

Lineamientos de seguridad vial para la prevención de la accidentalidad vial en los corredores del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP). Caso de estudio: corredor de la avenida calle 72

Road safety guidelines to prevent accidentality in the Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) corridors. Case study: Avenida calle 72 corridor

CARLOS EDUARDO PUENTES GARCÍA¹ - MARITZA CECILIA VILLAMIZAR ROPERO²

1. Maestría en Ingeniería Civil.

2. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

carlos.puentes-g@escuelaing.edu.co - maritza.villamizar@escuelaing.edu.co

Recibido: 15/10/2017 Aceptado: 28/11/2017

Disponble en http://www.escuelaing.edu.co/es/publicaciones_revista

Resumen

En Colombia, los accidentes de tránsito son la segunda causa de muertes violentas. Por eso, el objetivo de la presente investigación es plantear lineamientos para la prevención de la accidentalidad vial y encontrar sus causas en los corredores del SITP. El sistema cuenta con cerca de 6500 vehículos (sin incluir información del SITP provisional) y diez zonas asignadas, pero en este trabajo sólo se estudió la accidentalidad vial de los vehículos asociados al SITP, tomando como base los cinco pilares del Plan Nacional de Seguridad Vial. Para ello se realizaron mapas de calor de los accidentes de tránsito correspondientes a los vehículos asociados a la zona de Engativá desde el año 2012 hasta junio del año 2017, lo que permitió determinar las zonas de mayor accidentalidad y las distancias desde hasta el evento al paradero más cercano.

De las áreas de mayor accidentalidad se seleccionaron registros para el análisis basado en la matriz de Haddon, y posteriormente se hicieron el análisis, procesamiento de datos y generación del informe final. Una vez procesados y depurados los datos se cargaron a TransCAD, se crearon mapas de calor asociando eventos al arco más cercano de la red de transporte y luego se generó un mapa de densidad. Con el

propósito de corroborar la tendencia de la información, se crearon mapas por año que evidenciaron el comportamiento de la accidentalidad y posibles zonas de riesgo.

Del anterior procesamiento surgieron siete sectores de riesgo, de los cuales se seleccionó el sector 4 con 366 eventos ubicado en la avenida calle 72, entre avenida Ciudad de Cali (carrera 86) y avenida Boyacá (carrera 72).

Del cálculo de la muestra teórica se tiene: $N=368$. El sector que más se ajusta es el número 4, con 366 eventos.

Como hipótesis nula se plantea que más del 50 % de los eventos de accidentalidad se producen a una distancia inferior o igual a 40 metros del paradero, debido a infraestructura deficiente en paraderos; como hipótesis alternativa se plantea que menos del 50 % de los eventos de accidentalidad se generan a una distancia inferior o igual a 40 metros del paradero debido a infraestructura deficiente en paraderos, obteniendo valor crítico: $Z_c = -1,64$ y valor prueba: $Z_p = 2,30$; se rechaza hipótesis alternativa y se acepta hipótesis nula.

De lo anterior se plantean lineamientos de seguridad vial para la prevención de la accidentalidad en los corredores del SITP.

Abstract

In Colombia traffic accidents are the second cause of violent deaths. The objective of the present investigation is to propose guidelines to prevent road accidents and to find their causes on the SITP corridors. The system has about 6,500 vehicles (not including information from Provisional SITP) and 10 assigned areas. This paper was limited only to road accidents of vehicles associated with this system based on the 5 pillars of the National Road Safety Plan. Traffic accidents heat maps corresponding to the vehicles associated with the Engativá area were carried out from 2012 to June 2017, allowing to identify the areas with the highest accident rates and longest distances from the event to the closest stop.

Data from the most accident-prone areas were selected for analysis based on the Haddon matrix. The analysis, data processing, and final report generation were then performed. Once processed and debugged, the data were loaded to TransCAD; heat maps were created by associating events to the closest arc of the transport network and a density map was subsequently generated. In order to corroborate the trend of the information, maps per year were created that showed the behavior of the accident and possible risk areas.

Of the previous processing, there are 7 risk sectors, of which sector 4 is selected with 366 events located at Av. Calle 72 between Av. Ciudad de Cali (Carrera 86) and Av. Boyacá (Carrera 72).

From the calculation of the theoretical sample we have: $N = 368$, the sector that best fits is number 4 with 366 events.

As a null hypothesis it is argued that more than 50% of the accident events are generated at a distance less than or equal to 40 meters from the stops due to infrastructure deficiencies and as an alternative hypothesis it is stated that less than 50% of accident events are generated at a distance less than or equal to 40 meters from the stops due to poor infrastructure, obtaining Critical value: $Z_c = -1.64$ and Test value: $Z_p = 2.30$, alternative hypothesis is rejected and null hypothesis is accepted. Consequently, road safety guidelines are proposed for the prevention of road accidents on the SITP corridors.

GLOSARIO

ANSV: Agencia Nacional de Seguridad Vial.

EDT: Estructura de desglose del trabajo.

Indicador: Medidas cualitativas o cuantitativas de registro que tienen por objetivo hacer seguimiento principalmente a estrategias planteadas por una organización y comprobar su eficacia y efectividad; deben ser medibles, sencillas y de fácil seguimiento.

PESV: Plan Estratégico de Seguridad Vial.

