

Study of the Causes of Accidents on a Peruvian Highway

César Corrales Riveros, Magister en Ingeniería Industrial¹, Juan Carlos Rubio Romero, Doctor en Ingeniería Industrial² y Miguel Rodríguez Anticona, Ingeniero Industrial¹

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

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

Abstract -- This article presents the road accidents in Peru generated by interprovincial passenger transport buses, over the years. For this, data from the last six years has been used, provided by SUTRAN and the National Police of Peru. The data analysis generates statistical values and projections for the following years. The study generates comparative studies of the consequences over time and establishes what type of companies are those that recurrently have security problems and that will generate a later study of their characteristics to establish organizational improvement proposals in them and control policies.

Keywords– accidents, autobus, causes.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.255>
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

Estudio de las Causas de Accidentes en una Carretera Peruana

César Corrales Riveros, Magister en Ingeniería Industrial¹, Juan Carlos Rubio Romero, Doctor en Ingeniería Industrial² y Miguel Rodríguez Anticona, Ingeniero Industrial¹

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

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

Abstract– This article presents the road accidents in Peru generated by interprovincial passenger transport buses, over the years. For this, data from the last six years has been used, provided by SUTRAN and the National Police of Peru. The data analysis generates statistical values and projections for the following years. The study generates comparative studies of the consequences over time and establishes what type of companies are those that recurrently have security problems and that will generate a later study of their characteristics to establish organizational improvement proposals in them and control policies.

Keywords: accidents, autobus, organization.

Resumen- Este artículo presenta la siniestralidad en las carreteras del Perú generada por autobuses del transporte interprovincial de pasajeros, a través de los años. Para esto se ha usado datos de los últimos seis años, proporcionados por SUTRAN y la Policía Nacional del Perú. El análisis de datos nos genera valores estadísticos y proyecciones para los siguientes años. El estudio genera estudios comparativos de las consecuencias a través del tiempo y establece que tipo de empresas son las que recurrentemente tienen problemas de seguridad y que generarán un estudio posterior de sus características para establecer propuestas de mejora organizativas en ellas y políticas de control.

Palabras Clave: accidentes, autobús, organización

I. INTRODUCCIÓN

Este artículo es un estudio preliminar para identificar las causas de los accidentes en un tramo de la carretera nacional de mayor siniestralidad y su grado de importancia. El objetivo final es realizar una simulación de los accidentes en dicha carretera.

En ese sentido, en el presente artículo se presenta el resultado de la ubicación física de los tramos de mayor siniestralidad en dicha carretera y los factores involucrados, para lo cual se ha usado información oficial de los accidentes acaecidos entre el 2011 y 2016, con detalles de hora, lugar, muertos y heridos. La información del 2017 y 2018 está aún en proceso por lo que no ha sido considerada.

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),

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.255>

ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities”, 24-26 July 2019, Jamaica.

el tratamiento estadístico de los datos, el análisis de los resultados y finalmente la presentación de las conclusiones del estudio

II. ESTADO DEL ARTE

Global Status Report on Road Safety 2015, que incluye la información de 180 países, indica que, a nivel mundial, el número total de muertes por accidentes es de aproximadamente 1,25 millones por año, y el de heridos entre 20 a 50 millones [1]. Los accidentes en carretera dependen de muchos factores, como los cambios en las estaciones, condiciones climáticas, volumen del tráfico rodado, intensidad del tráfico, experiencia de conducción, cultura de conducción y estado técnico [2]

El clima es una causa de los accidentes de vehículos de transporte pesado, pero en Canadá y USA, la fatiga del chofer es la principal causa de accidentes, y esta fatiga es originada por las largas horas de manejo [3]

Por otra parte, el análisis de las bases de datos de los accidentes, muestran que la distracción del conductor es una causa importante de los accidentes de las autopistas y carreteras [4]. El crecimiento del tránsito de autobuses de servicio sumado a la proliferación de tecnologías avanzadas dentro del vehículo, son causantes de más distracciones en la conducción [5]. Las distracciones más comunes para un conductor son el uso de un celular por un pasajero, pasajeros comiendo, bebiendo o haciendo ruido, sin cuidado, pasajeros tratando de hablar con el conductor, fatiga o enfermedad [6][7]

La fatiga y la somnolencia afecta el rendimiento y la seguridad [8]. La fatiga y la somnolencia pueden ocurrir debido a varios factores endógenos y exógenos, tales como trastornos del sueño (apnea del sueño) [6], carga de trabajo física, estado nutricional, alcohol y hábitos de drogas ilícitas o hábitos inadecuados (por ejemplo, calidad del sueño pobre, altos niveles de exposición a la conducción; horario de trabajo que entra en conflicto con el ritmo circadiano, largas jornadas de manejo, monotonía, turnos nocturnos permanentes y horas extras [9][10][11][12].

En un estudio más del 30% de conductores de camiones pesados reportaron largas horas de manejo, problemas con el camino y condiciones del clima y monotonía [13].

Adicionalmente, la conducción nocturna es un factor de riesgo adicional, especialmente durante las horas de la madrugada, asociada con la fatiga y pobre visibilidad [14]. Si

se trata específicamente de autobuses de piso y medio o dos pisos en las autopistas, las principales causas que conducen a accidentes son: la conducción sin mantener una distancia segura detrás del vehículo de adelante (60%), el pasar inadecuadamente o cambiar de carril (20%), y la conducción temeraria (20%), generándose mayormente choques traseros, choques frontales por un lado, colisiones con un objeto fijo y vuelcos [15].

