



DYNA

ISSN: 0012-7353

Universidad Nacional de Colombia

Torres-Sandoval, Fabian Alfredo

Determinación de conductas inseguras en conductores de bus y su relación con accidentes de tránsito. Estudio de caso de una empresa de transporte público en Colombia

DYNA, vol. 84, núm. 203, 2017, Octubre-Diciembre, pp. 263-272

Universidad Nacional de Colombia

DOI: <https://doi.org/10.15446/dyna.v84n203.67544>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49655603034>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org  
UAEM

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Determination of unsafe behavior in bus drivers and its relationship to traffic accidents. Case study of a company of public transport in Colombia

Fabian Alfredo Torres-Sandoval

*Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia. fabian.torres01@uptc.edu.co*

Received: September 7<sup>th</sup>, 2017. Received in revised form: October 10<sup>th</sup>, 2017. Accepted: October 25<sup>th</sup>, 2017

## Abstract

A cross-sectional observational study with descriptive and analytical approach that aims at determining unsafe behavior of bus drivers from a company of public transportation and its relation to traffic accidents was conducted in a probability sample of 127 drivers. The results showed that drivers performed an average of 86.86 unsafe driving behaviors for every two hours of travel time; the most frequent behavior was speeding, while not keeping a safe distance was the main cause of the company's bus accidents. The correlation between unsafe behavior and causes of accidents in the company was positive but non-significant. The information gathered will allow to modify behaviors from unsafe to safe, as a future strategy for the improvement of road safety.

**Keywords:** Unsafe behaviors; bus drivers; traffic accidents; non-participatory observation.

# Determinación de conductas inseguras en conductores de bus y su relación con accidentes de tránsito. Estudio de caso de una empresa de transporte público en Colombia

## Resumen

Se realizó un estudio observacional de corte transversal con enfoque descriptivo analítico con el objetivo de determinar conductas inseguras en conductores de bus de una empresa de transporte público y su relación con accidentes de tránsito en una muestra probabilística de 127 conductores. Los resultados muestran que los conductores realizaron en promedio 86,86 conductas inseguras por cada dos horas de recorrido; de estas, el exceso de velocidad presentó mayor frecuencia, mientras que la principal causa de los accidentes de bus de la empresa fue no mantener distancia de seguridad. La correlación entre las conductas inseguras y las causas de los accidentes de la empresa es positiva pero no significativa. La información recolectada permitirá modificar las conductas inseguras mediante el aprendizaje de conductas seguras, como futura estrategia para el mejoramiento de la seguridad vial.

**Palabras clave:** Conductas inseguras; conductores de bus; accidentes de tránsito; observación no participativa.

## 1. Introducción

Los accidentes de tránsito constituyen un problema para la salud pública y la economía a nivel mundial [1,2]. Se estima que 1,2 millones de personas pierden la vida y hasta 50 millones resultan heridas debido a accidentes de tránsito cada año [1,3,4].

En Colombia, de acuerdo con un informe de la Contraloría General de la República sobre seguridad vial, las

muertes por accidentes de tránsito son después de los homicidios, la segunda causa de muerte violenta [5]; entre los años 2013 y 2015 por accidentes en los diferentes medios de transporte terrestre automotor resultaron muertas 18989 personas y 130930 heridas; de estas, 230 personas perdieron la vida y 5139 resultaron heridas en accidentes de bus [6-8].

Este proyecto tomó como caso de estudio una empresa trasportadora ubicada en la ciudad de Sogamoso, Boyacá,

**How to cite:** Torres-Sandoval, F.A., Determinación de conductas inseguras en conductores de bus y su relación con accidentes de tránsito. Estudio de caso de una empresa de transporte público en Colombia DYNA, 84(203), pp. 263-272, December, 2017.

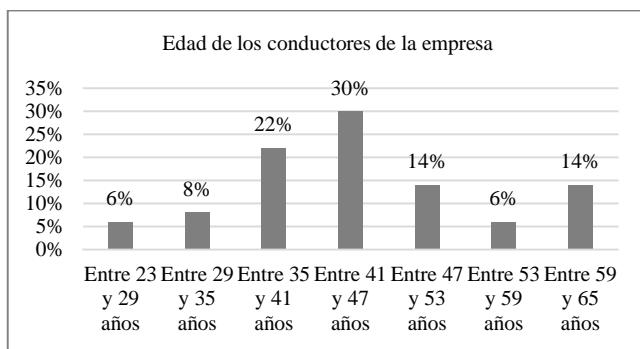


Figura 1. Edad de los conductores de la empresa.

Fuente: Elaborado por el autor.

que cuenta con 142 buses y 190 conductores para prestar el servicio de transporte terrestre automotor de personas con rutas de larga distancia para conectar a la capital del país y las principales ciudades de Boyacá, Santander y Cundinamarca con los departamentos de Arauca, Meta, Casanare, Bolívar y la Costa Atlántica.

Todos los conductores de la empresa son de género masculino y como se observa en la Fig. 1 el intervalo de edad más frecuente de los conductores es entre 41 y 47 años; correspondiente al 30% de los conductores.

De acuerdo con el reporte de accidentalidad de la empresa, entre los años 2013 y 2015 se presentaron 262 accidentes de bus que dejaron como resultado 9 personas muertas y 102 heridas; esto representó a nivel nacional el 3,9% y 2% respectivamente [6-8]. Es importante señalar que estos porcentajes estuvieron por encima del promedio nacional, teniendo en cuenta los 142 buses de la empresa y los 84369 buses que a nivel nacional se reportaron en el año 2015 [9], la empresa debió reportar el 0,16% del total de personas muertas y heridas en accidentes de bus en Colombia en este periodo.

La Fig. 2 presenta el comportamiento de la accidentalidad de la empresa durante el período 2013-2015, lo cual evidencia la necesidad de estudiar esta problemática.

En el sistema de seguridad vial intervienen tres elementos fundamentales: el vehículo, el hombre y el entorno [2]. Estudios realizados en Cuba y Colombia determinaron que la mayor parte de los accidentes mantienen relación directa con el factor humano [10,11]; por esta razón, la formulación de

propuestas encaminadas a reducir los accidentes de tránsito debe hacer énfasis en este factor, determinando principalmente las conductas inseguras de los trabajadores en los ambientes laborales, útiles para diseñar estrategias de prevención de accidentes [12].