Es el instrumento de planificación que, oficialmente consignado en un documento, contiene las acciones, mecanismos, estrategias y medidas que deberán adoptar las diferentes entidades, organizaciones o empresas de los sectores público y privado existentes en Colombia, encaminadas a alcanzar la seguridad vial como algo inherente al ser humano y así evitar o reducir la accidentalidad vial de los integrantes de sus compañías,

empresas u organizaciones, y disminuir los efectos que puedan generar los accidentes de tránsito (Decreto 2851 de 2013).

PMBOK: Project Management Body of Knowledge.

PNSV: Plan Nacional de Seguridad Vial.

Plan basado en el diagnóstico de la accidentalidad y del funcionamiento de los sistemas de seguridad vial del país. Determinará objetivos, acciones y calendarios, de modo que concluyan en una acción multisectorial encaminada a reducir el número de víctimas por siniestros de tránsito. La Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) será el órgano responsable del proceso de elaboración, planificación, coordinación y seguimiento de este plan, que seguirá vigente hasta que se apruebe la ley y se promulgue un nuevo Plan Nacional de Seguridad Vial (Ley 1702 de 2013).

SITP: Sistema Integrado de Transporte Público.

Seguridad vial: Entiéndase por seguridad vial el conjunto de acciones y políticas dirigidas a prevenir, controlar y disminuir el riesgo de muerte o de lesión de las personas en sus desplazamientos, ya sea en medios motorizados o no motorizados. Se trata de un enfoque multidisciplinario sobre medidas que intervienen en todos los factores que contribuyen a los accidentes de tráfico en la vía, desde el diseño de la vía y equipamiento vial, el mantenimiento de las infraestructuras viales, la regulación del tráfico, el diseño de vehículos y los elementos de protección activa y pasiva, la inspección vehicular, la formación de conductores y los reglamentos de conductores, la educación e información de los usuarios de las vías, la supervisión policial y las sanciones, la gestión institucional, hasta la atención a las víctimas (Ley 1702 de 2013).

TMSA: Transmilenio S.A.

INTRODUCCIÓN

Las cifras de accidentalidad del SITP llegaron a valores de 4602 en el año 2016, con una cantidad de vehículos en operación de 6700, cifra muy alta comparada con lo ocurrido en el año 2010, donde se presentaron 4415 accidentes de tránsito con 15.312 vehículos en operación del TPC; por lo anterior, se realizó una investigación de la accidentalidad del SITP.

El objetivo de la presente investigación es plantear lineamientos para la prevención de la accidentalidad y encontrar sus causas en los corredores del SITP, aná-

lisis basado en los cinco pilares estratégicos del Plan Nacional de Seguridad Vial de 2012. Adicionalmente, como hipótesis nula se plantea que más del 50 % de los eventos de accidentalidad se generan a una distancia inferior o igual a 40 metros del paradero, debido a infraestructura deficiente en paraderos; como hipótesis alternativa se plantea que menos del 50 % de los eventos de accidentalidad se producen a una distancia inferior o igual a 40 metros del paradero, debido a infraestructura deficiente en paraderos.

El anterior análisis se basa en las siguientes teorías:

Teoría del dominó

Según W. H. Heinrich (1931), quien desarrolló la denominada teoría del “efecto dominó”, el 88 % de los accidentes están provocados por actos humanos peligrosos, el 10 %, por condiciones peligrosas y el 2 % por hechos fortuitos. Propuso una “secuencia de cinco factores en el accidente”, en la que cada uno actuaría sobre el siguiente de manera similar a como lo hacen las fichas de dominó, que van cayendo una sobre otra. He aquí la secuencia de los factores del accidente:

- Antecedentes y entorno social.
- Fallo del trabajador.
- Acto inseguro unido a un riesgo mecánico y físico.
- Accidente.
- Daño o lesión.

Heinrich propuso que, del mismo modo en que la retirada de una ficha de dominó de la fila interrumpe la secuencia de caída, la eliminación de uno de los factores evitaría el accidente y el daño resultante, siendo la ficha cuya retirada es esencial la número 3. Si bien Heinrich no ofreció dato alguno en apoyo de su teoría, ésta presenta un punto de partida útil para la discusión y una base para futuras investigaciones.

Teoría de la causalidad múltiple

Aunque procede de la teoría del dominó, la teoría de la causalidad múltiple defiende que, por cada accidente, pueden existir numerosos factores, causas y subcausas que contribuyan a su aparición, y que determinadas combinaciones de éstos provocan accidentes. De acuerdo con esta teoría, los factores propicios pueden agruparse en las dos categorías siguientes:

De comportamiento. En esta categoría se incluyen factores relativos al trabajador, como una actitud incorrecta, la falta de conocimientos y una condición física y mental inadecuada.

Ambientales. En esta categoría se incluye la protección inapropiada de otros elementos de trabajo peligrosos y el deterioro de los equipos por el uso y la aplicación de procedimientos inseguros.

El principal aporte de esta teoría es poner de manifiesto que un accidente pocas veces –por no decir ninguna– es el resultado de una sola causa o acción.

RESULTADOS



Figura 1. Mapa de densidad de puntos de accidentes de tránsito (septiembre de 2012 - junio de 2017).

