteriormente se efectuó un conteo de los accidentes ocurridos en cada dirección registrada.

Tras analizar los resultados obtenidos anteriormente, y priorizando la seguridad física (robos, asaltos, etc.) al momento de hacer la toma de datos en campo, se optó por llevar a cabo el estudio en las siguientes intersecciones (figura 1):

- Avenida Caracas con calle 60
- Calle 69 con carrera 15
- Calle 74 con carrera 23
- Avenida Boyacá con calle 170
- Avenida Ciudad de Cali con calle 72

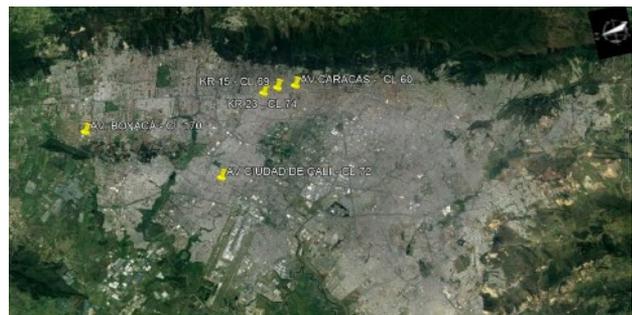


Figura 1. Ubicación geográfica de las intersecciones estudiadas.

Con el propósito de realizar la toma de datos de la señalización vertical existente en cada intersección, se procedió de la siguiente forma:

- Se dividió la intersección por accesos, de acuerdo con su orientación (norte, sur, este u oeste), y a su

vez, éstos se dividieron de acuerdo con su sentido (norte-sur, sur-norte, este-oeste, oeste-este).

- Se identificó la señalización vertical existente en cada acceso.
- Se tomaron los datos de cada señal vertical identificada en el acceso.
- Se utilizaron flexómetros, cintas y un sistema de posicionamiento global (GPS) para obtener la ubicación georreferenciada de cada señal.

Posteriormente, se consignaron las características de las señales identificadas (tabla 1).

Tabla 1
Formato de datos observados

Datos registrados	
Tipo de señal	
Ubicación	
Dimensiones	
Tamaño del símbolo	
Espesor de la orla	
Altura	
Color	
Estado de conservación	
Costados de la calzada	
Tipo de soporte	
Retroreflexión	

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se explica a qué hace referencia cada uno de los datos registrados en campo para cada señal:

Tipo de señal

Se clasificó el tipo de señal según el *Manual* y de acuerdo con la función que desempeña.

Se tomaron en cuenta tres grupos: señales reglamentarias (SR), señales preventivas (SP) y señales informativas (SI). Cabe aclarar que no se consideraron las señales transitorias (ST), ya que al ser temporales existe la posibilidad de que no se encontraran en el momento de los accidentes.

Ubicación

Se refiere a ubicación longitudinal. Se la midió desde el borde de la acera del acceso hasta la señal misma.

Dimensiones

Se refiere al tamaño de la señal, es decir, las dimensiones de su tablero. En el caso de que la señal fuera de forma rectangular, cuadrada o romboidal, se midieron su ancho y su alto, y en el caso de que la señal fuera circular, se midió su diámetro.

Tamaño del símbolo

Hace referencia a la altura del logo o leyenda en el interior de la señal, ya sean los caracteres de la leyenda, flechas, símbolos o pictogramas.

Espesor de la orla

Se refiere al ancho de la orla medida transversalmente a ésta.

Altura

Se refiere a la altura desde el borde lateral de la calzada hasta la parte inferior del tablero.

Color

Se registró el color del fondo del tablero, y se obtuvo la siguiente clasificación: blanco, amarillo, verde, verde fluorescente, rojo, azul y negro.

Estado de conservación

Se definieron tres categorías: bueno, vandalizado y malo.

Costados de la calzada

Se indicó si la señal está ubicada del lado derecho o izquierdo de la calzada, y en el caso de existir un separador central, se indicó si la señal está ubicada sobre éste.

Tipo de soporte

En el caso de señales laterales, se hace referencia al tipo de poste que sostiene la señal. La clasificación fue perfil tipo ángulo o tubular. En el caso de señales elevadas, se registraron como señales sostenidas por ménsulas.

Retroreflexión

La retroreflexión de la señalización se delimitó a las categorías de “SÍ” y “NO”, es decir, si ésta era existente o no, respectivamente.