Diferentes estudios nacionales e internacionales han investigado las causas de los accidentes de tránsito asociadas al factor humano: en Europa se investigaron las maniobras realizadas por los conductores durante los accidentes [13], en Perú se estudió ampliamente la somnolencia como causa importante de los accidentes de tránsito [14-18]. En Colombia en particular se estudiaron estilos de conducción iracundo, ansioso, riesgoso y de alta velocidad; desobedecer señales de tránsito, agresividad, hostilidad y estrés son factores determinantes que contribuyen a la siniestralidad vial [10], al igual que la inatención y las distracciones durante la conducción [2]. En Bogotá, Colombia, se evidenció la incidencia de comportamientos como impulsividad, imprudencia, preocuparse demasiado por asuntos personales, nerviosismo, ver la publicidad de las calles y observar personas atractivas del sexo opuesto [11].

De acuerdo con la revisión temática, se encontró en primer lugar que los estudios realizados describen diferencias en las causas de los accidentes de tránsito asociadas al conductor, esto debido a las diferentes condiciones sociales, culturales, económicas y ambientales de cada lugar de estudio; por este motivo, es importante continuar realizando investigaciones que permitan conocer las conductas particulares de los conductores que pueden generar accidentes de tránsito en las diferentes regiones de Colombia y el mundo, para generar estrategias puntuales de prevención. En segundo lugar, se encontró que en estos estudios se utilizaron cuestionarios y encuestas como instrumento para la recolección de información primaria; en consecuencia, los resultados encontrados fueron apoyados en opiniones de los conductores, siendo posiblemente subjetivos; este tipo de estudios igual que estudios con enfoque experimental suelen ser cuestionados por la falta de validez ecológica de sus resultados y su artificialidad [2].

Frente a las deficiencias que pueden presentar estas investigaciones, en los últimos años se están realizando estudios naturalistas u observacionales realizados en el contexto real del trabajador; este tipo de estudios pueden captar el comportamiento ‘natural’ del conductor y muestran en detalle las actividades que realizan con su riesgo correspondiente [2]. La observación y registro de conductas inseguras en los ambientes laborales, es un procedimiento conocido con el nombre de “Seguridad basada en el Comportamiento”, y es una estrategia fundamental que permite diseñar estrategias de intervención para la prevención y control de accidentes [12].

En esta investigación se planteó determinar las conductas inseguras en los conductores durante el desarrollo de su actividad laboral a través de métodos más objetivos, que permitan mayor aproximación a la realidad para la generación de futuras estrategias encaminadas a la disminución de conductas inseguras y posibles accidentes de tránsito, previniendo consecuencias mortales, lesiones graves y pérdidas económicas en los conductores, pasajeros y peatones.

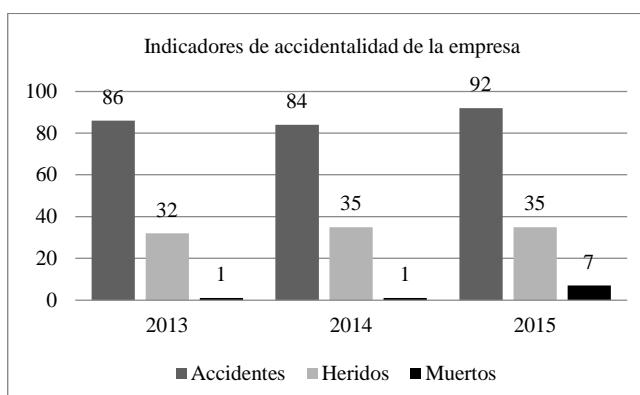


Figura 2. Indicadores de la accidentalidad de la empresa.

Fuente: Elaborado por el autor.

## 2. Metodología

### 2.1. Tipo de estudio

Se realizó un estudio observacional de corte transversal, con enfoque descriptivo-analítico, en el que se describieron detalladamente las características que presenta el sujeto de estudio y posteriormente se realizó un análisis correlacional de estas características. El objetivo del estudio fue determinar las conductas inseguras en conductores de bus de una empresa de transporte público en Colombia y su relación con accidentes de tránsito, utilizando el método de observación no participativa para la recolección de la información, el cual resulta novedoso para este estudio, por la objetividad de sus resultados.

### 2.2. Muestra

Se calculó una muestra probabilística de 127 conductores, utilizando la Ecuación (1) para estudios descriptivos con población finita y variables discretas [19]; las variables de la Ecuación (1) se describen en la Tabla 1. Para las variables p y q se asigna una proporción esperada del 50% por no contar con estudios previos que tengan una población y variables similares.

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N-1)+Z^2pq} \quad (1)$$

### 2.3. Muestreo

El tipo de muestreo utilizado para la observación fue aleatorio estratificado; en el que se dividió la población en grupos en función de las rutas de la empresa, y luego se muestreó cada grupo aleatoriamente para obtener la parte proporcional de la muestra de acuerdo con la frecuencia de salida de las rutas.

Se utilizó este tipo de muestreo con el objetivo de observar las conductas de los conductores en diferentes ambientes; evitando posibles sesgos en la observación de las conductas. Debido a que las vías de las diferentes rutas tienen geometrías, flujos vehiculares y condiciones climáticas particulares; las conductas de los conductores podrían ser influenciadas por estos factores.

La empresa de este caso de estudio realiza diariamente en promedio 350 viajes en 42 rutas. Al distribuir las 127 observaciones de la muestra en las 42 rutas se encontró que 28 rutas tienen una frecuencia de salida muy baja; por lo que

Tabla 1.

Variables de la Ecuación (1) para el cálculo de la muestra.

Variable	Nombre de la variable	Valor
n	Tamaño de la muestra	127
N	Tamaño población	190 conductores
Z	Nivel de confianza	95% = 1,96 calculado en tablas
d	Error	5% = 0,05
p	Proporción del fenómeno en estudio en la población	50% = 0,5
q	Proporción de la población que no presenta el fenómeno de estudio	50% = 0,5

Fuente: Adaptado de [20]

Tabla 2.  
Distribución de la muestra por rutas.