Si bien los eventos de accidentes de tránsito son generalizados a lo largo de los corredores del Sistema Integrado de Transporte Público, existen zonas de mayor concentración.

Durante el primer año de operación, la flota del SITP era muy baja respecto a las condiciones actuales, y no presentaba una tendencia clara de los posibles puntos críticos.

Para el año 2013, el corredor de la avenida calle 72 se empieza a perfilar como una de las zonas más críticas y la salida del sector de Engativá se convierte en una zona de alto riesgo.

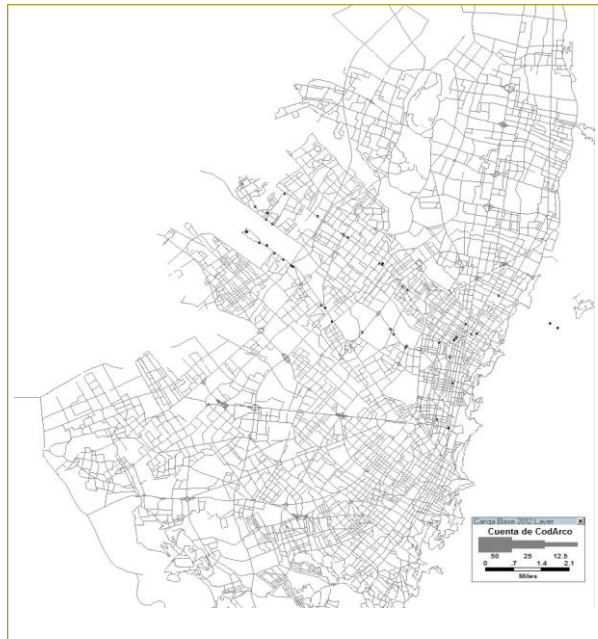


Figura 2. Mapa de calor de accidentes de tránsito en el año 2012.

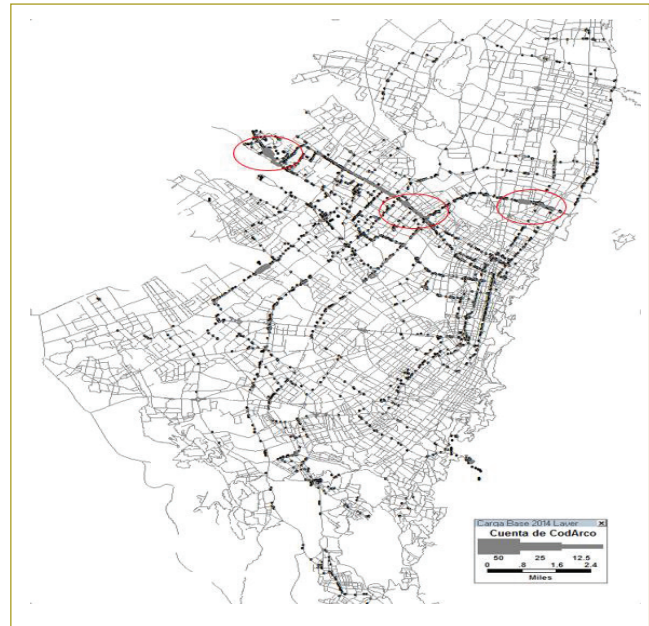


Figura 4. Mapa de calor de accidentes de tránsito en el año 2014.

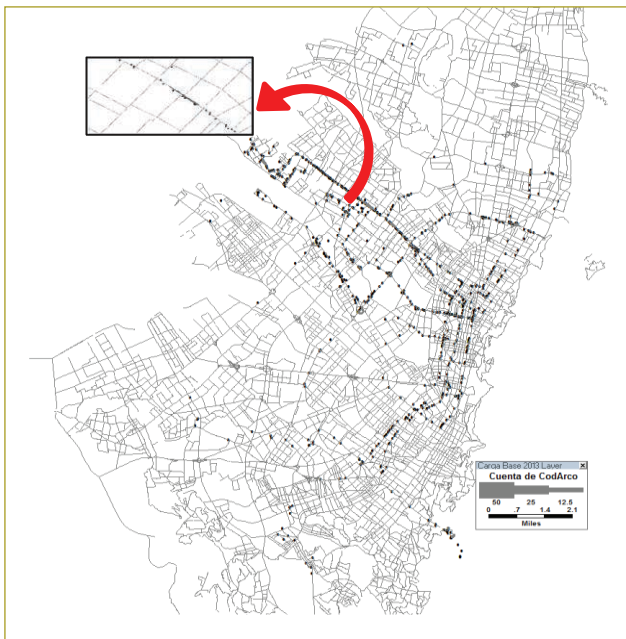


Figura 3. Mapa de calor de accidentes de tránsito en el año 2013.

