

Characterization of traffic accidents at Peruvian roads by their time of occurrence

César Corrales-Riveros, Mag. ¹, Juan Carlos Rubio-Romero, Ph.D. ², Wilmer Atoche-Díaz, Msc. ¹

¹ Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, ccorral@pucp.edu.pe, watoche@pucp.edu.pe

² Universidad de Málaga, España, juro@uma.es

Abstract– This article characterizes traffic accidents at Peruvian roads according to their time of occurrence. The study is based on the periodic information about these accidents. The information validates the hypothesis that the probability of the occurrence of an accident is high in some sections of the road and at specific periods during the day. The main objective of the research is to provide information about the times at which the incidence of traffic accidents at a particular road is the highest for offering improved accident prevention measures and controls at these times.

Keywords– Accidents, Roads, Time of Occurrence.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2017.1.1.11>

ISBN: 978-0-9993443-0-9

ISSN: 2414-6390

Caracterización de accidentes de tránsito en carreteras peruanas según el horario de ocurrencia

César, Corrales Riveros, Mag¹, Juan Carlos, Rubio Romero, PhD², Wilmer, Atoche Díaz, Msc¹

¹ Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, ccorral@pucp.edu.pe, watoche@pucp.edu.pe

²Universidad de Málaga, España, juro@uma.es

Abstract– This article is based on the characterization of traffic accidents as a function of the time of occurrence. The study is based on the periodic information it has of the occurrence of these accidents. The information validates the hypothesis that the probability of occurrence of an accident is greater for some sections of the road and some time ranges of the day. The main conclusion of the investigation is to provide information about the mayor's accident incidence on a road with the objective of providing greater prevention and control at these times.

Keywords-accidents, roads, time of occurrence.

Resumen- Este artículo se basa en la caracterización de los accidentes de tránsito en función de la hora de ocurrencia y la carretera. El estudio se basa en la información periodística que se tiene de la ocurrencia de estos accidentes. La información nos valida la hipótesis de que la probabilidad de ocurrencia de un accidente es mayor para algunos tramos de la carretera y para ciertos rangos horarios del día. La conclusión principal de la investigación es brindar información de los horarios de mayor incidencia de accidentes en una carretera con el objetivo de brindar mayor prevención y control en estos horarios.

Palabras Clave: accidentes, carreteras, hora de ocurrencia

I. INTRODUCCIÓN

Este artículo se basa en la caracterización de los accidentes de tránsito en función de la hora de ocurrencia y la carretera involucrada. En muchos estudios se ha determinado que existen diferentes factores que dan origen a los accidentes de vehículos pesados, dentro de los cuales se incluyen los ómnibus de transporte interprovincial. Entre los factores importantes a considerar se encuentran la hora y la carretera o vía en la cual se da el accidente. El análisis de estos datos puede ayudar a determinar las causas de los accidentes, en particular en el caso de los accidentes fatales, de modo de poder determinar las causas principales de los accidentes fatales en el transporte rodado interprovincial de pasajeros en el Perú

El objetivo fundamental de la investigación es brindar información de los horarios de mayor incidencia de accidentes en una carretera dada con el objetivo de brindar mayor prevención y control en estos horarios por parte del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en coordinación con la Policía Nacional del Perú (PNP). También se puede identificar las carreteras con más siniestralidad y establecer de

esta manera relaciones que permitan analizar mejor la problemática de la siniestralidad en el transporte público de pasajeros en largas distancias.

La metodología a emplear incluye el levantamiento y tratamiento de los datos proporcionados por la Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercadería (SUTRAN) y la Policía Nacional del Perú (PNP), una prueba de hipótesis, el análisis de los resultados y finalmente la presentación de conclusiones del estudio.