En ese sentido se han identificado varios factores que contribuyen a la ocurrencia de accidentes de autobús de tránsito incluyendo la hora del día, las condiciones de iluminación, el clima y las condiciones de la carretera, el año del modelo de autobús, la edad y la experiencia del conductor, geometría de las carreteras, y tipo de choque [16].

El incremento en el volumen de tráfico, la circulación por un carril determinado, y los giros a la izquierda incrementan la frecuencia y severidad de los accidentes, mientras que los carriles más anchos y carriles para paradas de emergencia más anchos, disminuyen la frecuencia y severidad. Asimismo, el aumento del número de carriles, del límite de velocidad y la presencia de estacionamiento en la calle conduce a aumentar la probabilidad de choques de autobuses [17].

III. METODOLOGÍA

Para desarrollar este estudio se han seguido los siguientes pasos comunes a investigaciones similares: Levantamiento de información respecto a accidentes, con información detallada de cada uno de ellos, incluyendo fecha, número de muertos, número de heridos, carretera, km, hora, día, entre otros. Se han descartado aquellos accidentes que no tenían los datos completos. La información se ha obtenido principalmente de los reportes de la Policía Nacional del Perú (PNP) y de SUTRAN (Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías). Recogida la información de las fuentes descritas, se ha procedido a realizar un análisis de la información a fin de determinar algunas características generales en las carreteras más importantes de Perú, obteniendo los primeros resultados del estudio, que conducen a identificar la carretera con mayor siniestralidad. Una vez hecho eso, se identifican que tramos de esa carretera son los que tienen mayor siniestralidad y se trabaja con más detalle en el análisis de uno de estos tramos, a modo de ejemplo. La información de los factores presentes, que se pueden ampliar, es presentada en diferentes figuras dentro del paper. Procesada la información y usando los resultados obtenidos, se discutieron estos, finalmente se detallaron las conclusiones del estudio, que incluye la determinación de factores más importantes, de los tomados en cuenta, y que servirán para desarrollar algunas propuestas de mejora y desarrollar estudios más profundos al respecto.

Los datos usados en este informe son las estadísticas de siniestralidad de los años 2010 a 2016 de SUTRAN, y parte de

la información de la PNP. Existe información más detallada en los registros de la PNP que se considerarán en un estudio posterior, como la antigüedad del vehículo, el sentido del desplazamiento de los vehículos, la edad del conductor, entre otros.

IV. RESULTADOS

El estudio se centra primero en datos generales de las carreteras más importantes del Perú, para finalmente identificar la carretera con mayor siniestralidad y dentro de esta los tramos más peligrosos.

En la Fig. 1 se presenta la cantidad de accidentes, de muertos y de heridos por mes, notándose que hay un pico en el mes de enero y en julio-agosto, períodos que coinciden con las fiestas de fin de año y las celebraciones de fiestas patrias

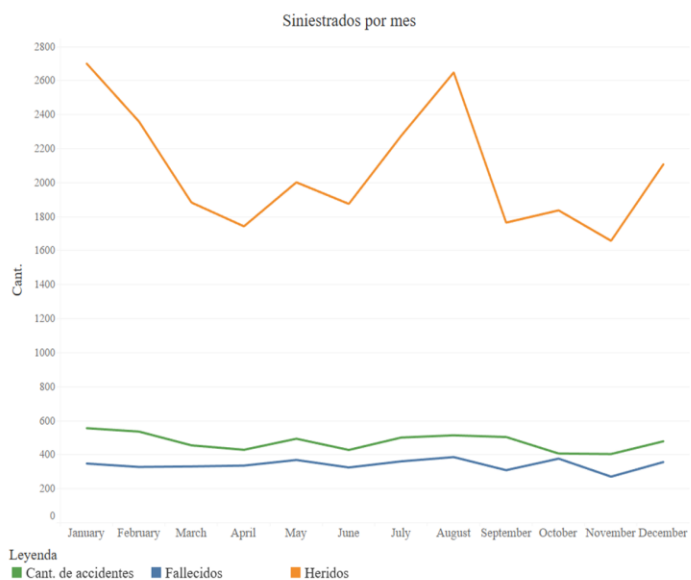


Fig. 1 Siniestrados en carreteras peruanas por mes

En la Fig. 2 se presentan los gráficos que relacionan los accidentes, muertos y heridos con la hora del día. Puede notarse claramente un pico entre las 2:00 y las 7:00 am, siendo el rango de 5:00 a 6:00 de la mañana, el de mayor incidencia de accidentes, con otros picos alrededor de 5:00 p.m. y las 8:00 p.m.

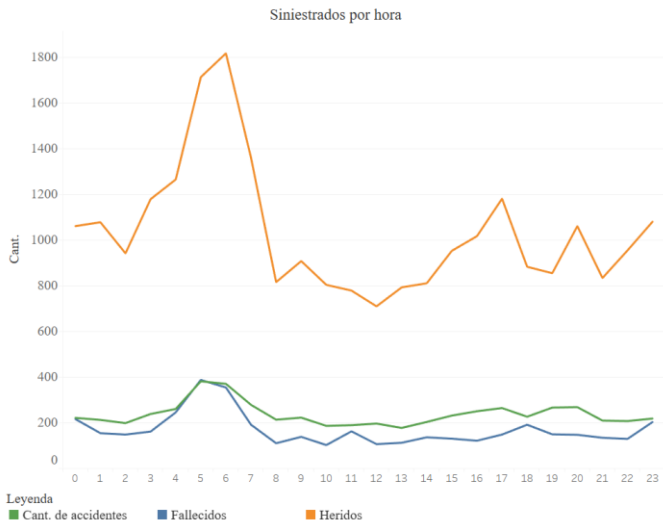


Fig. 2 Siniestrados en carreteras peruanas por hora del día

Si se ven ahora los accidentes por día de la semana, se puede ver en la Fig. 3 que no hay una tendencia marcada, sin embargo, hay un ligero incremento los domingos, aunque con mayor incidencia de personas fallecidas y heridos los lunes, probablemente en las madrugadas, que es cuando más accidentes se producen.