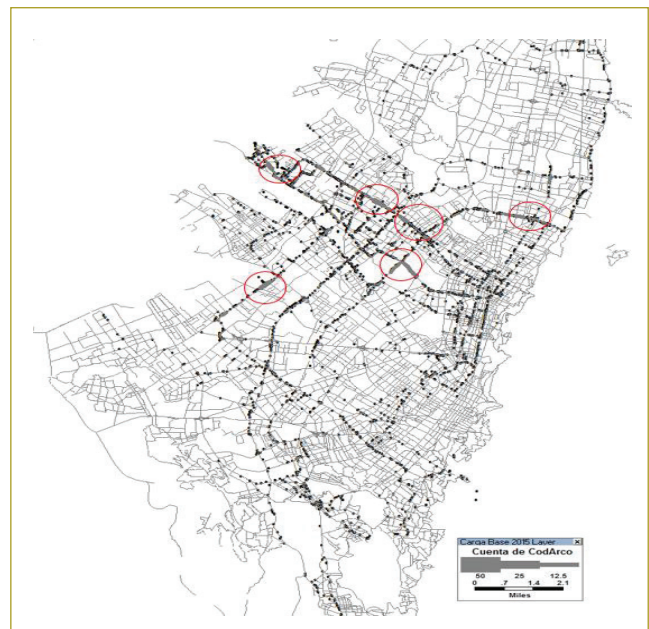


Figura 5. Mapa de calor de accidentes de tránsito en el año 2015.

Para el año 2014 ya hay tres zonas de riesgo, dos de las cuales coinciden con la información del año 2013; además, aparece la glorieta de la calle 100 con carrera 15 como un nuevo sector de alta accidentalidad.

En el año 2015, el sector de la avenida calle 72 con avenida carrera 68 ingresa dentro de las zonas más accidentadas y se perfila como uno de los puntos más críticos.

El año 2016 tiene características similares al 2015 y los puntos más críticos en accidentalidad se consolidan, como se observa en el mapa.

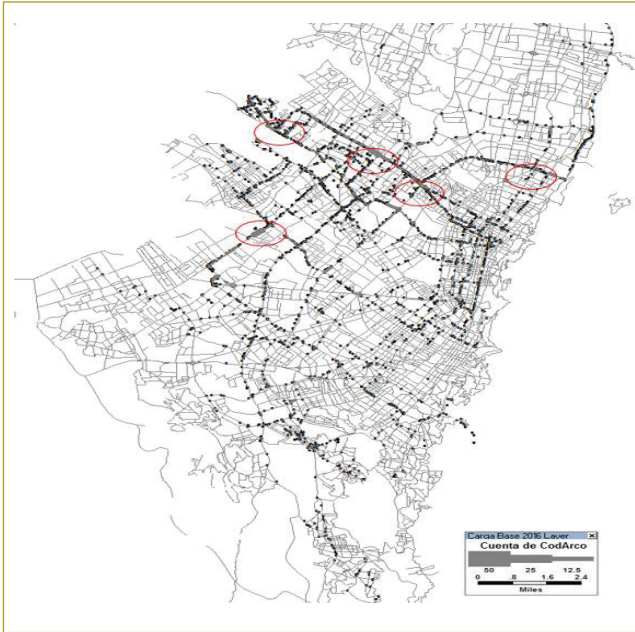


Figura 6. Mapa de calor de accidentes de tránsito en el año 2016.

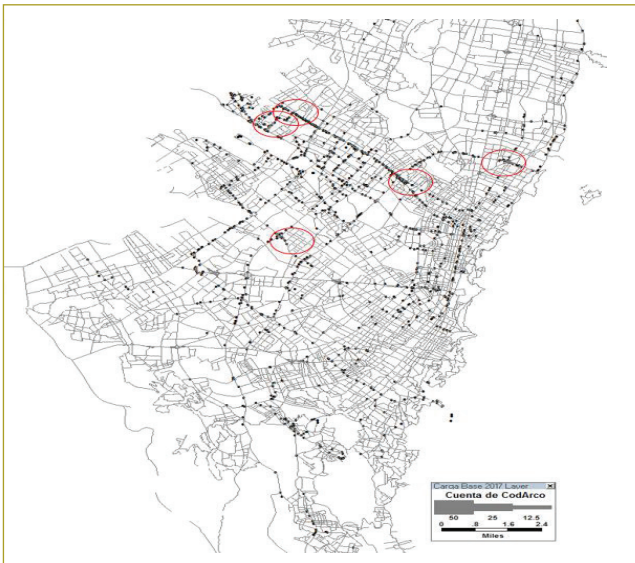


Figura 7. Mapa de calor de accidentes de tránsito en el año 2017.

En el primer semestre de 2017 se observa un comportamiento similar al de años anteriores, lo que muestra una tendencia en la accidentalidad de los vehículos asociados a este operador.

De acuerdo con las tendencias mostradas, el mapa general de accidentalidad arroja como posibles puntos de análisis siete zonas de riesgo; al cruzar estas zonas con las rutas asociadas, se observan de manera más clara los corredores donde se tiene influencia.

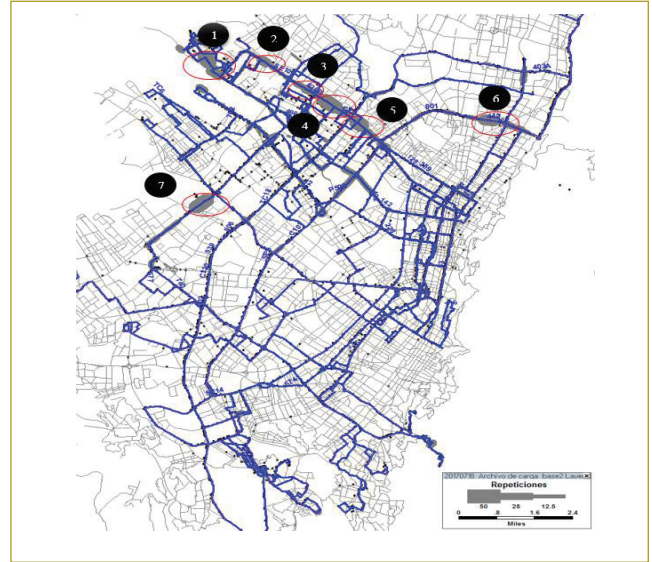


Figura 8. Sectores de mayor accidentalidad (total de registros válidos).