II. ESTADO DEL ARTE

En muchos países desarrollados, los autobuses se consideran un modo relativamente seguro de transporte [1] aunque el número de accidentes esté lejos de ser despreciable [2]. Por este motivo, a pesar que no existen muchos estudios al respecto, los últimos años hay un interés creciente en la mejora de la seguridad de las operaciones de autobuses en todo el mundo.

Existen muchos estudios que identifican los factores causantes de los accidentes, entre los cuales se pueden identificar las características del conductor y el comportamiento del conductor, las características de infraestructura, condiciones ambientales, tipo de colisión y la interacción con otros usuarios de la carretera [2]. Dependiendo del país se puede incluir la antigüedad de los autobuses como factor causante, pero las leyes cada vez son más estrictas y ponen límites de antigüedad más exigentes, con lo que ya no se debe considerar como factor importante. La Fig. 1 muestra la comparación de la antigüedad permitida en el Perú con algunos países de la región de acuerdo con el Informe 019-2008-MTC/15.0 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Esta tendencia va a hacer que en poco tiempo la antigüedad ya no sea un factor causante de accidentes.

Otros factores que pueden contribuir a la ocurrencia y severidad de los accidentes de autobuses pueden incluir a la hora del día, las condiciones de iluminación, el clima y las condiciones de la carretera, el modelo de autobús, la edad y la experiencia del conductor, la geometría de las carreteras, y el tipo de choque [3].

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2017.1.1.11>
ISBN: 978-0-9993443-0-9
ISSN: 2414-6390

15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Global Partnerships for Development and Engineering Education”, 19-21 July 2017, Boca Raton FL, United States.

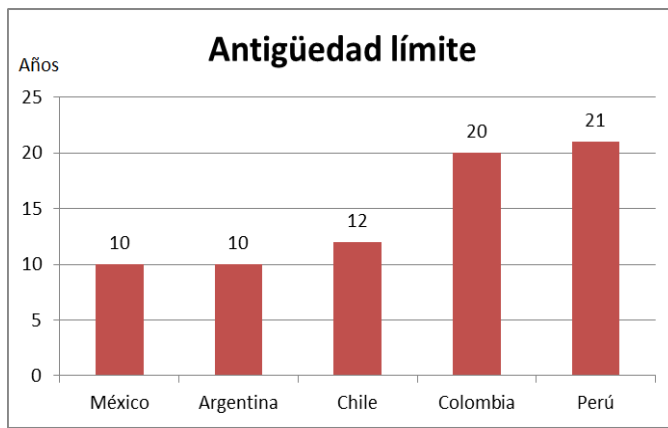


Fig. 1 Antigüedad límite de los vehículos de transporte en algunos países de la Latinoamérica

Es importante mencionar que los accidentes fatales, que involucran vehículos pesados, se originan por factores comunes como son las grandes distancias, horarios de manejo, plazos por cumplir, entre otros, que pueden contribuir a una variedad de factores que afectan el comportamiento del conductor, incluyendo la fatiga, el estrés y el uso de estimulantes para mantenerse despierto, tanto en Australia como en otros países. Asimismo, se considera que hay pruebas concluyentes de la asociación de accidentes de vehículos pesados con factores de riesgo relacionados al conductor (incluidos los trastornos del sueño y somnolencia, y el estado de salud), a las características de la carretera y el vehículo, y a las características del empleador/empresa (incluyendo la programación, la duración del turno y pago) [4].

Por otra parte, la fatiga del conductor profesional de vehículos pesados ha sido identificada como una de las principales contribuyentes a los accidentes, al afectar el rendimiento de conducción por alterar el procesamiento de información, atención y, a veces, los tiempos de reacción; también puede causar que el conductor se quede dormido. De acuerdo con Liendo et al. [5] al menos un 15% de los conductores en el Perú admitieron que la causa de su accidente o casi accidente fue la fatiga, aunque el porcentaje podría ser más elevado. La hora del día, la duración de la vigilia, el sueño insuficiente, trastornos del sueño, y las horas de trabajo prolongados todos se han identificado como principales causas de la fatiga [6].