Finalmente, se analizó en forma comparativa la situación existente de la señalización vial con las especificaciones del *Manual*, indicando si las cumple o no, buscando las potenciales desviaciones.

RESULTADOS

Avenida Caracas con calle 60

Ésta fue la intersección con mayor número de accidentes registrados en el 2016. Sin embargo, esta intersección, a diferencia de las demás, cuenta con la particularidad de que la totalidad de la señalización vertical se encuentra correctamente ubicada y en su mayoría justificada, de acuerdo con los parámetros del *Manual*, y el 70 % de las señales cumple con las dimensiones requeridas.

Aun así, se observa que el tamaño de los símbolos en más de la mitad de las señales evaluadas no es el correcto; en el 60 % de las señales la altura se encuentra fuera del rango permitido, y en el 60 % de los casos no se cuenta con la propiedad de retroreflexión. Adicionalmente, el estado de conservación en la mayoría de las señales es deficiente tal como sucede en las demás intersecciones.

Calle 69 con carrera 15

La intersección de la calle 69 con carrera 15, ambas vías locales, se ubica dos calles hacia el occidente de la avenida Caracas, una vía arteria de la ciudad. Por tal razón, el flujo principal observado se produce en sentido occidente-orientado, buscando incorporarse a ésta.

Esta intersección se identificó como la segunda con mayor número de accidentes registrados en el año 2016.

Se observó que, en dos de sus accesos, existe un predominio de “cumplimiento”. Sin embargo, cabe destacar que en el 58 % de la señalización vertical no se encuentra justificada la instalación en dicho sitio. Se encontró la presencia de señales de carácter temporal (no mayor de doce meses), pero al revisar fotografías a

través de la aplicación Street View de Google, se pudo establecer que dichas señales están instaladas desde el año 2013.

Adicionalmente, al momento de realizar el trabajo de campo se pudo observar que la visibilidad para el conductor que transita en sentido sur-norte se ve reducida por las construcciones adyacentes.

Calle 74 con carrera 23

Es la intersección con mayor número de accidentes registrados en el 2015.

En cuanto a ubicación y justificación de la señalización, hay muy pocas señales que cumplen con estos ítems; además, aunque las señales cumplen con las dimensiones estipuladas en el *Manual*, sólo el 27 % de éstas cuentan con la dimensión correcta de su respectivo símbolo. Así mismo, se observa un bajo nivel de cumplimiento en la altura de las señales y en la propiedad de retroreflexión, y a diferencia de las demás intersecciones, hay un mejor estado de conservación. Aun así, no todas las señales se encuentran en óptimas condiciones.

Avenida Boyacá con calle 170

Al analizar la señalización vertical como posible causa de tan alto índice de accidentalidad, se determinó que el 42 % de la señalización no se encuentra correctamente ubicada, el 37 % no está correctamente justificada, el 58 % de las señales no cumple con las dimensiones de los símbolos estipuladas en el *Manual* ni con la altura adecuada, y tampoco presenta buen estado de conservación; por último, el 63 % no presenta condiciones de retroreflexión, lo cual se traduce en baja o nula visibilidad de la señalización en condiciones de poca luz.

Adicionalmente, se observa que la señalización horizontal de la intersección se encuentra en mal estado o es inexistente en algunos accesos. El acceso de la calle 170, sentido orientado-occidente, registra la mayor cantidad de ítems negativos de todos los accesos.

Avenida Ciudad de Cali con calle 72

En esta intersección hay un predominio considerable de señales informativas, aun cuando éstas no se encuentren justificadas, mientras que las señales reglamentarias no cumplen con sus dimensiones y justificación.

A renglón seguido se representa gráficamente el porcentaje de cumplimiento de cada una de las características que se evaluaron para la señalización vertical encontrada en cada una de las cinco intersecciones. Dicho cumplimiento se basa en los parámetros del *Manual* (figuras 2 a 9).

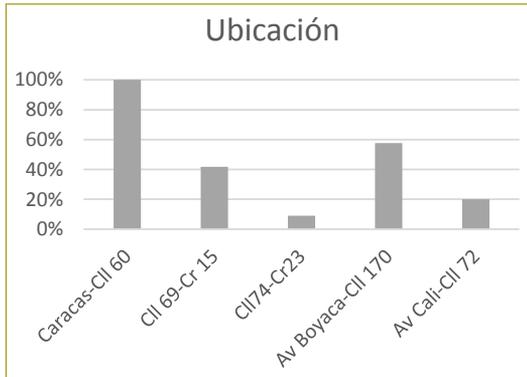


Figura 2. Porcentaje de cumplimiento de la ubicación.