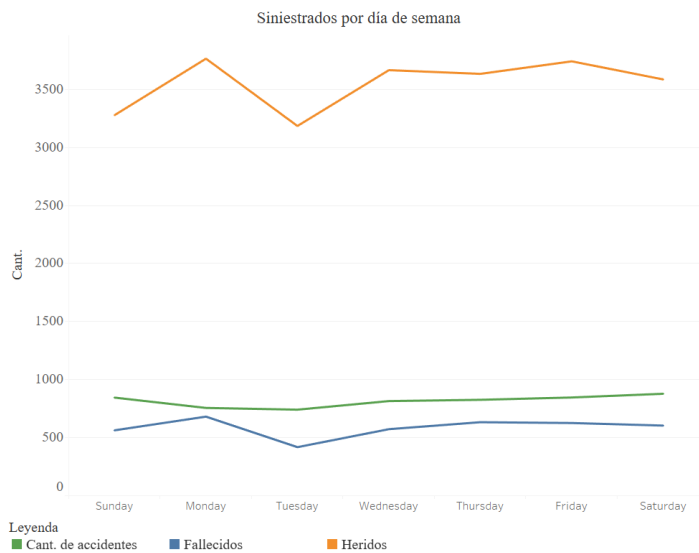


Fig. 3 Siniestrados en carreteras peruanas por día de semana

Uno de los factores a tomar en cuenta es el tipo de accidente que se presenta con más frecuencia. De acuerdo con los datos que se tienen, el tipo de accidente más frecuente es del despiste, seguido del choque frontal y atropello, como puede verse en la Fig. 4. Esto indica que es muy probable que

los accidentes en mayor frecuencia se deben a descuidos o somnolencia, lo cual coincide con lo indicado en el estado del arte presentado en este trabajo

También se puede destacar que son tres los tipos de accidentes que reportan cerca del 72% de accidentes, los cuales son el despiste, el choque frontal y el choque por alcance (por atrás).

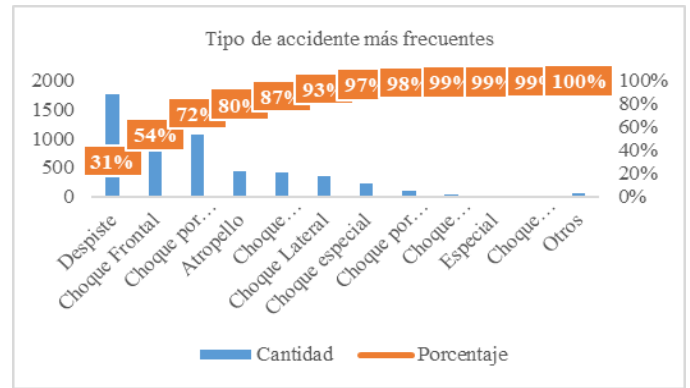


Fig. 4 Siniestrados en carreteras peruanas por tipo de accidente

A. Determinación de la carretera de mayor siniestralidad

Analizando ahora la carretera principal con mayor siniestralidad, y que sería motivo de un estudio más detallado, se va a usar una variante del indicador usado por la SUTRAN para analizar a las empresas de más alta siniestralidad y que es el Índice de Participación de Accidentes (IPA), para poder definir la severidad de los accidentes.

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

De este indicador, y dado que se va a estudiar las carreteras y no empresas, se tomará sólo el numerador, el cual va a servir como indicador para la estimación de la carretera con mayor siniestralidad, es decir:

$$\#accidentes * (4 * \#fallecidos + \#heridos)$$

De esta manera se tiene en la Fig. 5 los siniestrados por carretera, usando este indicador IPA modificado o "IPA". Aquí se puede ver que la carretera con mayor índice de siniestralidad "IPA" es la Panamericana Norte, seguida por la Panamericana Sur.

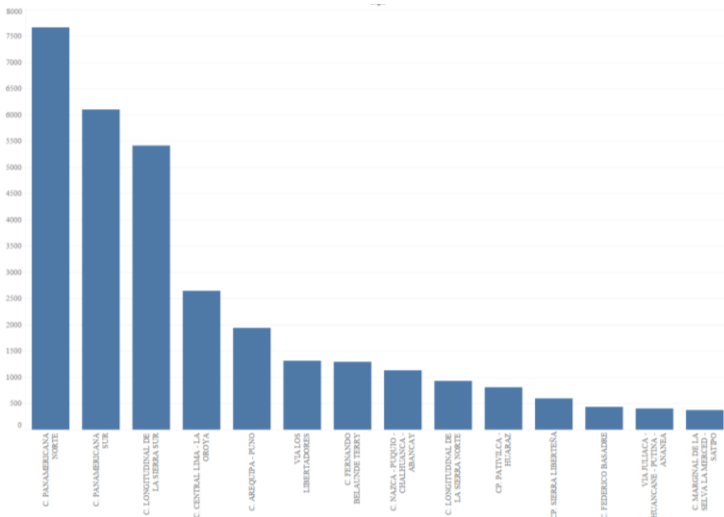


Fig. 5 Siniestros "IPA" por carreteras peruana

Teniendo en cuenta que la población al norte de Lima, por la que recorre la Panamericana Norte, es de aproximadamente 6 139 000 y la población cubierta por la Panamericana Sur es de 5 113 000, es decir un 20 % más en el norte y que el "IPA" de la Panamericana Norte supera en casi un 30% a la del Sur, se tomará, para un estudio más detallado, la carretera Panamericana Norte.