Ruta	Frecuencia de la ruta por día	Frecuencia porcentual	Número de observaciones	
Origen	Destino			
Bogotá	Sogamoso	90	28%	36
Sogamoso	Bogotá	80	25%	32
Duitama	Bogotá	95	30%	38
Yopal (por Villavicencio)	Bogotá	10	3%	4
Bogotá (por Villavicencio)	Yopal	7	2%	3
Sogamoso	Yopal	6	2%	2
Yopal	Sogamoso	6	2%	2
Bogotá (por Sogamoso)	Yopal	6	2%	2
Yopal (por Sogamoso)	Bogotá	6	2%	2
Duitama	Yopal	6	2%	2
Bogotá	Tame	3	1%	1
Tame	Bogotá	3	1%	1
Bogotá	Ráquira	2	1%	1
Ráquira	Bogotá	2	1%	1
Total		322	100%	127

Fuente: Elaborado por el autor.

la parte proporcional que les corresponde de la muestra es inferior a 1, por este motivo se distribuyeron las 127 observaciones en las 14 rutas que tienen frecuencias de salida significativas para la muestra.

En la Tabla 2 se describe el número de estratos e individuos del muestreo; se puede observar que el 83% de las observaciones se realizan en las rutas Sogamoso – Bogotá, Duitama – Bogotá y Bogotá – Sogamoso, por ser las rutas con mayor frecuencia de salida.

### 2.4. Técnicas para la recolección y análisis de la información

La recolección y análisis de la información se desarrolló en tres etapas:

#### 2.4.1. Etapa 1.

La primera etapa estuvo interesada en describir las causas de los accidentes de tránsito de los conductores de la empresa entre los años 2013 y 2015.

Se realizó una revisión documental del reporte de accidentes de la empresa para describir las causas de los accidentes de tránsito; este reporte es diligenciado por la empresa utilizando el informe policial de accidentes de tránsito (IPAT), el cual es suministrado por las autoridades de tránsito, quienes son los encargados de identificar la hipótesis de causa de los accidentes. Se describieron las causas de los accidentes a partir del año 2013 porque desde este año la empresa lleva registro de los accidentes de tránsito.

Inicialmente se describieron las causas generales de los accidentes, que están divididas en seis grupos dependiendo de a quién se le atribuya la causa del accidente; como está determinado en el (IPAT), de la siguiente forma: ciclista o motociclista, conductor en general, vehículo, vía, peatón y pasajero o acompañante [20]; posteriormente se describieron

las causas y frecuencias de los accidentes de tránsito de la empresa relacionadas con los conductores, quienes son el objeto de estudio de esta investigación.

#### 2.4.2. Etapa 2.

La segunda etapa estuvo orientada a determinar las conductas inseguras de los conductores en el desarrollo de su actividad.

La técnica para recolectar la información fue la observación no participativa; en esta el investigador no interactúa con los sujetos observados y utiliza un instrumento para registrar las conductas observadas. Para este estudio se utilizó la guía de observación. Las variables para la observación se definieron a partir de las hipótesis de causas del conductor que presenta el IPAT [20].

La guía de observación se organizó en un cuadro que se compone por dos partes principales; en la primera parte se registra información general sobre la observación como: número del bus, ruta, día, fechas, hora de inicio y hora de finalización. La segunda parte está compuesta por tres columnas; en la primera columna están en filas las 23 variables de la observación; en la segunda columna está el espacio para escribir el número de conductas inseguras que se observan durante el recorrido; finalmente en la tercera columna está un espacio para totalizar el número de conductas inseguras que se registraron para facilitar la tabulación de la información.

Se realizó una doble validación de la guía de observación, inicialmente fue revisada por un experto y luego se realizó una prueba piloto a 25 conductores de la empresa, en la que se observaron conductas inseguras adicionales a las definidas inicialmente del IPAT y se registraron recomendaciones para mejorar el proceso de observación y registro, por lo que la guía debió ser ajustada para la observación.

Cada observación se realizó durante dos horas; este tiempo se estimó teniendo en cuenta la duración del recorrido de las rutas y los resultados de la prueba piloto, en la que se determinó que este tiempo es apropiado para que el observador mantenga su atención a los sucesos sin presentar cansancio y distracción.

En general, la metodología para la observación fue la siguiente: Inicialmente el observador se ubicó en una silla del vehículo con alcance visual al conductor, los controles de manejo, el tablero de instrumentos en el que pudo observar el velocímetro y señales visuales y auditivas que indican la utilización de las luces direccionales, el parabrisas y la puerta de ingreso, luego observó la interacción del conductor con el entorno dentro del vehículo, conformado por los controles de manejo, dispositivos de seguridad y pasajeros, y el entorno externo al vehículo, el cual se da por la interacción con otros vehículos, la vía y peatones. Posteriormente se compararon las conductas observadas en el conductor con las señales de tránsito y demás normas determinadas por el Código Nacional de Tránsito Terrestre [21], para determinar si el conductor estaba realizando o no conductas inseguras, finalmente registró las conductas establecidas como inseguras en la guía de observación. La información se registró en un medio digital, que facilitó su transporte y almacenamiento.

#### 2.4.3. Etapa 3. Análisis de la información.

Inicialmente se realizó una comparación entre los resultados de la observación y las causas de los accidentes para determinar que variables se presentan en los dos eventos. Posteriormente se determinó la correlación lineal entre las conductas inseguras observadas y las causas de los accidentes de la empresa, para las variables que se presentaron en los dos eventos.

El objetivo principal del análisis de correlación lineal es valorar la asociación entre dos variables; esto se logra midiendo la fuerza de una relación lineal entre dos variables; una variable independiente ( $x$ ), que para este caso de estudio son las conductas inseguras de los conductores, y otra variable dependiente ( $y$ ) que son las causas de los accidentes de la empresa.

La cuantificación de la fuerza de la relación lineal entre dos variables se estudia por medio del cálculo del coeficiente de correlación de Pearson. Este coeficiente es la medida numérica de la fuerza de la relación lineal entre dos variables y refleja la consistencia del efecto que un cambio en una variable tiene sobre la otra [22].

El coeficiente de correlación lineal,  $r$ , siempre tiene un valor entre  $-1$  y  $+1$ . Un valor de  $+1$  significa una correlación positiva perfecta, un valor de  $-1$  muestra una correlación negativa perfecta y un valor cercano a  $0$  cero indica que no hay relación lineal entre las dos variables. Si al aumentar el valor de  $x$  se genera un aumento del valor de  $y$ , entonces se considera a  $r$  como un valor positivo [22].

Para terminar se determinó la significación de la correlación; para esto se le realizó el test de hipótesis  $r$  al coeficiente de correlación, este test se basa en la distribución de la  $t$  de student [23].