Enfatizando en los dos factores a tener en cuenta en este estudio, es decir la carretera y la hora del día, podemos mencionar que una dimensión importante de la seguridad es la situación vial, es decir, las condiciones de las carreteras [7]. Esto es reforzado por Hakkert et al, [8] quienes consideran que uno de los factores importantes para la Seguridad es la infraestructura de las carreteras y por otro lado se considera que además del comportamiento del conductor, las características del vehículo, el tipo de carretera y sus

características y los factores ambientales pueden tener gran importancia en muchos de los accidentes [9]. Por último, las diferentes características de las carreteras, y el tráfico, influyen en la ocurrencia de accidentes, por ejemplo, el número de carriles, el perfil de la carretera, los límites de velocidad, entre otros, con estudios que indican que la gravedad y probabilidad de los accidentes se incrementan cuando los límites son mayores o que los accidentes de autobuses en carreteras curvas tienen menos severidad que en carreteras rectas. [10]

Por otro lado, existen estudios que consideran que el día de la semana, la hora del día, y otros factores son importantes para la severidad de los accidentes de tránsito en autobuses de transporte público [1]. Esto se refuerza con el estudio de Siegel y Prato [3] que concluye que los accidentes que ocurren en caminos curvos y durante las horas de la noche son los más severos. Esto se asocia al hecho que la desatención por fatiga es considerada como la mayor causante de los accidentes de carretera [11]. Hay que tener en cuenta que el trabajo nocturno y otros factores pueden contribuir a la somnolencia entre los conductores, por las mañanas [12]. Así mismo es necesario considerar que la somnolencia del conductor se considera como un factor importante en accidentes de tránsito, la cual se presenta por causa del trabajo nocturno, pero también como resultado de largas jornadas de trabajo [13] y también por la naturaleza monótona de la conducción [14]. Por último, se puede afirmar que las reacciones tardías, que causan accidentes, pueden estar vinculadas a la poca observación del entorno consecuencia de la fatiga, que a su vez se genera por el tiempo prolongado de conducción [15], situación que se presenta normalmente en las conducciones nocturnas

II. METODOLOGÍA

Para desarrollar este estudio se han seguido los siguientes pasos: Levantamiento de información respecto a accidentes, con información detallada de cada uno de ellos, incluyendo vía, kilometro, hora, tipo de accidente, entre otros. Se descartaron aquellos accidentes que no tenían los datos completos. La información se obtuvo de los reportes la Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercadería (SUTRAN) y la Policía Nacional del Perú (PNP). Recogida la información de las fuentes descritas, se procedió a realizar un análisis de la información a fin de caracterizar los accidentes por hora y ubicación, partiendo de identificar las carreteras con más accidentes. De esta manera se obtuvieron los resultados del estudio, en forma específica, para estas carreteras, para lo cual se emplearon pruebas de hipótesis que fueron aceptadas o rechazadas a partir de los datos obtenidos. Procesada la información y usando resultados obtenidos, se discutieron estos, finalmente se detallan las conclusiones del estudio, que incluye la caracterización de los accidentes de acuerdo con los dos factores mencionados.

Se trabajó con el total de datos que se tiene, descartando aquellos con información incompleta. Posteriormente se tratará de rescatar todos los accidentes, completando la información que falta en cada caso. Los datos usados en este informe fueron 339 accidentes recopilados entre los años 2013 hasta el 2016.

III. RESULTADOS

Con el presente estudio se buscó establecer la caracterización de los accidentes de tránsito de autobuses de transporte público de pasajeros en carreteras peruanas según el horario de ocurrencia y la ubicación. Para esto, se optó por recopilar los datos sobre los accidentes con los siguientes parámetros:

- Fecha
- Hora
- Lugar geográfico
- Vía
- Kilómetro
- Tipo de accidente
- Fallecidos
- Heridos
- Año del vehículo
- Conductor

De estos interesa para el presente estudio la vía y kilómetro y la hora del accidente.