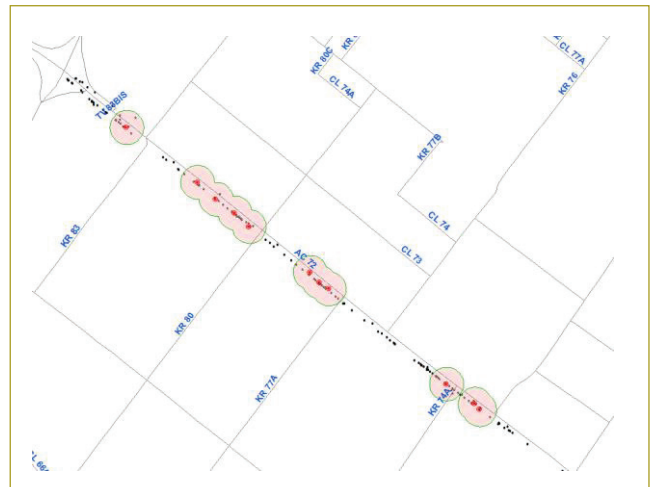


Figura 9. Área de influencia de los paraderos (muestra).

Se puede apreciar un radio de influencia de 40 metros en paraderos, valor asumido de acuerdo con las longitudes de las colas, esperas para acceso a paraderos y maniobras de giro para salidas de éstos; para ello se tomó como referencia la longitud de los vehículos tipo busetón de 50 pasajeros. Esta área de influencia es el área en la cual se considera en el presente estudio que un accidente está asociado a un paradero (figura 9).

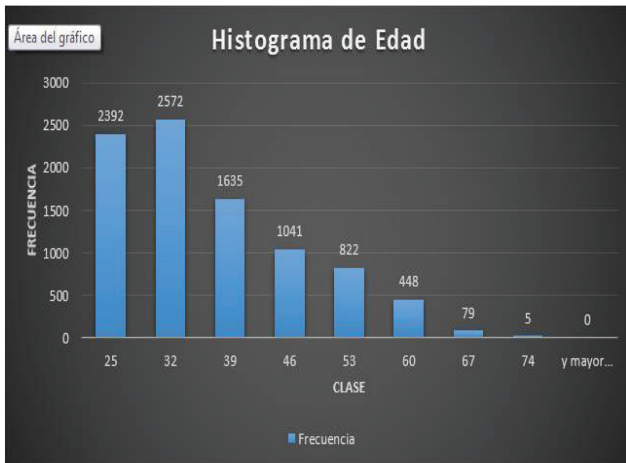


Figura 10. Histograma de la variable edad (total de registros válidos).

El histograma por edad muestra una alta concentración de la accidentalidad entre los 18 y los 32 años, con mayor acentuación en la población entre los 26 y los 32 años.

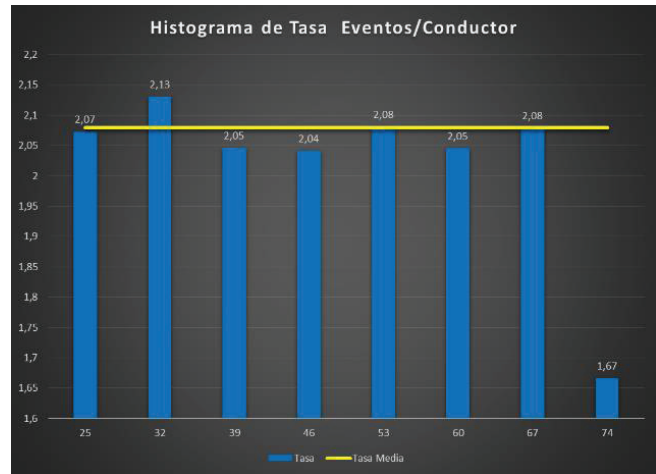


Figura 12. Tasa de eventos por conductor (total de registros válidos).

Esta figura es coherente con la información suministrada en la figura 10, ya que las mayores tasas de accidentalidad se generan entre los 18 y los 32 años (figura 12).

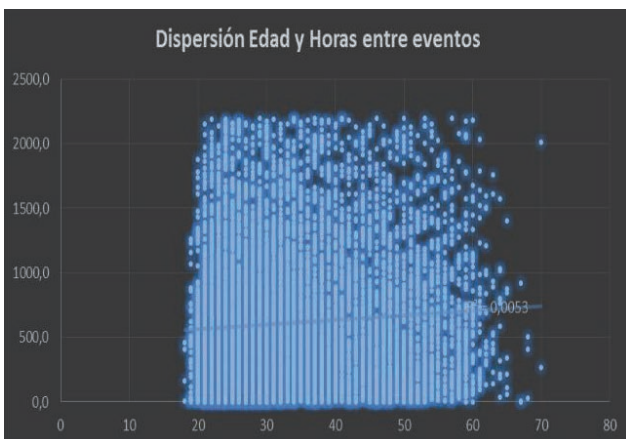


Figura 11. Dispersión de las variables edad y horas entre eventos (total de registros válidos).