B. Determinación del tramo de mayor siniestralidad

Una vez definida la carretera Panamericana Norte como la de mayor siniestralidad, considerando el indicador ya mencionado, se procede a encontrar que tramos de la carretera son los de mayor siniestralidad. Para esto se toman trechos de 5 Km cada uno y se contabilizan los accidentes que tienen lugar en cada uno de esos trechos. El resultado se muestra en la Fig. 6, donde puede verse la frecuencia de accidentes, a lo largo de los más de 1000 Km de esta carretera.

En la Fig. 6 se puede observar que los tramos con mayor frecuencia de accidentes, corresponden a los tramos entre el Km 0 y el Km 200 y el tramo entre los Km 340 y 640.

En estos tramos se encontraron dos sectores de especial importancia por la cantidad de accidentes e "IPA" elevado, estos son el tramo entre los Km 70 y 80 y el tramo entre los Km 530 y 535. Para este estudio se trabajará con más detalle, el tramo entre los Km 70 y 80 de la Panamericana Norte.

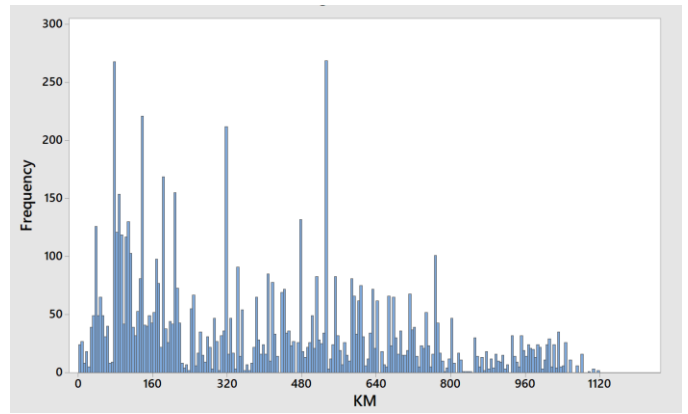


Fig. 6 Siniestros en carreteras peruanas por tramo de 5 Km

Por otro lado, se tienen algunos datos adicionales en el análisis de accidentes a nivel nacional. En la Fig. 7 se puede ver el detalle del tipo de vehículo que participa en los accidentes, teniendo en cuenta que en un accidente puede haber normalmente más de un vehículo involucrado. Como puede verse, el vehículo con mayor frecuencia de participación en los accidentes es el camión, seguido por los autobuses y remolcadores. Si tenemos en cuenta que el remolcador es un tipo de camión, se puede inferir que, del total de vehículos que participan de los accidentes, el 53.3% corresponde a vehículos pesados de transporte de carga y un 25% corresponde a autobuses de transporte de pasajeros. Entre ambos totalizan el 78.3% de los vehículos, lo cual refleja la importancia de la presencia de vehículos pesados en los accidentes sucedidos en carreteras.

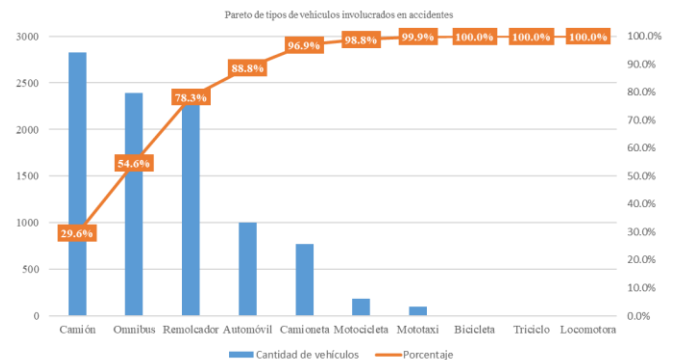


Fig. 7 Tipo de vehículo involucrado en los accidentes

Por último, en la Tabla 1, se presentan los datos de las empresas con mayor incidencia de accidentes a nivel nacional. Puede notarse que hay una gran cantidad de datos de empresas involucradas en los accidentes en los que no se tiene información. En la mayoría de los casos corresponde a empresas de transporte de carga pesada, cuyo nombre no es visible o conocido, normalmente.

TABLA 1
EMPRESAS CON MAYOR TASA DE ACCIDENTES

Empresas	Cantidad de accidentes
Empresas de Transporte de Carga	347
FXXXXXX	131
CXXXXX	75
PXXXXX	59
TXXXXX	53
VEXXXX	53

Los nombres de las empresas se guardan en reserva por efectos de confidencialidad. Estas empresas deberían ser motivo de estudio para ver otras causas vinculadas a los accidentes, como pueden ser los aspectos organizacionales y de operación. Dos de estas empresas aparecen también entre las 4 primeras empresas con alta siniestralidad en un estudio previo del autor.