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Causas de los accidentes de tránsito de la empresa entre los años 2013 y 2015

En las Tablas 3 y 4 se presenta la descripción de las causas generales y las causas asociadas a los conductores de los accidentes de tránsito ocurridos entre los años 2013 y 2015 como resultado de la revisión documental realizada al reporte de accidentes de la empresa.

##### 3.1.1. Causas generales de los accidentes de tránsito de la empresa entre los años 2013 y 2015

En la Tabla 3 se puede observar que la causa del 62,2 % de los accidentes ocurridos en la empresa durante los años 2013 y 2015 no fue determinada; esto se debe a que en la mayoría de los accidentes no es necesario que las autoridades de tránsito realicen el IPAT en el cual se establecen las hipótesis de causa de los accidentes, porque el accidente generó daños únicamente materiales y los conductores realizaron un acuerdo económico [21]. De igual forma se observa que el conductor tuvo el mayor porcentaje de las causas determinadas y que las demás causas suman solamente el 3,8% de total de las causas de los accidentes.

Tabla 3.  
Causas de los accidentes.

Año	Ciclista o motociclista	Conductor	Vehículo	Vía	Peatón	Pasajero o acompañante	Sin determinar	Total
2013	0	36	0	1	2	1	46	86
2014	0	25	2	3	1	0	53	84
2015	0	28	0	0	0	0	64	92
Total	0	89	2	4	3	1	163	262
(%)	0	34	0,8	1,5	1,1	0,4	62,2	100

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla 4.  
Causas de los accidentes de tránsito asociadas a los conductores por año.

Causas de los accidentes	Año			Total	(%)
	2013	2014	2015		
Adelantar cerrando	4	4	4	12	13,48
Adelantar en curva o pendiente -					
Adelantar invadiendo carril contrario	1	0	0	1	1,12
Adelantar invadiendo carril del mismo sentido en zigzag	1	0	1	2	2,25
Adelantar invadiendo carril en sentido contrario	0	1	2	3	3,37
Arrancar sin precaución	0	1	0	1	1,12
Desobedecer señales o normas de tránsito	0	1	0	1	1,12
Exceso en horas de conducción - no mantener distancia de seguridad	1	0	0	1	1,12
Exceso de velocidad	1	2	1	4	4,49
Falta de prevención ante animales en la vía - otra	1	0	0	1	1,12
Falta de señales en vehículo varado - Reparar vehículo en vía pública	1	0	0	1	1,12
Frenar bruscamente	1	1	0	2	2,25
Girar bruscamente	1	0	0	1	1,12
No mantener distancia de seguridad	11	9	12	32	35,96
No respetar prelación	1	0	0	1	1,12
Otra	10	4	5	19	21,35
Reverso imprudente	1	0	2	3	3,37
Subirse al andén o vías peatonales	0	1	1	2	2,25
Transitar con las puertas abiertas	0	1	0	1	1,12
Vehículo mal estacionado - semáforo en rojo	1	0	0	1	1,12
Total	36	25	28	89	100

Fuente: Elaborado por el autor.

### 3.1.2. Causas de los accidentes asociadas a los conductores de la empresa entre los años 2013 y 2015

En la Tabla 4 se observa que para los accidentes ocurridos entre los años 2013 y 2015, se pudo identificar que la principal causa fue “no mantener distancia de seguridad” con 36%, en segundo lugar “otra” con 21,38%, para la cual las autoridades de tránsito determinaron una causa diferente a las estipuladas en el IPAT [20], en tercer lugar “adelantar cerrando” con 13,5%, las demás causas tienen porcentajes menores que no supera el 4,49%.

Estos resultados no coinciden con un estudio que describe y explica los componentes de la accidentalidad vial en Colombia relacionados con el factor humano [10]; en este estudio se encuentra que la primer causa de accidentes de tránsito que produjeron muertos fue “cruzar sin observar”, mientras que “no mantener distancia de seguridad” estuvo en el octavo lugar con un porcentaje del 4,5%.

Tabla 5.  
Conductas inseguras observadas en los conductores de la empresa.

Conducta insegura	Total	Promedio	(%)
Utilizar teléfono celular	324	2,55	2,937
Escuchar radio o televisión con volumen alto	32	0,25	0,29
Observar al auxiliar	413	3,25	3,74
Observar a vendedor ambulante dentro del bus	114	0,89	1,033
Consumir alimentos y bebidas	197	1,55	1,78
Manipular y observar documentos o dinero	89	0,7	0,8
Manipular elementos fuera de alcance	235	1,85	2,13
Adelantar cerrando	19	0,15	0,17
Adelantar invadiendo carril del mismo sentido en zigzag	70	0,55	0,63
Frenar bruscamente	38	0,30	0,34
Girar bruscamente	32	0,25	0,29
Manejar con parabrisas empañado o sucio	44	0,35	0,40
Adelantar en curva o en pendientes	121	0,95	1,10
Adelantar invadiendo carril de sentido contrario	273	2,15	2,47
Exceso de velocidad	6007	47,3	54,46
No mantener distancia de seguridad	533	4,20	4,83
Salirse de la calzada	179	1,41	1,62
Dejar o recoger pasajeros en sitios no demarcados	19	0,15	0,17
Transitar con las puertas abiertas	57	0,45	0,52
No utilizar cinturón de seguridad	76	0,60	0,69
Llevar a vendedor ambulante al lado del conductor	51	0,40	0,46
No utilizar direccionales	1575	12,40	14,28
Transitar sobre la línea de separación de carril	533	4,20	4,83
Total	11031	86,86	100

Fuente: Elaborado por el autor.

### 3.2. *Conductas inseguras observadas en los conductores de la empresa*

La Tabla 5 presenta los resultados producto de la observación realizada a los conductores de la empresa. Se puede observar que los conductores realizaron en promedio 86,86 conductas inseguras durante las dos horas que duró cada observación, de estas, más del 50% de las conductas inseguras fue “exceso de velocidad”. En otras investigaciones esta conducta también fue determinada como una de las principales causas de la accidentalidad vial [15,24].

Al comparar estos resultados con las causas de los accidentes de tránsito a nivel nacional se encuentra que el “exceso de velocidad” fue la segunda causa de accidentes de tránsito que produjeron muertos en Colombia con un 25,5%, seguido de “cruzar sin observar” [10].

### 3.3. Relación entre las causas de los accidentes asociadas al conductor y las conductas inseguras observadas en los conductores de la empresa

De acuerdo con la información presentada en la Tabla 6 se puede establecer que 8 de las conductas inseguras observadas en los conductores coinciden con causas de los accidentes de la empresa, existiendo una coincidencia del 23,5% entre estas variables.