Para procesar la información se han identificado las carreteras con más accidentes y se les ha asignado un número para procesar los datos:

- 1 PANAMERICANA NORTE
- 2 PANAMERICANA SUR
- 3 CARRETERA CENTRAL
- 4 CARRETERAS DE PENETRACION (interior y rurales)
- 5 CARRETERA INTEROCEANICA
- 6 CARRETERA BELAUNDE TERRY (MARGINAL)
- 7 CIUDAD (Dentro de una ciudad)
- 8 SIERRA SUR
- 9 SIERRA NORTE
- 10 OTRAS

Las carreteras 1 y 2 parten de Lima hacia el Norte y Sur respectivamente y se encuentran en la costa del país, la carretera 3 va desde Lima hacia la sierra central, las carreteras 4 se encuentran en todo el país, la carretera 5, interoceánica va desde la costa sur del Perú hacia la frontera con Brasil. La carretera 6, marginal, se encuentra en la selva, las carreteras 7 están cercanas a las ciudades de paso, las carreteras 8, están compuestas por las carreteras de Puno, Cusco, Arequipa y Ayacucho mayoritariamente, la carretera 9, está compuesta por

los tramos ubicados en Piura, Cajamarca, La Libertad y Ancash.

En la TABLA I se presentan los primeros resultados, ésta muestra la frecuencia de accidentes según la vía o carretera para una muestra representativa de 339 accidentes ocurridos entre los años 2013 a 2016

TABLA I
FRECUENCIA DE ACCIDENTES POR CARRETERA

CARRETERAS o VIAS	Accidentes
1 PANAMERICANA NORTE	79
2 PANAMERICANA SUR	52
3 CARRETERA CENTRAL	51
4 CARRETERAS DE PENETRACION	45
5 CARRETERA INTEROCEANICA	6
6 CARRETERA BELAUNDE TERRY (Marginal)	7
7 CIUDAD (Dentro de una ciudad)	42
8 SIERRA SUR	41
9 SIERRA NORTE	12
10 OTRAS	4

En la Fig. 2 se presentan los resultados de las frecuencias de accidentes según la hora de ocurrencia en el día, se puede apreciar que al menos el 25% de los accidentes ocurren en el intervalo horario de 04 a 07 horas del día. Se puede tener la hipótesis de que el 25% de accidentes ocurren en esas tres horas críticas del día, independientemente de la carretera o vía.

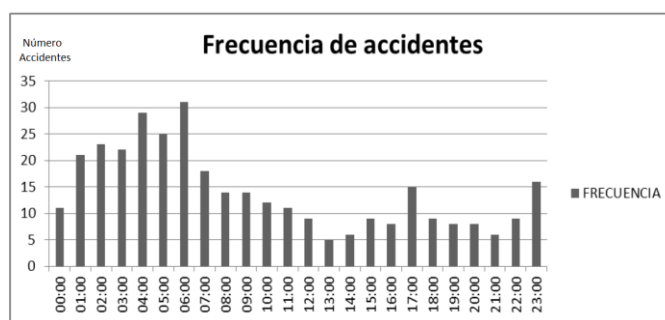


Fig. 2 Frecuencia de accidentes por hora de ocurrencia

Se realizó la siguiente prueba de hipótesis, para comprobar la hipótesis nula $H_0: p > 0.38$ (al menos 30% de accidentes ocurren en el intervalo de las tres horas) versus la hipótesis alternativa $H_1: p < 0.38$ (la no ocurrencia de H_0), usando un

nivel de significancia de 5% se puede probar que la hipótesis nula (H0) es válida.

Usando la información anterior, se analizaron las carreteras de mayor frecuencia de accidentes (carretera Panamericana Norte, carretera Panamericana Sur y carretera central).