C. Análisis en el tramo de mayor peligrosidad

Una vez definido el tramo de los Km 70 al 80 de la Panamericana Norte, se determinó que muchos de los accidentes en este tramo, ocurrieron entre los kilómetros 75 y 76, por lo que la segunda parte del estudio se analizaron los datos correspondientes a este pequeño tramo de carretera, en particular, para incorporar otros factores, como se va a ver más adelante.

En el tramo motivo de estudio se obtuvieron los siguientes resultados.

La cantidad de accidentes se incrementa mucho en los meses de enero, agosto y diciembre, que coinciden con las celebraciones de fin de año y de fiestas patrias, como puede verse en la Fig. 8. También puede verse que la tasa de fatalidades se incrementa en los últimos meses del año, siendo muy grande la cantidad de heridos entre diciembre y enero.

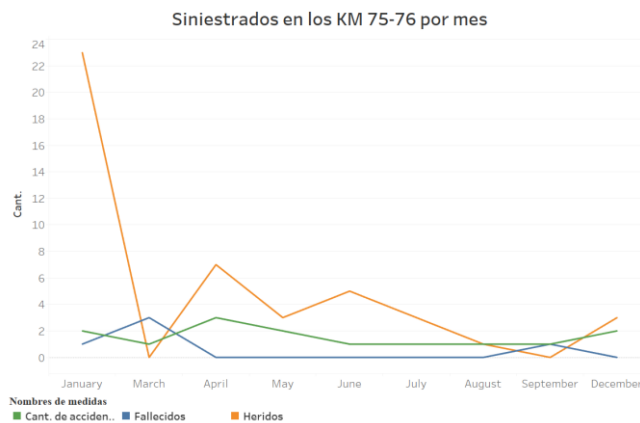


Fig. 8 Siniestros en tramo de estudio por mes

Si se analiza ahora la frecuencia de accidentes y muertos y heridos por día semana, como puede verse en la Fig. 9, se encuentra que el día de mayor tasa de accidentes es el día viernes, seguido del martes, siendo el viernes especialmente crítico en lo que se refiere a muertos y heridos

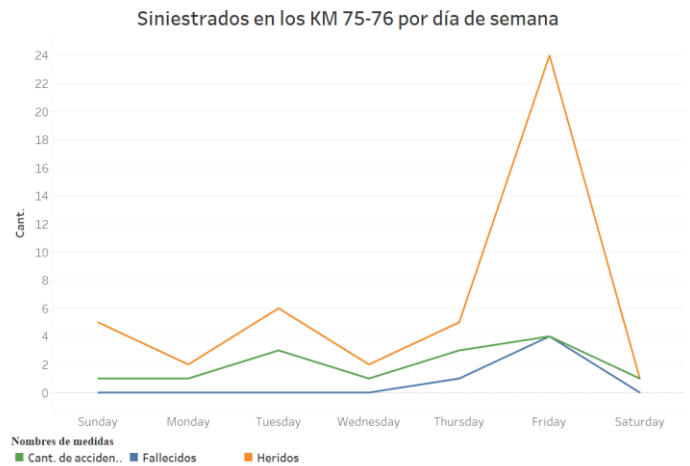


Fig. 9 Siniestros en tramo de estudio por día de semana

En lo que se refiere a la hora del accidente, los resultados del análisis no son tan contundentes, como puede verse en la Fig. 10, en la que se muestra que la hora de los accidentes ha sido bastante variada, con alguna prevalencia de 4:00 pm a 1:00 a.m. En cuanto a la gravedad de los accidentes, es decir muertos causados y heridos, se ve que entre las 6:00 y 9:00 a.m. se tiene un gran "IPA", al igual que alrededor de la 2:00 p.m. y de las 4 p.m.

Esto podría estar vinculado a la fatiga por la conducción nocturna y la somnolencia por conducir después del almuerzo. En cualquier caso, se muestra cierta similitud con la data global que se posee, pero no en la medida de lo esperado, seguramente por la cantidad de datos que se tiene para este pequeño tramo.

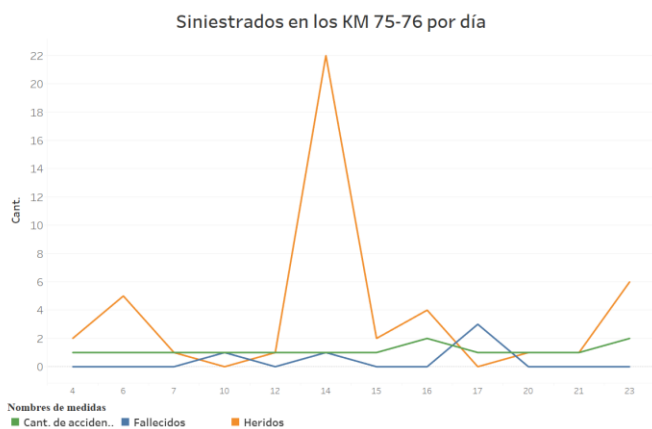


Fig. 10 Siniestros en carreteras peruanas por hora

Revisando la modalidad del siniestro, se puede ver que el choque y el despiste son los más frecuentes y también son los que tienen mayor gravedad, considerando el “IPA” modificado mencionado anteriormente. Esto puede verse claramente en la Fig. 11. Además, los despistes, siendo menos frecuentes, generan casi el mismo nivel del “IPA” que los choques.