#### 3.3.1. Correlación entre las causas de los accidentes asociadas al conductor y las conductas inseguras observadas en los conductores de la empresa

Se determinó el coeficiente de correlación de Pearson utilizando las Ecuaciones (2)-(5) [22], para las variables que coincidieron en la Tabla 5 como conductas inseguras y como causas de los accidentes. Las variables para el cálculo de las ecuaciones (2)-(5) se describen en las Tablas 7 y 8.

$$r = \frac{SS(xy)}{\sqrt{SS(x)SS(y)}} \quad (2)$$

$$SS(x) = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \quad (3)$$

$$SS(y) = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \quad (4)$$

$$SS(xy) = \sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n} \quad (5)$$

La correlación entre las conductas inseguras observadas y las causas de los accidentes de la empresa es de -0,049; se interpreta como una correlación negativa muy baja.

Adicionalmente se estableció la significación de la correlación entre las variables; para lo que se realizó el test de hipótesis r, en el que se establece que si el valor del r calculado supera al valor del error estándar multiplicado por la t de Student con n-2 grados de libertad el coeficiente de correlación es significativo. El cálculo del error estándar del coeficiente de correlación se establece en la Ecuación (6) [23]. Las variables para la Ecuación (6) para calcular el error estándar del coeficiente de correlación y la significación de la correlación se describen en la Tabla 9.

Tabla 6.  
Comparación entre las conductas inseguras y las causas de los accidentes.

Variable	Conductas inseguras. %	Causas de los accidentes. %
Exceso de velocidad	54,46	4,49
No mantener distancia de seguridad	4,83	35,96
Adelantar cerrando	0,17	13,48
Adelantar invadiendo carril en sentido contrario	2,47	3,37
Adelantar invadiendo carril del mismo sentido en zigzag	0,63	2,25
Frenar bruscamente	0,34	2,25
Transitar con las puertas abiertas	0,52	1,12
Girar bruscamente	0,29	1,12
Otra	--	21,35
Reverso imprudente	--	3,37
Subirse al andén o vías peatonales	--	2,25
Adelantar en curva o pendiente - adelantar invadiendo carril contrario	--	1,12
Arrancar sin precaución	--	1,12
Desobedecer señales o normas de tránsito	--	1,12
Exceso en horas de conducción - No mantener distancia de seguridad	--	1,12
Falta de prevención ante animales en la vía-otra	--	1,12
Falta de señales en vehículo varado - Reparar vehículo en vía pública	--	1,12
No respetar prelación	--	1,12
Vehículo mal estacionado-semáforo en rojo	--	1,12
No utilizar direccionales	14,28	--
Transitar sobre la línea de separación de carril	4,83	--
Observar al auxiliar	3,74	--
Utilizar teléfono celular	2,94	--
Manipular elementos fuera de alcance	2,13	--
Consumir alimentos y bebidas	1,79	--
Salirse de la calzada	1,62	--
Adelantar en curva o en pendientes	1,1	--
Observar a vendedor ambulante dentro del bus	1,03	--
Manipular y observar documentos o dinero	0,81	--
No utilizar cinturón de seguridad	0,69	--
Llevar a vendedor ambulante al lado del conductor	0,46	--
Manejar con parabrisas empañado o sucio	0,4	--
Escuchar radio o televisión con volumen alto	0,29	--
Dejar o recoger pasajeros en sitios no demarcados	0,17	--
Total	100	100

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla 7.

Cálculo de variables de las Ecuaciones (3)-(5) para determinar el coeficiente de correlación lineal entre las variables (x) y (y).

Variable	Actos inseguros observados, x	x <sup>2</sup>	Causas de los accidentes, y	y <sup>2</sup>	xy
Exceso de velocidad	6007	36084049	4	16	24028
No mantener distancia de seguridad	533	284089	32	1024	17056
Adelantar cerrando	19	361	12	144	228
Adelantar invadiendo carril en sentido contrario	273	74529	3	9	819
Adelantar invadiendo carril del mismo sentido en zigzag	70	4900	2	4	140
Frenar bruscamente	38	1444	2	4	76
Transitar con las puertas abiertas	57	3249	1	1	57
Girar bruscamente	32	1024	1	1	32
	$\sum x = 7029$	$\sum x^2 = 36453645$	$\sum y = 57$	$\sum y^2 = 1203$	$\sum xy = 42436$

Fuente: Adaptado de [22].

Tabla 8.  
Variables de la Ecuación (2) para el cálculo del coeficiente de correlación.

Variable	Nombre de la variable	Valor
r	Coeficiente de correlación lineal	-0,049
n	Número de pares ordenados para la correlación	8
SS(x)	Suma de cuadrados para (x)	30277790
SS(y)	Suma de los cuadrados para (y)	796,88
SS(xy)	Suma de los cuadrados para (xy)	-7645,63

Fuente: Adaptado de [22]

Tabla 9.  
Variables de la Ecuación (6) para calcular el error estándar del coeficiente de correlación y la significación de la correlación.

Variable	Nombre de la variable	Valor
r	Coeficiente de correlación	-0,049
n	Número de pares ordenados	8
Error estándar de r	Error estándar del coeficiente de correlación	0,407
t	Valor de t de student en tabla con n-2 grados de libertad	2,45
t * error estándar	Error estándar multiplicado por valor de t de Student	1

Fuente: Adaptado de [23]

$$\text{Error estandar de } r = \sqrt{\frac{(1-r)^2}{n-2}} \quad (6)$$

Se observa en la Tabla 9 que el valor de r es menor que el error estándar multiplicado por valor de t de Student. Por lo que la correlación entre las conductas inseguras observadas y las causas de los accidentes de la empresa no es significativa.

### 3.3.2. Test de la prueba Q para valores atípicos

En los datos de la Tabla 7 se observa que el valor de “exceso de velocidad” en las conductas inseguras observadas es 6007; por la distancia que este valor tiene con los demás valores, se puede considerar como un valor extremo. Este tipo de valores altera de forma importante el coeficiente de correlación; por esta razón se puede realizar el test de la prueba Q que permite determinar si el valor es atípico para rechazarlo.