En la dispersión de las variables edad y horas entre eventos (figura 11) hay una concentración significativa en las primeras 500 horas de operación y una menor concentración por encima de las 1500 horas entre eventos. De la misma manera, se observa que por encima de los 35 años se presenta menor frecuencia de accidentes; sin embargo, el valor de correlación es 0,07295929.

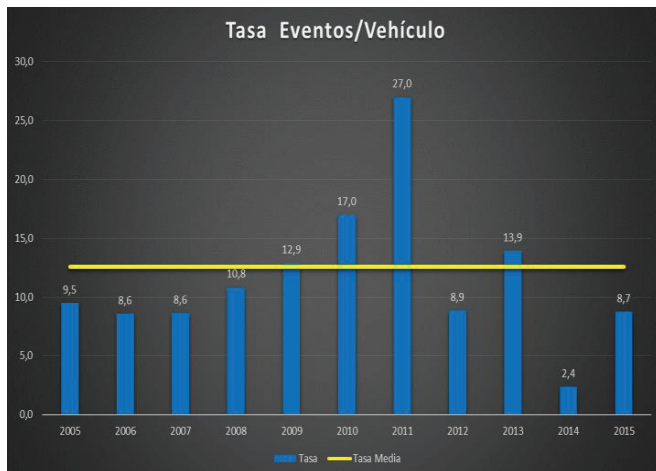


Figura 13. Tasa de eventos por vehículo (total de registros válidos).

Aunque los vehículos de modelo 2011 son relativamente actuales, son los que más cantidad de accidentes reportan respecto al total de la población.

En la figura siguiente se aprecia un efecto similar, donde la mayor cantidad de vehículos son de tipo buse-tón; sin embargo, la mayor tasa de eventos por tipología se encuentra en la tipología buseta (figura 14).

Una vez procesados y depurados los datos, se cargaron a TransCAD. El comportamiento general de la accidentalidad de los vehículos asociados a la zona de

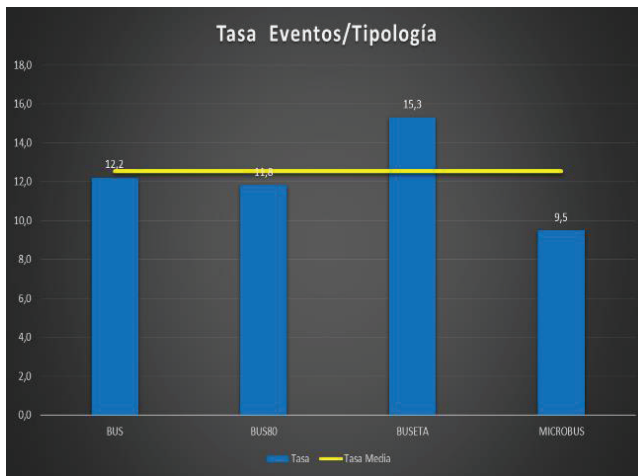


Figura 14. Tasa de eventos por tipología (total de registros válidos).

estudio que tienen una influencia directa en el corredor de la avenida calle 72 es fácil de observar (figura 1).

Se crearon mapas de densidad asociando eventos al arco más cercano de la red de transporte y posteriormente se generó un mapa de densidad (zonas demarcadas con color gris). Además, con el propósito de corroborar la tendencia de la información, se crearon mapas por año que evidenciaron el comportamiento de la accidentalidad y posibles zonas de riesgo de acuerdo con el ingreso de la flota sujeta al plan de implementación (figuras 2 a 7).

Una vez definida la población (tabla 1), se estima el tamaño de la muestra con el cálculo de n en poblaciones finitas.

N = tamaño de la población.

e = error de muestreo.

p = probabilidad a favor.

q = probabilidad en contra.

Z = valor correspondiente al nivel de confianza del 95 %.

n = tamaño de la muestra.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

$N = 8618$

$e = 0,05$

$p = 0,5$

$q = 0,5$

$Z = 1,96$, correspondiente a un 95 % de confianza

$n = 368$

Posteriormente, mediante muestreo por conglomerados y a partir de los sectores de mayor accidentalidad, se realiza un muestreo por conglomerados. Este análisis se basó en la información registrada en TransCAD para evaluar los sectores de mayor accidentalidad y el número de eventos en cada uno de ellos; así, se obtiene:

Sector 1: 247 eventos.

Sector 2: 81 eventos.

Sector 3: 149 eventos.

Sector 4: 366 eventos.

Sector 5: 361 eventos.

Sector 6: 249 eventos.

Sector 7: 79 eventos.

De acuerdo con lo anterior, el sector con mayor cantidad de eventos es el N.º 4, con 366.

Supuesto 1: Todos los eventos son homogéneos.