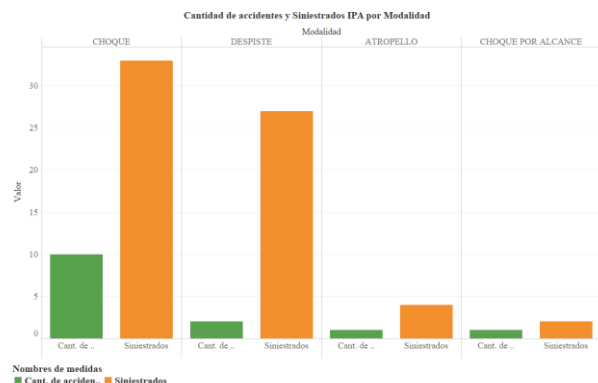


Fig. 11 Cantidad de accidentes e “IPA” por modalidad de siniestro

Si se revisa ahora el tipo de vehículo que participa de los siniestros en este tramo, se puede ver en la Fig. 12, que, al igual que en el caso de revisar el total de accidentes de todas las carreteras importantes del Perú, los camiones, remolcadores y autobuses, son los que tienen mayor frecuencia, pero en este caso, la participación de camiones y remolcadores es bastante más elevada que en el caso de los datos globales, siendo la suma de camiones y remolcadores, el cuádruple de los autobuses, siendo en el caso global, sólo el doble.

De acuerdo con la data se puede afirmar que en este caso los camiones remolcadores y autobuses están involucrados en el 84% de los accidentes en este tramo de carretera.

Por último, se identificaron las variables más importantes que afectan los accidentes, con la data que se posee, aplicando una regresión múltiple.

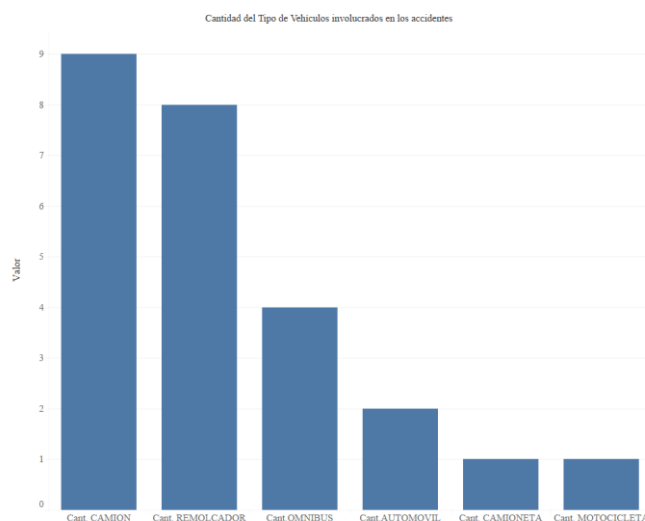


Fig. 12 Tipo de vehículo involucrado en los accidentes

Se probaron 15 variables, como puede verse en la Tabla 2, para ver la importancia de las mismas en el desarrollo de los accidentes. De estas variables, se identificaron, como significativamente importantes, según la regresión múltiple, las variables: Año, Día de la semana y hora por tener un p-value < 0.05.

TABLA 2
VARIABLES CONSIDERADAS PARA LA REGRESIÓN MÚLTIPLE

ID	Campos	Descripción
1	Año	Año de ocurrencia del accidente
2	Mes	Mes de ocurrencia del accidente
3	Día de la semana	Día de la semana de la ocurrencia del accidente
4	Hora	Hora de ocurrencia del accidente
5	Día del mes	Día del mes de la ocurrencia del accidente
6	¿Fue choque?	Si el tipo de accidente es choque es 1, en caso contrario 0
7	¿Fue atropello?	Si el tipo de accidente es atropello es 1, en caso contrario 0
8	¿Fue despiste?	Si el tipo de accidente es despiste es 1, en caso contrario 0
9	Cant. OMNIBUS	Cantidad de Omnibuses involucrados en el accidente
10	Cant. AUTOMOVIL	Cantidad de automóviles involucrados en el accidente
11	Cant. CAMION	Cantidades de camiones involucrados en el accidente
12	Cant. CAMIONETA	Cantidad de camionetas involucradas en el accidente
13	Cant. REMOLCADOR	Cantidad de remolcadores involucrados en el accidente
14	Cant. MOTOCICLETA	Cantidad de motocicletas involucradas en el accidente
15	Siniestrados IPA	Siniestrados IPA = Cantidad de Heridos + Cantidad de muertos*4

Los resultados de la regresión múltiple y que permiten determinar la importancia de las variables indicadas, se presentan en la Tabla 3.

Por último, se identificó la geometría de la carretera en esos dos kilómetros, haciendo una visita presencial. Como puede verse en la Fig. 13, este tramo alberga un cruce importante de camiones y autobuses y automóviles, que

circulan en tres direcciones. En este punto se cortan la antigua carretera Panamericana Norte (Serpentín de Pasamayo) con la nueva carretera Panamericana Norte (Variante de Pasamayo). Normalmente camiones y autobuses circulan por el Serpentin, y automóviles y algunos autobuses y los automóviles, van por el serpentín.

Este cruce, probablemente sea uno de los factores importantes a tomar en cuenta para estudiar la siniestralidad en carreteras.