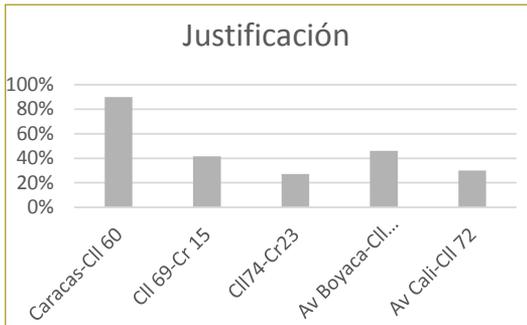


Figura 3. Porcentaje de cumplimiento de la justificación.

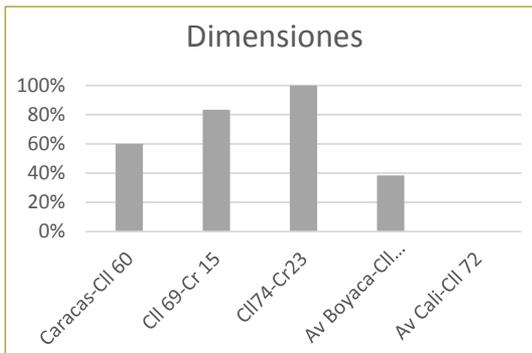


Figura 4. Porcentaje de cumplimiento de las dimensiones.

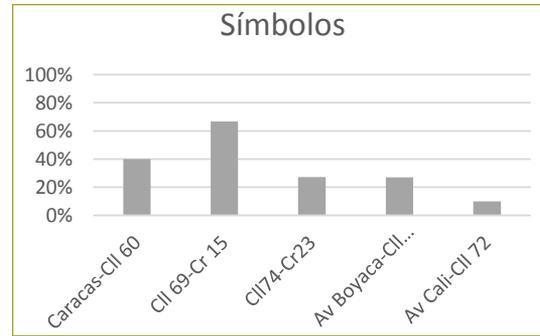


Figura 5. Porcentaje de cumplimiento de las dimensiones de los símbolos.

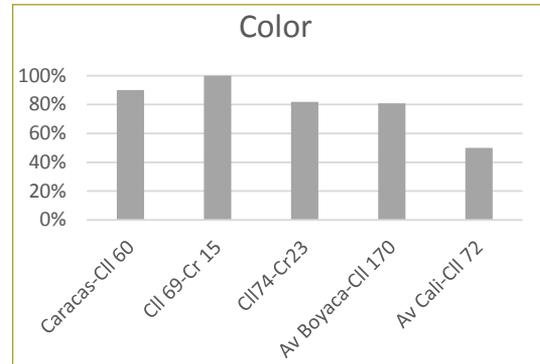


Figura 6. Porcentaje de cumplimiento del color.

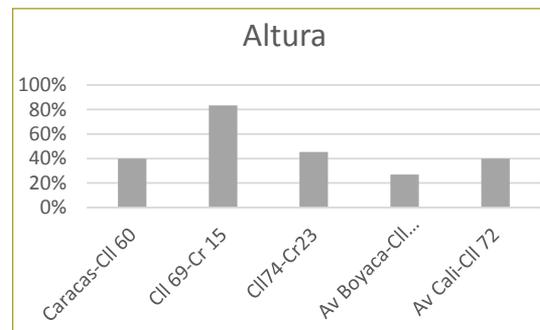


Figura 7. Porcentaje de cumplimiento de la altura.

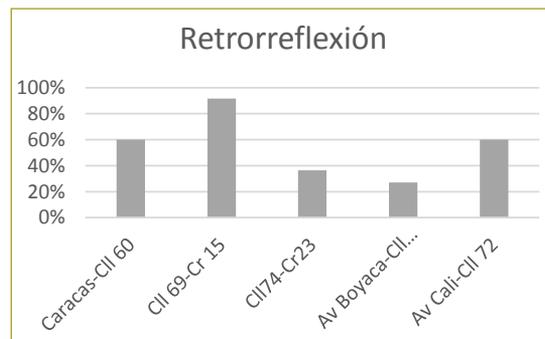


Figura 8. Porcentaje de cumplimiento de la retroreflexión.