Como consecuencia de lo anterior y de acuerdo con el valor de n obtenido, se observa que el valor de $n = 368$ y el valor del sector 4 = 366 son cercanos (figura 8), por lo cual se establece el sector 4 como el tramo de estudio de la presente investigación (figura 9).

En el análisis de información no se consideró la severidad, y se incluyeron los accidentes, incidentes y percances, de conformidad con la definición del manual de operaciones del SITP para el componente zonal.

Tabla 1
Depuración de datos, fase 3

Ítem	Número
Registros totales	12.431
Registros repetidos	107
Sin descripción en columna afectación	338
Coordenadas X o Y con datos inválidos	504
Posición real = No	176
Tipo de servicio = alimentador o troncal	63
Total parcial	11.243
Códigos de conductor inválidos	70
Códigos inexistentes en el reporte de nómina	228
Otros	12
Sin evento 1 + horas periodo de prueba	1333
BoxPlot	606
Vehículos con códigos incorrectos	376
Total general	8618
% datos válidos como población	69,3

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del objetivo general

Se plantean como lineamientos de seguridad vial para la prevención de la accidentalidad vial en los corredores del SITP las siguientes premisas:

- El mayor valor es la vida misma.
- No se transportan personas, se mueve el futuro.
- La mayor prueba del respeto por la vida es el respeto por las normas de tránsito.
- Identificar los puntos más críticos de accidentalidad es prevención.
- Reforzar la seguridad vial en todos los módulos de capacitación.
- Realizar campañas periódicas de sensibilización.
- Realizar por lo menos una campaña de seguridad vial en vía, cada dos meses, en la zona de mayor accidentalidad en ese bimestre y referente al tema relacionado con la causa de los accidentes.
- Reforzar el plan de inducción en hábitos de conducción.
- Con excepción de casos especiales, no rotar a los conductores entre tipologías o rutas en las primeras 400 horas de operación.
- Involucrar a los diferentes actores de la vía.
- Cada tipología usada debe contener una ruta de entrenamiento a la que ingresen conductores nuevos o de ascensos.

De los objetivos específicos

Gestión institucional

Si bien no es concluyente, si se carece de un proceso de reconstrucción de accidentes se reduce la posibilidad de aprendizaje sobre las causas reales de la accidentalidad y la capacidad de realimentación al personal relacionado con el análisis, seguimiento y control de la accidentalidad de las compañías operadoras del SITP.

Aunque en la columna causalidad de la base de datos se tiene información de la imputación, se sugiere hacer una separación entre responsable y causa; por lo tanto, se plantea la opción de tener dos columnas: una en que se maneje el pilar estratégico en el que se enmarca el evento y otra (causalidad) en que se registren los comportamientos o variables que influyeron en éste, teniendo en cuenta que en un mismo evento pueden influir diferentes pilares y diferentes variables.

Para estandarizar los criterios de codificación de causalidad se sugiere realizar *focus group* que incluyan a conductores, personal de la operación y técnicos de control, entre otros. El resultado será la causalidad por pilar estratégico, con el fin de permitir un análisis multicriterio y, como consecuencia, una estrategia integral.

Se recomiendan el diseño, puesta en marcha y seguimiento de un procedimiento de reconstrucción de accidentes.

Comportamiento humano

Aun cuando no existe una correlación directa entre la edad y la cantidad de horas de conducción entre eventos, se evidencia que la edad sí es un factor que incide en la accidentalidad, de acuerdo con la información analizada; para el presente análisis la edad entre 26 y 32 años representa la mayor frecuencia de accidentalidad (figura 10).

Se recomienda hacer un seguimiento histórico por conductor, ya que algunos de ellos están cercanos a los 30 eventos.

Se recomienda hacer un análisis detallado de la correlación entre edad >40 y las horas entre eventos, con el fin de confirmar las observaciones de la figura 11, mayor tiempo entre eventos por encima de 40 años.

Realizar un análisis de multicausalidad de los eventos asociados a conductores con edades inferiores o iguales a los 32 años, dado que de acuerdo a la figura 12 poseen las mayores tasas con las mayores representatividades de la población.

Enfocar el diseño de estrategias de prevención en el personal con edades inferiores a los 32 años, según el análisis de multicausalidad sugerido.

Hacer un análisis de causalidad de cada primer evento por conductor generado entre las primeras 400 horas de operación, equivalentes a los dos meses del periodo de prueba, para reforzar el plan de inducción, dado que cerca del 10,7 % de conductores tienen eventos durante este periodo.

En casos de ascensos, aunque el conductor tiene experiencia, si pasa a un vehículo de mayores dimensiones, caso busetón - padrón, existe mayor probabilidad de accidentalidad.

Atención y rehabilitación de víctimas

No existe un seguimiento continuo a víctimas que permita la sensibilización como canal de prevención de la accidentalidad.

Infraestructura

Los accidentes a lo largo del tramo analizado, y de manera visual en el aplicativo TransCAD, tienen un comportamiento similar. Hay mayor aglomeración de eventos cercanos a paraderos en una vía de dos carriles por sentido y sin bahías para paraderos.

Existen paraderos cercanos a intersecciones con distancias aproximadas de 60 metros, lo que puede ocasionar colas de vehículos y posibles obstaculizaciones de las intersecciones por motivo del ascenso y descenso de pasajeros.