Para realizar el test de la prueba Q se ordenan los datos de la variable donde se encuentra el valor extremo de forma ascendente; nombrando el valor extremo como x8 y el menor valor como x1; se calcula la diferencia d = x8-x7; la dispersión completa de la serie w = x8-x1; el Qcrit = d/w y se selecciona el valor Qexp en tablas para un intervalo de confianza dado. El Criterio para rechazar el dato atípico es que Qexp sea mayor a Qcrit [25]. En la Tabla 10 se definen las variables para realizar el test de la prueba Q para los valores de las conductas inseguras observadas.

Tabla 10.

Definición de las variables para el test de la prueba Q para los datos de la variable conductas inseguras observadas.

Variable	Definición de la variable	Valor
d	x8-x7	5474
w	x8-x1	5988
Qexp	d/w	0,914
Qcrit	En tabla con intervalo de confianza de 0,95	0,468

Fuente: Adaptado de [25]

Tabla 11.

Cálculo de las variables de las Ecuaciones (3)-(5) para determinar el coeficiente de correlación entre las variables (x) y (y) excluyendo el valor atípico.

Variable	Actos inseguros observados, x	x <sup>2</sup>	Causas de los accidentes, y	y <sup>2</sup>	xy
No mantener distancia de seguridad	533	284089	32	1024	17056
Adelantar cerrando	19	361	12	144	228
Adelantar invadiendo carril en sentido contrario	273	74529	3	9	819
Adelantar invadiendo carril del mismo sentido en zigzag	70	4900	2	4	140
Frenar bruscamente	38	1444	2	4	76
Transitar con las puertas abiertas	57	3249	1	1	57
Girar bruscamente	32	1024	1	1	32
	$\sum x = 1022$	$\sum x^2 = 369596$	$\sum y = 53$	$\sum y^2 = 1187$	$\sum xy = 18408$

Fuente: Adaptado de [22]

De acuerdo con los resultados del test de la prueba Q se puede considerar el valor del “exceso de velocidad” como un valor atípico.

3.3.3. Coeficiente de correlación lineal entre las conductas inseguras observadas en los conductores de la empresa y las causas de los accidentes asociadas al conductor; excluyendo el valor atípico.

Para el nuevo cálculo del coeficiente de correlación lineal se utilizaron las Ecuaciones (2)-(5) y se definieron las variables para las ecuaciones en las Tablas 11 y 12. Se determinó la significación de la correlación utilizando la Ecuación 6 y las variables descritas en la Tabla 13.

Al determinar el coeficiente de correlación excluyendo los valores atípicos se encuentra una correlación positiva de 0,81, que de acuerdo con el test de hipótesis r es significativa.

Tabla 12.

Variables de la Ecuación (2) para el cálculo del coeficiente de correlación lineal; excluyendo el valor atípico.

Variable	Nombre de la variable	Valor
r	Coeficiente de correlación lineal	0,811
n	Número de pares ordenados para la correlación	7
SS(x)	Suma de cuadrados para (x)	220384
SS(y)	Suma de los cuadrados para (y)	785,71
SS(xy)	Suma de los cuadrados para (xy)	10670

Fuente: Adaptado de [22].

Sin embargo debido a la importancia que tiene la variable que presenta el valor atípico para la investigación se realiza una trasformación logarítmica de los datos iniciales; cambiando la escala de medición y moderando el efecto de este valor extremo [22].

Tabla 13.

Variables de la Ecuación (6) para calcular el error estándar del coeficiente de correlación y la significación de la correlación.

Variable	Nombre de la variable	Valor
r	Coeficiente de correlación	0,81
n	Número de pares ordenados	7
Error estándar de r	Error estándar del coeficiente de correlación	0,26
t	Valor de t de student en tabla con n-2 grados de libertad	2,57
t * error estándar de r	Error estándar multiplicado por valor de t de Student	0,67

Fuente: Adaptado de [23]

Tabla 15.

Cálculo de las variables de las Ecuaciones (3)-(5) para determinar el coeficiente de correlación lineal entre las variables (x) y (y) transformadas.

Variable	Actos inseguros observados, x	x <sup>2</sup>	Causas de los accidentes, y	y <sup>2</sup>	xy
Exceso de velocidad	8,70	75,70	1,39	1,92	12,06
No mantener distancia de seguridad	6,28	39,42	3,47	12,01	21,76
Adelantar cerrando	2,94	8,67	2,48	6,17	7,32
Adelantar invadiendo carril en sentido contrario	5,61	31,47	1,10	1,21	6,16
Adelantar invadiendo carril del mismo sentido en zigzag	4,25	18,05	0,69	0,48	2,94
Frenar bruscamente	3,64	13,23	0,69	0,48	2,52
Transitar con las puertas abiertas	4,04	16,35	0	0	0
Girar bruscamente	3,47	12,01	0	0	0
	$\sum x = 38,93$	$\sum x^2 = 214,90$	$\sum y = 9,82$	$\sum y^2 = 22,28$	$\sum xy = 52,77$

Fuente: Adaptado de [22]

### 3.3.5. Correlación lineal entre las conductas inseguras y las causas de los accidentes con las variables transformadas.

Se calculó nuevamente el coeficiente de correlación lineal utilizando las Ecuaciones (2)-(5) y se definieron las variables para las ecuaciones en las Tablas 15 y 16. Se determina la significación de la correlación utilizando la Ecuación 6 y las variables descritas en la Tabla 17.

Tabla 16.

Variables de la Ecuación (2) para el cálculo del coeficiente de correlación lineal; con las variables transformadas.

Variable	Nombre de la variable	Valor
r	Coeficiente de correlación lineal	0,31
n	Número de pares ordenados para la correlación	8
SS(x)	Suma de cuadrados para (x)	25,45
SS(y)	Suma de los cuadrados para (y)	10,23
SS(xy)	Suma de los cuadrados para (xy)	4,99

Fuente: Adaptado de [22]

Tabla 17.

Variables de la Ecuación (6) para calcular el error estándar del coeficiente de correlación y la significación de la correlación.

Variable	Nombre de la variable	Valor
r	Coeficiente de correlación	0,31
n	Número de pares ordenados	8
Error estándar de r	Error estándar del coeficiente de correlación	0,39
t	Valor de t de student en tabla con n-2 grados de libertad	2,45
t * error estándar de r	Error estándar multiplicado por valor de t de Student	0,95

Fuente: Adaptado de [23]

### 3.3.4. Transformación logarítmica de datos

Tabla 14.

Transformación logarítmica de las variables (x) y (y).