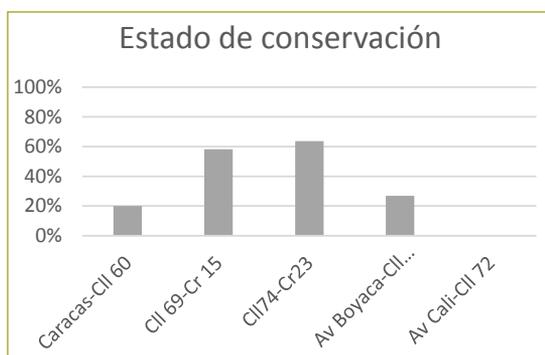


Figura 9. Porcentaje de cumplimiento del estado de conservación.

En la mayoría de las intersecciones evaluadas, la ubicación y la justificación presentaron bajos porcentajes de cumplimiento, siendo estos parámetros fundamentales en la seguridad de la intersección.

En la categoría de color de la señalización se encontró un alto porcentaje de cumplimiento, pero muchas de las señales preventivas de presencia de peatones y ciclistas en la vía (SP-46, SP-47, SP-49) son de color amarillo, mientras que en la versión actualizada del *Manual* figura que deberían ser verdes.

En general, en las categorías restantes (altura, dimensiones de la señal, dimensiones de los símbolos, retrorreflexión y estado de conservación) se encuentran porcentajes muy bajos de cumplimiento, siendo estas categorías determinantes para la percepción e identificación de la señalización por parte de los usuarios en el proceso de percepción y reacción.

CONCLUSIONES

Como resultado del presente estudio es posible concluir que existe una relación entre una inadecuada señalización y la accidentalidad vial.

Se estudiaron las intersecciones con mayor grado de accidentalidad, se analizó comparativamente la situación existente de la señalización vial con lo indicado en el *Manual* y se encontró que hay una marcada desviación entre ambos.

La señalización existente en las intersecciones analizadas presenta un alto grado de incumplimiento

respecto a las indicaciones brindadas por el *Manual*. Los incumplimientos más relevantes son la ubicación (en el espacio adecuado), la justificación (la necesaria razón de ser y estar), la altura de los símbolos (altura del logo o leyenda en el interior de la señal), la altura de la señal (altura del tablero respecto de la calzada) y el estado de conservación.

La conversión de señales provisionarias en definitivas y el intento de corregir problemas viales con señales verticales, en lugar de resolverlos utilizando otras herramientas (cambio de la geometría, educación vial, etc.), ocultan el problema e incluso llegan a incrementarlo.

En resumen, se puede deducir que la inadecuada señalización, ya sea por falta de claridad en las indicaciones del *Manual* o por uso inadecuado de éstas por parte de los encargados del diseño, es un factor que afecta a la seguridad vial e incide en la accidentalidad.

REFERENCIAS

- [1] Código Nacional de Tránsito Terrestre (2002). Ley 769, Colombia.
- [2] Código Nacional de Tránsito Terrestre (2008). Ley 1239, artículo 1, que modifica el artículo 106, Colombia.
- [3] <https://www.datos.gov.co/Transporte/2015-ACCIDENTES-DE-TR-NSITO-BOGOT-/32yr-pxav> [2015].
- [4] <https://www.datos.gov.co/Transporte/2016-ACCIDENTES-DE-TR-NSITO-BOGOT-/79fi-zm8c> [2016].
- [5] Gitelman, V. et al. (2012). An examination of the influence of crosswalk marking removal on pedestrian safety. Transportation Research Institute Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, Israel.
- [6] www.google.com.co/maps.
- [7] Ministerio de Fomento (2014). Señalización vertical de la Instrucción de Carreteras. Norma 8.1 IC, España.
- [8] Ministerio de Transporte (2004). *Manual de señalización vial, dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia*.
- [9] Ministerio de Transporte (2015). *Manual de señalización vial, dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia*.
- [10] Régimen legal de Bogotá. Decreto 190 de 2004, alcalde mayor.
- [11] Régimen legal de Bogotá. Decreto 469 de 2003, alcalde mayor.
- [12] Baltierra, S.O. (2015). Mala señalética, determinante en la ocurrencia de accidentes viales. México: Universidad Autónoma Metropolitana.