En la Fig. 3 se tiene la ocurrencia de accidentes por hora del día para la carretera Panamericana Norte.

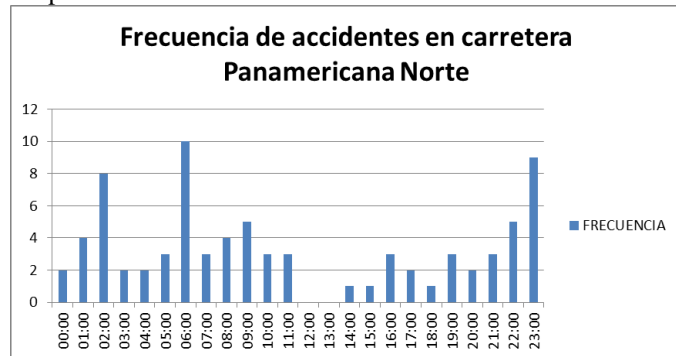


Fig. 3 Frecuencia de accidentes por hora de ocurrencia en la carretera Panamericana Norte

Se puede apreciar que la hora de mayor frecuencia de accidentes en la Panamericana Norte es entre las 06 a 07 horas, donde ocurren 10 accidentes (12.7%), también se alcanza picos de 8 accidentes de 02 a 03 horas y 9 accidentes entre las 23 y 24 horas. Es importante mencionar que esta carretera es la que tiene el mayor número de accidentes.

En la Fig. 4 se tiene la frecuencia de accidentes para la carretera Panamericana Sur

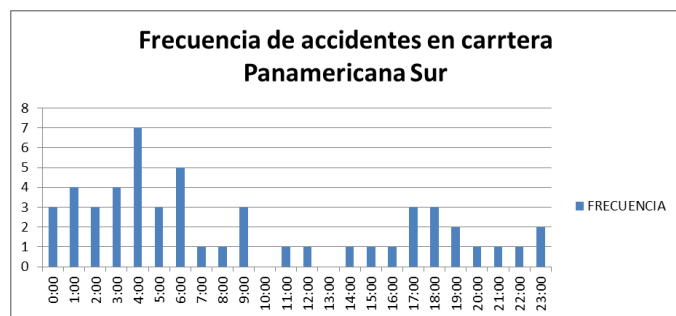


Fig. 4 Frecuencia de accidentes por hora de ocurrencia en la carretera Panamericana Sur

Se puede apreciar que la hora de mayor frecuencia de accidentes en la Panamericana Sur es entre las 04 a 05 horas, donde ocurren 7 accidentes (13.5%)

En la Fig. 5 se tiene la frecuencia de accidentes para la Carretera Central

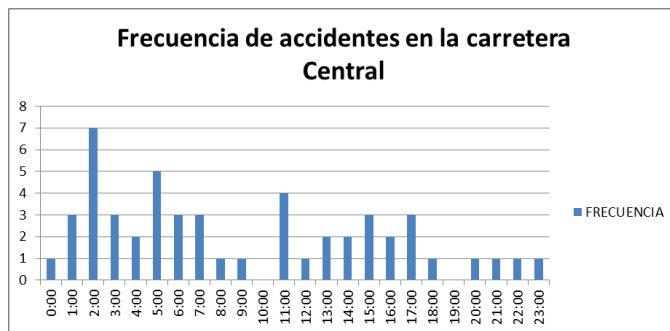


Fig. 5 Frecuencia de accidentes por hora de ocurrencia en la Carretera Central

Se puede apreciar que la hora de mayor frecuencia de accidentes en la carretera Central es entre las 02 a 03 horas, donde ocurren 7 accidentes (13.7%)

También se ha empleado un indicador usado por la SUTRAN y que es el Índice de Participación de Accidentes (IPA), para poder definir la severidad de los accidentes.

$$IPA = \frac{\#accidentes * (4 * \#fallecidos + \#heridos)}{\text{Tamaño de flota}}$$

La siguiente TABLA II muestra el IPA promedio y el IPA promedio móvil según la hora del día. Usamos el promedio móvil para atenuar los valores pico que podrían causar distorsión en la interpretación de los datos. El promedio se calculó tomando la hora anterior y posterior de cada hora del día.