TABLA 3
ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	3	230.910	76.9699	2.22	0.148
Year	1	0.002	0.0020	0.00	0.994
Día de la semana	1	45.399	45.3990	1.31	0.279
Hora	1	61.884	61.8835	1.79	0.211
Error	10	345.948	34.5948		
Lack-of-Fit	9	345.448	38.3831	76.77	0.088
Pure Error	1	0.500	0.5000		
Total	13	576.857			

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
5.88173	40.03%	22.04%	0.00%

Coefficients						
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF	
Constant	29	1575	0.02	0.986		
Year	-0.006	0.782	-0.01	0.994	1.16	
Día de la semana	-1.30	1.13	-1.15	0.279	1.54	
Hora	-0.411	0.307	-1.34	0.211	1.37	

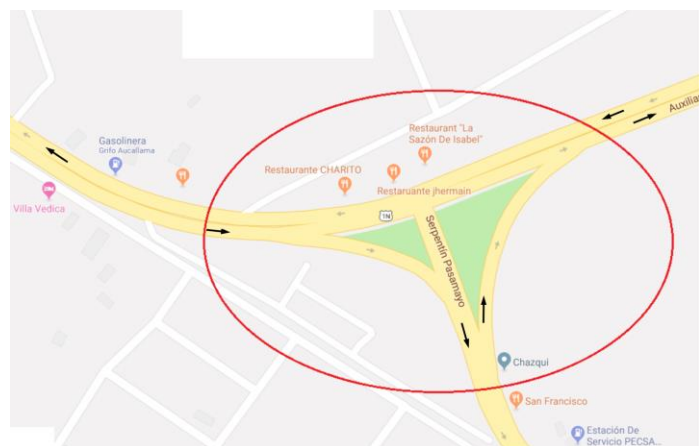


Fig. 13 Geometría de la carretera entre los Km 75 y 76 de la P. Norte

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados mostrados en el punto anterior permiten determinar que a nivel general existen patrones a tener en cuenta en los accidentes de las carreteras peruanas.

En los meses de fiestas patrias y fin de año se incrementa la frecuencia de los accidentes, esto también sucede si

consideramos los días de semana, hay un incremento los días lunes (madrugada).

Si se toma en cuenta las horas del día puede notarse claramente un pico entre las 2:00 y las 7:00 am, siendo el rango de 5:00 a 6:00 de la mañana, el de mayor incidencia de accidentes, con otros picos alrededor de 5:00 p.m. y las 8:00 p.m.

El tipo de accidente más frecuente es del despiste, seguido del choque frontal y atropello, lo cual parece indicar que es muy probable que los accidentes en mayor frecuencia se deben a descuidos o somnolencia.

La carretera con mayor índice de siniestralidad “IPA”, que pondera muertos y heridos, es la Panamericana Norte, seguida por la Panamericana Sur. Dentro de la Panamericana Norte, existen tramos con mayor incidencia de accidentes, identificando un tramo en particular, entre los Km 70 y 80, con mayor frecuencia que el resto y dentro de este tramo, dos Km con muy alta incidencia de accidentes. La segunda parte del estudio se centra en este pequeño tramo.

Adicionalmente se presenta que el tipo de vehículo con mayor frecuencia de participación en los accidentes es el camión, seguido por los autobuses y remolcadores. Si se tiene en cuenta que el remolcador es un tipo de camión, se puede inferir que del total de vehículos que participan de los accidentes, el 53.3% corresponde a vehículos pesados de transporte de carga y un 25% corresponde a autobuses de transporte de pasajeros. Entre ambos totalizan el 78.3% de los vehículos. Este dato es muy interesante pues indica que, el mayor control para reducir la tasa de accidentes debe darse sobre los vehículos de transporte de carga pesada.

En el tramo motivo de estudio se pudo determinar lo siguiente.

La cantidad de accidentes se incrementa mucho en los meses de diciembre y enero y en agosto, que coinciden con las celebraciones de fin de año y de fiestas patrias, coincidiendo con la gravedad de los accidentes.

A diferencia del análisis global de los accidentes, en este caso, el viernes es el día con mayor frecuencia de accidentes.

La hora de los accidentes ha sido bastante variada, con alguna prevalencia de 4:00 pm a 1:00 a.m. En cuanto a la gravedad de los accidentes, es decir muertos causados y heridos, se ve que entre las 6:00 y 9:00 a.m. se tiene un gran “IPA”, al igual que alrededor de la 2:00 p.m. y de las 4 p.m. Esto podría estar vinculado a la fatiga por la conducción nocturna y la somnolencia por conducir después del almuerzo.

El choque y despiste son los más frecuentes y también son los que tienen mayor gravedad, aunque es significativo que, siendo bastante menos los casos de despiste, estos tienen casi la misma cantidad de muertos y heridos que los choques.

Los camiones, remolcadores y autobuses, son los que tienen mayor participación en los accidentes, pero en este caso, la participación de camiones y remolcadores es bastante más elevada que en el caso de los datos globales, siendo la

suma de camiones y remolcadores, el cuádruple de los autobuses, siendo en el caso global, sólo el doble.

Las variables más significativas en los accidentes, haciendo un estudio de regresión múltiple fueron el año, el día de semana y la hora.

Por último, un aspecto muy relevante en el tramo estudiado corresponde a la configuración de la carretera, que presenta un cruce de tres vías, con grandes tramos rectos previos, en dos de las vías. Esto permite inferir que las vías rectas, la hora de la noche o tarde y la somnolencia, podrían haberse sumado para generar la gran cantidad de accidentes en ese tramo. Esto puede reflejarse en el tipo de accidente, choque o despiste.

VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se puede establecer que existen diferentes factores que están vinculados a los accidentes en carreteras peruanas.

Entre los factores más relevantes se tienen, el mes del año, posiblemente vinculado a fiestas y a la estación (con presencia de neblina), el día de la semana, usualmente fines de semana y lunes, días en los que normalmente es más frecuente la presencia de automóviles.

Los tipos de vehículo con mayor participación en los accidentes son los vehículos de transporte de carga pesada, seguidos por los autobuses. Si se tiene que el control de estos vehículos no es tan exigente como en el caso de los autobuses, se puede identificar una de las causas a eliminar para reducir la tasa de accidentes.

Uno de los tipos de accidente más frecuente es el despiste, muy vinculado a descuidos o somnolencia.

La configuración de la carretera, en el tramo pequeño estudiado, es un factor importante a considerar, debido a la confluencia de tres vías, dos de ellas rectas por muchos km previamente. Si a eso se suma la presencia de un colegio, peatones, vehículos menores, y otros, el tramo se convierte en bastante peligroso.

Se pueden plantear algunas medidas inmediatas para reducir los accidentes en este tramo y en algunas carreteras del país:

- Mayor control de los camiones de transporte de carga pesada, reduciendo la informalidad y con el uso de GPS para el control de velocidad
- Implementar sistemas sonoros en la pista, cerca al cruce, motivo de estudio, para controlar la velocidad y para reducir el descuido causado por la somnolencia. Eso implica ubicarlos en la pista misma y en los bordes, para reducir los despistes
- Tener especial cuidado por parte de la policía de carretas en los días de semana críticos, lunes y sábados por la madrugada y también en los días cercanos a fiestas patrias y fin de año

- Colocar barreras para impedir el paso de peatones

Existen factores que no se han estudiado aún a profundidad y no se ha trabajado mayormente, como la gestión operacional de las empresas y factores organizativos vinculados, el efecto de otras unidades en los accidentes, y que no están bajo control exigente como son las mototaxis, motos y peatones, y que pueden resultar en factores importantes en el origen de los accidentes.

REFERENCIAS

- [1] WHO. *Global status report on road safety*, 2015.
- [2] M. Stanislav, S. Henrikas, "The analysis of traffic accidents on Lithuanian regional gravel roads", *Transport* 28, 108-115, 2013.
- [3] J. Vansickle, "Fatigue Causes Majority of Truck Accidents", *National Hog Farmer* 53, 3, pp. 34, March 2008
- [4] S. McEvoy, M. Stevenson, M. Woodward, "The prevalence of, and factors associated with, serious crashes involving a distracted activity". *Accident Analysis and Prevention* 39, pp. 475-482, 2007.
- [5] T. Ranney, *Driver Distraction: A Review of the Current State-of-Knowledge*. Report Number DOT HS 810 787, National Highway Traffic Safety Administration, 2007.
- [6] K. D'Souza, D. Siegfeldt and A. Hollinshead, "A conceptual analysis of cognitive distraction for transit bus drivers", *Management and Production Engineering Review*, vol. 4, no. 1, pp. 10-19, March 2013.
- [7] P. Philip, "Sleepiness of occupational drivers". *Industrial Health* 43, pp. 30-33, 2005.
- [8] L. Di Milia, MH. Smolensky, G. Costa, HD. Howarth, MM. Ohayon et al, "Demographic factors, fatigue, and driving accidents: An examination of the published literature". *Accident Analysis and Prevention* 43, pp. 516-532, 2011
- [9] R. Koyama, A. Esteves, L. Oliveira e Silva, L. Lira, L. Bittencourt et al., "Prevalence of and risk factors for obstructive sleep apnea syndrome in Brazilian railroad workers", *Sleep Medicine* 13, pp. 1028-1032, 2012.
- [10] Williamson A, Lombardi DA, Folkard S, Stutts J, Courtney TK, et al. (2011) The link between fatigue and safety. *Accid Anal Prev* 43: 498-515
- [11] A. McCart, J. Rohrbaugh, M. Hammer, S. Fuller, "Factors associated with falling asleep at the wheel among long-distance truck drivers". *Accident Analysis and Prevention* 32, pp. 493-504, 2000.
- [12] R. Hanowski, J. Hickman, R. Olson, J. Bocanegra, "Evaluating the 2003 revised hours-of-service regulations for truck drivers: the impact of time-on-task on critical incident risk", *Accident Analysis and Prevention* 41, pp. 268-275, 2009.
- [13] R. Friswell, A. Williamson, "Comparison of the fatigue experiences of short haul light and long distance heavy vehicle drivers", *Safety Science* 57, pp. 203-213, 2013.
- [14] N. Mahdi, N. Bachok, N. Mohamed, M. Nazri, "Factors for near miss incident among long distance Bus Drivers in Malaysia". *Iranian Journal Public Health*, Vol. 43, Suppl. No.3, 117-124, 2014.
- [15] H. Chu, "Assessing factors causing severe injuries in crashes of high-deck buses in long-distance driving on freeways", *Accident Analysis and Prevention* 62, pp.130-136, 2014.
- [16] C. Zegeer, H. Huang, J. Stutts, E. Rodgman, E. Hummer, "Commercial bus accident characteristics and roadway treatments", *Transportation Research Record* 1467, pp.14-22, 1995.
- [17] D. Chimbaa, T. Sandob, V. Kwizilec, "Effect of bus size and operation to crash occurrences", *Accident Analysis and Prevention* 42, pp. 2063-2067, 2010.