Realizar inspecciones en campo de las condiciones operativas en vía de los tramos presentados en la figura 14, evaluando, velocidad, iluminación, señalización.

Vehículos

De acuerdo con las condiciones generales de accidentalidad analizadas en el presente artículo, la edad de la flota no está relacionada con la frecuencia de la accidentalidad (figura 13); sin embargo, es necesario mejorar la calidad del registro de información en la variable causalidad, con el fin de encontrar causas reales más que una simple clasificación.

Hacer un análisis de los eventos asociados a la flota de modelo 2013, atribuible al pilar estratégico vehículos con causalidad mantenimiento o falla mecánica.

Se recomienda realizar un análisis integral para la tipología buseta, dada la alta tasa de eventos (figura 14), que contemple infraestructura en tramos comunes por ruta basados en las siete zonas de mayor riesgo detectadas en el presente estudio.

Según las condiciones generales de accidentalidad analizadas, las horas donde se presenta la mayor cantidad de eventos relacionados con la accidentalidad corresponde a las 7, 8, 18 y 19 horas, momentos conocidos como horas pico o saliendo de pico para el tipo de día hábil; sin embargo, son instantes donde el 100 % de los vehículos del Sistema Integrado de Transporte Público se encuentran en la vía, con excepción de casos por fuerza mayor, como mantenimiento correctivo, fallas de última hora o falta de conductor.

Recomendaciones generales

Elaborar un modelo de pronóstico de accidentes, de acuerdo con criterios multivariados. Se sugiere tener en cuenta la edad, cantidad de accidentes, cantidad de horas entre eventos y probabilidad o riesgo.

Gestionar una red de apoyo y capacitación de conductores a escala distrital que involucre una colaboración mutua de los sectores público y privado que permita contar con un banco de datos para la contratación de conductores líderes en la vía.

De la hipótesis

Se acepta H_0 .

No se puede afirmar que menos del 50 % de la muestra tienen una distancia inferior o igual a 40 metros del paradero, con un nivel de significancia del 5 %.

De la teoría al campo

Es necesario realizar tomas de información de manera periódica, en vía, que permita la calibración del instrumento de recolección de datos usado para el registro de la información.

Contribuciones de la investigación

Permite un acercamiento a las condiciones de operación del SITP, en las que se evidencia una *big data* gestionable para la toma de decisiones.

Para el caso del Sistema Integrado de Transporte Público, el presente análisis no arroja una correlación entre la edad y la cantidad de horas entre eventos asociados a la accidentalidad, ni tampoco de la variable edad y número de eventos.

Recomendaciones para futuras investigaciones

Realizar un análisis de causalidad de los datos asociados a los eventos generados por debajo de las 400 horas de operación.

Mejorar el proceso de registro de la información, en especial en ítems como causalidad.

Elaboración de una matriz de riesgos de sectores viales para el fortalecimiento de campañas en vía que involucren diversos actores, como peatón, ciclista y motociclista.

Hacer un análisis detallado de causalidad en el rango de edad entre los 26 y 32 años que permita evidenciar comportamientos que influyan en la accidentalidad.

Realizar un análisis de colas en paraderos cercanos y posteriores a las intersecciones para determinar la tasa de llegada y la longitud de ésta de los vehículos que acceden al paradero evaluado.

REFERENCIAS

- CCB y Universidad de los Andes (2011). Accidentalidad vial. *Observatorio de Movilidad* (6), p. 27.
- CCB y Universidad de los Andes (2015). *Observatorio de Movilidad* (9), p. 27.
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (2016). La importancia del factor humano en la explicación de los accidentes de tránsito. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería* (102), p.16.
- González y Posada (2009). [www.scielo.org.co](http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n53/n53a09.pdf). Medellín, Colombia. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n53/n53a09.pdf>.
- Icar, Fuentelsaz & Pulpón (2006). [www.publicacions.ub.edu](http://www.publicacions.ub.edu/refs/indices/06677.pdf). Recuperado de <http://www.publicacions.ub.edu/refs/indices/06677.pdf>.
- Ministerio de Transporte (2015). Plan Nacional de Seguridad Vial. Colombia, 2011-2021. Recuperado de https://www.mintransporte.gov.co/Publicaciones/plan_nacional_de_seguridad_vial.
- OIT (2001). *Enciclopedia de la OIT*. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/56.pdf>.
- OMS (2013). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2013*. Recuperado de http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/summary_es.pdf.
- OMS (2011). *Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial, 2011-2020*. Recuperado de http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/plan_spanish.pdf?ua=1.
- Redacción Bogotá (2017). Buses del SITP, involucrados en más de 4600 accidentes en sólo 2016. *El Espectador*. Recuperado de <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/buses-del-sitp-involucrados-mas-de-4600-accidentes-solo-articulo-674546>.
- Runyan, C. (1998). *Using the Haddon Matrix: Introducing the Third Dimension*. Injury Prevention.
- Tamayo, M. (2007). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa S.A.
- Vargas, D. (2015). *Comportamiento de muertes y lesiones por accidentes de transporte*. Recuperado de <http://www.medicinalegal.gov.co/documents/88730/3418907/8.+ACCIDENTES+DE+TRANSPORTE-1+parte.pdf/5e486319-b05d-4ad5-8a25-5f8576fff729>.