Variable	Variable x	Variable y	log (x)	log (y)
Exceso de velocidad	6007	4	8,70	2,16
No mantener distancia de seguridad	533	32	6,28	1,84
Adelantar cerrando	19	12	2,94	1,08
Adelantar invadiendo carril en sentido contrario	273	3	5,61	1,72
Adelantar invadiendo carril del mismo sentido en zigzag	70	2	4,25	1,45
Frenar bruscamente	38	2	3,64	1,29
Transitar con las puertas abiertas	57	1	4,04	1,40
Girar bruscamente	32	1	3,47	1,24

Fuente: Elaborado por el autor.

Se encuentra que los datos transformados presentan una correlación baja positiva, de 0,31 que de acuerdo con el test de hipótesis r no es significativa.

## 4. Conclusiones y recomendaciones

El método de observación no participativa permitió identificar conductas inseguras de los conductores que no están contempladas como posibles causas de los accidentes de tránsito en el IPAT; el 46,6 % de estas conductas se pueden catalogar como distracciones e inatenciones de los conductores. Incluir estas conductas en el IPAT como posibles causas de los accidentes permitirá conocer mejor los factores que intervienen en los accidentes de tránsito y generar estrategias que mejoren la seguridad vial.

Para generar estrategias de seguridad basadas en el comportamiento para la prevención de accidentes de tránsito con efectos sostenidos en el tiempo es importante tener en cuenta que realizar diferentes conductas inseguras de forma simultánea aumenta la probabilidad de ocurrencia de los accidentes, por lo que se deben tener presentes todas las conductas inseguras, no solamente las más recurrentes. Adicionalmente se requiere que en futuros estudios se investiguen los aspectos motivacionales y la percepción del riesgo de los conductores respecto a las conductas inseguras.

Las conductas inseguras identificadas en los conductores de la empresa podrán modificarse mediante el aprendizaje de conductas seguras, lo que demuestra la validez y ventajas del procedimiento seguridad basada en el comportamiento como estrategia para la prevención de accidentes.

Aunque se determinó que la correlación entre las conductas inseguras y las causas de los accidentes es baja, es evidente que existe una correlación positiva, que permite explicar una parte de la variabilidad de las causas de los accidentes por las conductas inseguras que realizan los conductores. La introducción de más variables con técnicas de análisis multivariado permitirá en futuros estudios identificar la importancia que otras variables pueden tener sobre las conductas inseguras.

El muestreo estratificado es una herramienta que en este caso de estudio permitió planificar y organizar muy bien la observación en diferentes ambientes, evitando sesgos en la observación de las conductas. En este sentido es recomendable que en futuros estudios se establezca como se relacionan las condiciones particulares de una vía; como su geometría, flujo vehicular y clima con las conductas inseguras de los conductores.

Se puede establecer una relación entre la principal causa de los accidentes de bus que fue “no mantener distancia de seguridad” y la principal conducta insegura observada que fue el “exceso de velocidad”; esto de acuerdo con el Código Nacional de Tránsito Terrestre que determina que entre mayor sea la velocidad de los vehículos, mayor debe ser la distancia de seguridad. Es posible que accidentes en los que se definió “no mantener distancia de seguridad” como su causa, el “exceso de velocidad” haya sido un factor determinante, por esto, es necesario incluir en el IPAT como herramienta de investigación un procedimiento que permita calcular la velocidad de los vehículos en el momento de los accidentes de tránsito, así como lo hay para calcular la distancia entre vehículos.

El alto porcentaje de la conducta insegura “exceso de velocidad” observada en los conductores de la empresa puede estar relacionado con la geometría de las vías, por lo que sería recomendable investigarlo a profundidad en otro estudio esta posible relación, dado que el 75,7% de viajes que realiza la empresa son en la vía que comunica las ciudades de Sogamoso y Bogotá, y como se pudo evidenciar en la observación el 90,5% de esta vía es de doble calzada y la mayoría de sus tramos son planos y rectos; estas condiciones favorecen el aumento de la velocidad del tránsito vehicular. Se recomienda que las autoridades competentes realicen mayor vigilancia en el cumplimiento de la velocidad establecida en las señales de tránsito, ya que el exceso de velocidad aumenta la gravedad del accidente y la probabilidad de que ocurra.

Se recomienda al Gobierno Nacional modificar el Código Nacional de Tránsito Terrestre para que las autoridades de tránsito investiguen la causa de todos los accidentes de tránsito, sin hacer a un lado los accidentes que generaron daños únicamente materiales, y en los cuales los conductores llegaron a un acuerdo económico. Conocer la causa de la totalidad de los accidentes permitirá entender mejor los factores que intervienen en la seguridad vial e implementar estrategias adecuadas para la prevención de accidentes de tránsito.