El mayor valor de IPA es de 8.9, valor alcanzado entre las 14 a 15 horas y el menor valor de IPA es de 1.2 alcanzado entre las 16 a 17 horas. Se puede notar también que entre las 4 y 6 horas se tiene un IPA elevado casi constante durante las 3 horas de ese período. En el caso de los valores más elevados, son picos en determinadas horas.

TABLA II
IPA PROMEDIO E IPA PROMEDIO MÓVIL SEGÚN LA HORA DEL DÍA

HORA DEL ACCIDENTE	IPA (promedio)	IPA (promedio móvil)
0:00	3,5	3,9
1:00	4,2	3,9
2:00	3,9	4,2
3:00	4,5	4,7
4:00	5,8	5,2
5:00	5,3	5,6
6:00	5,7	5,1
7:00	4,1	4,6
8:00	3,9	3,8
9:00	3,5	3,7
10:00	3,7	3,7
11:00	3,9	4,0
12:00	4,4	4,8
13:00	6,2	6,5
14:00	8,9	5,7
15:00	2,0	4,0
16:00	1,2	2,0
17:00	2,9	3,9
18:00	7,5	4,2
19:00	2,2	4,9
20:00	5,0	3,7
21:00	3,9	4,8
22:00	5,6	4,5
23:00	3,9	4,3

IV. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados mostrados en el punto anterior nos permiten comprobar la hipótesis que existe una relación entre la hora del accidente y la frecuencia de ocurrencia, es decir la probabilidad de que ocurra un accidente en las carreteras peruanas es mayor entre las 04 a 07 horas del día. La hora pico en términos de mayor incidencia de accidente varía de carretera o vía evaluada. La prueba de hipótesis realizada es para comprobar

la hipótesis nula $H_0: p > 0.38$ (al menos 30% de accidentes ocurren en el intervalo de las tres horas) versus la hipótesis alternativa $H_1: p < 0.38$ (la no ocurrencia de H_0), usando un nivel de significancia de 5% se puede probar que la hipótesis nula (H_0) es válida.

La siguiente TABLA III muestra la hora pico y el respectivo valor de IPA promedio para las tres carreteras evaluadas (Panamericana Norte, Panamericana sur y Central) donde ocurrieron el 53,7% de los 339 accidentes evaluados.

TABLA III
HORA PICO DE SINIESTRALIDAD, IPA PROMEDIO PARA CARRETERAS DE MAYOR ÍNDICE DE ACCIDENTES

CARRETERA	Hora pico del accidente	IPA (promedio)
Panamericana Norte	06 a 07	5,7
Panamericana Sur	04 a 05	5,8
Central	02 a 03	3,9

Un análisis más exigente podría determinar en qué parte de la carretera es la ocurrencia histórica de los accidentes.

V. CONCLUSIONES

La hipótesis del presente estudio consiste en caracterizar los accidentes de tránsito según la hora de ocurrencia

El horario de mayor frecuencia de accidentes ocurre en el intervalo de 02 a 07 horas del día, es en este intervalo de tiempo que ocurren cerca del 40% de los accidentes de tránsito en carreteras a nivel nacional.

La carretera de mayor frecuencia de accidentes es la Panamericana Norte, ahí ocurren el 23,3% de los accidentes evaluados, siendo la hora de mayor frecuencia de accidentes entre las 06 y 07 de la mañana.

La carretera Panamericana Sur es la segunda carretera de mayor frecuencia de accidentes, ahí ocurren el 15,3% de los accidentes evaluados, siendo la hora de mayor frecuencia de accidentes entre las 04 y 05 de la mañana.