## Referencias

- [1] Caso, A., Rey de Castro, J. y Rosales-Mayor, E., Hábitos del sueño y accidentes de tránsito en conductores de ómnibus interprovincial de Arequipa, Perú, Rev Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, [en línea]. 31(4), 2014. [Fecha de consulta: 10 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://biblio.uptc.edu.co:2084/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=b80f0c79-2b5a-42f0-baf5-488a78f6cba0%40sessionmgr101>
- [2] Montes, S., Ledesma, R. y Poó, F., Estudio y prevención de la distracción e inatención en la conducción, Avances en Psicología Latinoamericana, 32(1), pp. 115-129, 2014. DOI: 10.12804/apl32.1.2014.08
- [3] Organización Mundial de la Salud., Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2013, Suiza, Departamento de Prevención de la Violencia y los Traumatismos y Discapacidad (VIP), 2013.
- [4] Organización Mundial de la Salud., Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2015, Suiza, Departamento de Prevención de la Violencia y los Traumatismos y Discapacidad (VIP), 2015.
- [5] Gutiérrez, Y., Velásquez, S. Seguridad vial en Colombia especial seguimiento a los resultados de la política pública, Colombia, Contraloría General de la Republica, 2012, 7 P.
- [6] Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Forensis 2013 datos para la vida, [en línea]. Bogotá, D.C. República de Colombia 2014 [consulta: 15 de septiembre de 2016]. Cap. 5, Comportamiento de muertes y lesiones por accidente de transporte, Colombia, 2013. Disponible en: <http://www.medicinalegal.gov.co/forensis>
- [7] Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Forensis 2014 datos para la vida, [en línea]. Bogotá, D.C. República de Colombia 2015 [consulta: 15 de septiembre de 2016], cap. 10, Comportamiento de muertes y lesiones por accidentes de transporte. Colombia, 2014. Disponible en: <http://www.medicinalegal.gov.co/forensis>
- [8] Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Forensis 2015 datos para la vida, [en línea]. Bogotá, D.C. República de Colombia 2016 [consulta: 15 de septiembre de 2016], cap. 10, Comportamiento de muertes y lesiones por accidentes de transporte. Colombia, 2015. Disponible en: <http://www.medicinalegal.gov.co/forensis>
- [9] Ministerio de Transporte. Transporte en cifras Estadísticas 2015. Colombia, Oficina asesora de planeación, 2016.
- [10] Norza, E., Granados, E., Useche, S., Romero, M. y Moreno, J., Componentes descriptivos y explicativos de la accidentalidad vial en Colombia: Incidencia del factor humano. Revista Criminalidad [En línea]. 56(1), 2014. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2016]. Disponible en: <http://www.pensamientopenal.com.ar/system/files/2014/08/doctrina39566.pdf#page=157>
- [11] Gutiérrez, M., Factores culturales que inciden sobre la ocurrencia de accidentes de trabajo en operadores de buses del sistema Transmilenio. Revista Iberoamericana de Psicología: Ciencia y Tecnología [En línea]. 2(1), 2009. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2016]. Disponible en: <http://revistas.iberoamericana.edu.co/index.php/ripsicologia/article/view/173>
- [12] Castilla, O., Observación de conductas inseguras en el trabajo: un análisis metodológico. Universitas Psychologica [En línea]. 11(1), 2012. [Fecha de consulta: 17 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://biblio.uptc.edu.co:2092/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=25012363-d008-47d4-90d3-0b9ef1bc9574@sessionmgr4010>
- [13] Evgenikos, P., Yannis, G., Folla, K., Bauer, R., Machata, K. and Brandstaetter, C., Characteristics and causes of heavy goods vehicles and buses accidents in Europe. Transportation Research Procedia, 14, pp. 2158-2167, 2016. DOI: 10.1016/J.TRPRO.2016.05.231
- [14] Rey de Castro, J. y Rosales-Mayor, M., Monitoreo del sueño en conductores de ómnibus y camiones: Factor relevante a considerar para la renovación de la licencia de conducir. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública [En línea]. 27(2), 2010. [Fecha de consulta: 17 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://biblio.uptc.edu.co:2091/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=2c8d4471-4144-44ca-819b-16e610071bed%40sessionmgr4010>
- [15] Rey de Castro, J., Conductores somnolientos en las carreteras del Perú: hallazgos y propuestas. Revista Médica Herediana [En línea]. 22(4), 2011. [Fecha de consulta: 12 de agosto de 2016]. Disponible en:

- en:  
<http://biblio.uptc.edu.co:2091/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=2c8d4471-4144-44ca-819b-16e610071bed%40sessionmgr4010>
- [16] Liendo, G., Castro, C. y Rey de Castro, J., Cansancio y somnolencia en conductores de ómnibus interprovinciales: Estudio comparativo entre formalidad e informalidad. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública Herediana* [En línea]. 27(2), 2010. [Fecha de consulta: 10 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=25012363-d008-47d4-90d3-0b9ef1bc9574%40sessionmgr4010>
- [17] Rey de Castro, J., Gallo, J. y Loureiro, H., Cansancio y somnolencia en conductores de ómnibus y accidentes de carretera en el Perú: Estudio cuantitativo. *Rev Panam Salud Pública* [En línea]. 16(1), 2004. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2016]. Disponible en: [http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1020-49892004000700002](http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892004000700002)
- [18] Rosales, E., Egoavil, M., Duran, I., Montes, N., Flores, R., Rivera S., Alonso, C., Merino, L. y Rey de Castro, J. Accidentes de carretera y su relación con cansancio y somnolencia en conductores de ómnibus. *Rev Med Hered*, [En línea]. 20(2), 2009. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2016]. Disponible en: <http://biblio.uptc.edu.co:2137/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=25148ab2-2b3f-4c07-b73c-1f1e107086e5@sessionmgr4006>
- [19] Aguilar-Barojas, S., Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco* [En línea]. 11(1-2), 2005. [Fecha de consulta: 12 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>
- [20] Ministerio de Transporte. Manual de diligenciamiento del informe policial de accidentes de tránsito. Resolución 0011268. Bogotá, Colombia, 2012, 98 P.
- [21] Ley No. 769. Código Nacional de Tránsito Terrestre. Ministerio de Transporte, Bogotá, Colombia, 6 de agosto de 2002.
- [22] Johnson, R. y Kuby, P., Análisis descriptivo y presentación de datos bivariados, Estadística Elemental, Lo Esencial, 10<sup>a</sup> ed., México, Cengage Learning, 2004. pp. 145-173.
- [23] Pita, S. y Pérez, S., Relación entre variables cuantitativas, Cad Aten Primaria [Online]. 4, 1997. [Fecha de consulta: 13 de agosto de 2017]. Disponible en: [http://www.fisterra.com/gestor/upload/guias/var\\_cuantitativas2.pdf](http://www.fisterra.com/gestor/upload/guias/var_cuantitativas2.pdf)
- [24] Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito, Ginebra, Departamento de Prevención de la Violencia y los Traumatismos y Discapacidad (VIP), 2004.
- [25] Gallego, R.S., Análisis de datos multivariantes, Introducción al análisis de datos experimentales: Tratamiento de datos en bioensayos, Castillo de la plama, Tesis de grado, Universitat Jaume I, 2 Castellón, España, 003. pp. 103-136.

**F.A. Torres-Sandoval**, es Diseñador Industrial graduado en 2014 de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Duitama, Colombia; candidato a MSc. en Seguridad y Salud en el Trabajo de la UPTC. Docente de la Escuela de Diseño Industrial de la UPTC, Facultad Seccional Duitama. Sus áreas de interés son principalmente la seguridad y la higiene industrial.  
ORCID: 0000-0002-3766-1027



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE MEDELLÍN  
FACULTAD DE MINAS

Área Curricular de Ingeniería Administrativa e  
Ingeniería Industrial

Oferta de Posgrados

Especialización en Gestión Empresarial

Especialización en Ingeniería Financiera

Maestría en Ingeniería Administrativa

Maestría en Ingeniería Industrial

Doctorado en Ingeniería - Industria y Organizaciones

Mayor información:

E-mail: [acia\\_med@unal.edu.co](mailto:acia_med@unal.edu.co)  
Teléfono: (57-4) 425 52 02