La carretera Central es la tercera carretera de mayor frecuencia de accidentes, ahí ocurren el 15,0% de los accidentes evaluados, siendo la hora de mayor frecuencia de accidentes entre las 02 y 03 de la mañana.

Los resultados obtenidos por el presente artículo pueden servir para organizar planes de prevención de accidentes coordinado conjuntamente la Policía Nacional del Perú (PNP) y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) como por ejemplo mejorar la señalización, revisar el estado de las carreteras, usar en forma más intensiva el GPS para el control de velocidad, sobre todo en la noche, emplear más control

policiaco en las carreteras, limitar la circulaci{on de vehículos pesados de carga, entre otros..

La gravedad de los accidentes varía de acuerdo con la hora, obteniendo valores elevados entre las 4 y 6 horas, entre las 13 y 15 horas y en las 18 y 22 horas. En los primeros casos, se podría atribuir a la somnolencia de los conductores.

REFERENCIAS

- [1] U. Barua, R. Tay, Severity of urban transit bus crashes in Bangladesh, *Journal of Advanced Transportation* 44 (2010) 34–41
- [2] S. Kaplan, C. Prato, Risk factors associated with bus accidentseverity in the United States: a generalized ordered logit model. *Journal of safety research*, 43(3) (2012) 171-80.
- [3] C. Zegee, H. Huang, J. Stutts, E. Rodgman, E. Hummer, Commercial bus accident characteristics and roadway treatments. *Transportation Research Record*, 1467 (1995) 14–22.
- [4] Organización Mundial de la Salud. Informe sobre la situación mundial de la seguridad. Obtenible en http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/es/ (2013)
- [5] G. Liendo, C. Castro, J. Rey de Castro, Cansancio y somnolencia en conductores de ómnibus interprovinciales: estudio comparativo entre formalidad e informalidad. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 27(2) (2010) 187-194
- [6] H. Chu, Assessing factors causing severe injuries in crashes of high-deck busesin long-distance driving on freeways. *Accident Analysis and Prevention*, 62 (2014) 130– 136.
- [7] V. Gitelman, E. Doveh, S. Hakkert. Designing a composite indicator for road safety. *Safety Science* 48 (2010) 1212–1224.
- [8] A. Hakkert, V. Gitelman, M. Vis. Road Safety Performance Indicators: Theory. *Deliverable D3.6 of the EU FP6 project SafetyNet* (2007).
- [9] K. Goh, G. Currie, M. Sarvi, D. Logan. Factors affecting the probability of bus drivers being at-fault inbus-involved accidents. *Accident Analysis and Prevention* 66 (2014) 20–26.
- [10]S. Fenga, Z. Li, Y. Ci, G. Zhang. Risk factors affecting fatal bus accident severity: Their impact on different types of bus drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 86 (2016) 29–39.
- [11]S. Cafiso, A. Di Graziano, G. Pappalardo. Road safety issues for bus transport management. *Accident Analysis and Prevention* 60 (2013) 324–333.
- [12]K. Knutson, E. Van Cauter, P. Rathouz, T. DeLeire, D. Lauderdale. Trends in the prevalence of short sleepers in the USA: 1975–2006. *Sleep* 33 (1) (2010), 37–45
- [13]L. Di Miliaa, G. Kecklundb. The distribution of sleepiness, sleep and work hours during a long distance morning trip: A comparison between night- and non-night workers. *Accident Analysis and Prevention* 53 (2013) 17– 22.
- [14]P. Thiffault, J. Bergeron. Monotony of road environment and driver fatigue: a simulator study. *Accident Analysis and Prevention* 35 (2003), 381–391.
- [15]P. Evgenikos, G. Yannis, K. Folla, R. Bauer, K. Machata, C. Brandstaetter, Characteristics and causes of heavy goods vehicles and buses accidents in Europe. *Transportation Research Procedia* 14 (2016) 2158 – 2167