

TENDENCIAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO NO FATALES Y SU RESPECTIVO GRADO DE SINIESTRALIDAD EN LOS DEPARTAMENTOS DEL PERÚ PERÍODO 2005-2013

TRENDS NON-FATAL TRAFFIC ACCIDENTS AND THEIR RESPECTIVE DEGREE OF INDICATOR OF SINISTER IN THE PERIOD 2005-2013 DEPARTMENTS OF PERU.

Mario Alberty Chávez Bazán¹

Fecha de recepción: 06 marzo 2015

Fecha de aceptación: 07 septiembre 2015

Resumen

El presente estudio intenta determinar mediante diversas aplicaciones de modelos matemáticos (lineal, cuadrático u exponencial) la predictibilidad de los accidentes de tránsito por cada departamento del Perú, tomando como referencia los datos obtenidos y registrados mediante su evolución histórica del período 2005-2013. A través de la comparación de los modelos matemáticos anteriormente mencionados, se seleccionará el que presente mayor nivel de correlación ya que será el que se ajuste mejor a predecir la tendencia futura del evento.

Por lo tanto, la presente investigación está dividida en 3 partes: primero determinar la tendencia futura por cada región del país en referencia al número de accidentes de tránsito no fatales en el período 2005 al 2013. Segundo, determinar si existe una influencia del parque automotor en el número de accidentes no fatales.

¹ Magister. Investigador independiente, Trujillo, Perú, Email: machb76@gmail.com

Ya que el indicador global de siniestralidad muestra que cada año al incrementarse el parque automotor en nuestro país, también aumenta la cantidad de accidentes de tránsito de naturaleza no fatal, partiendo de la hipótesis que engloba el indicador de siniestralidad a nivel nacional. Debemos definir la siniestralidad como el número de accidentes de tránsito no fatal, dividido entre la cantidad del parque automotor para el periodo 2005-2012. Por último, determinar las tendencias del grado de siniestralidad de accidentes de tránsito no fatales por departamento.

El tipo de investigación realizada es cuantitativa, proyectiva e histórica, la cual arroja las siguientes conclusiones: Las regiones de Lima, Arequipa y la Libertad ocupan los primeros puestos de accidentes de tránsito no fatales tanto en el año 2013 como en el período acumulado 2005-2013. Loreto es la única región que ha tenido tendencia histórica a disminuir el número de accidentes de tránsito no fatales. Cajamarca, Ucayali y Pasco son las regiones que tienen tendencia a disminuir los accidentes de tránsito en los últimos años. Callao, Puno, Ayacucho y Huancavelica son las regiones donde no es estable el proceso para definir un modelo matemático predictivo. A excepción de Arequipa, en el resto de regiones, el modelo matemático de predictibilidad es polinómico. Amazonas es la región de mayor siniestralidad. De las once primeras regiones, a excepción de Tumbes, la mayor siniestralidad se da en regiones de la sierra y selva. Lima, Arequipa y La Libertad están en el quinto inferior con menos siniestralidad a pesar de tener las 3 ciudades las mayores cantidades de parque automotriz del país en el 2012. No existe una influencia directa entre el parque automotor y el número de accidentes no fatales de tránsito. Sin embargo la tendencia creciente de siniestralidad se da en 10 regiones del país.

Palabras clave: *Accidentes no fatales, predictibilidad, siniestralidad, tendencia.*

Abstract

This study seeks to determine through various applications (linear, quadratic or exponential) mathematical models predictability of traffic accidents in every department of Peru with reference to the data obtained and recorded by the historical evolution of the period 2005-2013. By comparing the above mathematical models, is selected to present the highest level of correlation as it will be best in predict the future trend of the event.

Therefore, this research is divided into 3 parts: first determine the future trend for each region of the country in reference to the number of nonfatal traffic accidents not in the period 2005 to 2013. Second, determine whether there is an influence of the fleet in the number of non-fatal accidents. Since the overall indicator of accidents each year shows that with increasing the number of vehicles

in our country, it also increases the number of traffic accidents nonfatal nature, on the assumption that the indicator includes accidents nationwide. We define the indicator of sinister as the number of non-fatal accidents divided by the number of the fleet for the period 2005-2012 transit. Lastly, determine trends in accident rate of traffic nonfatal natural accidents by department.

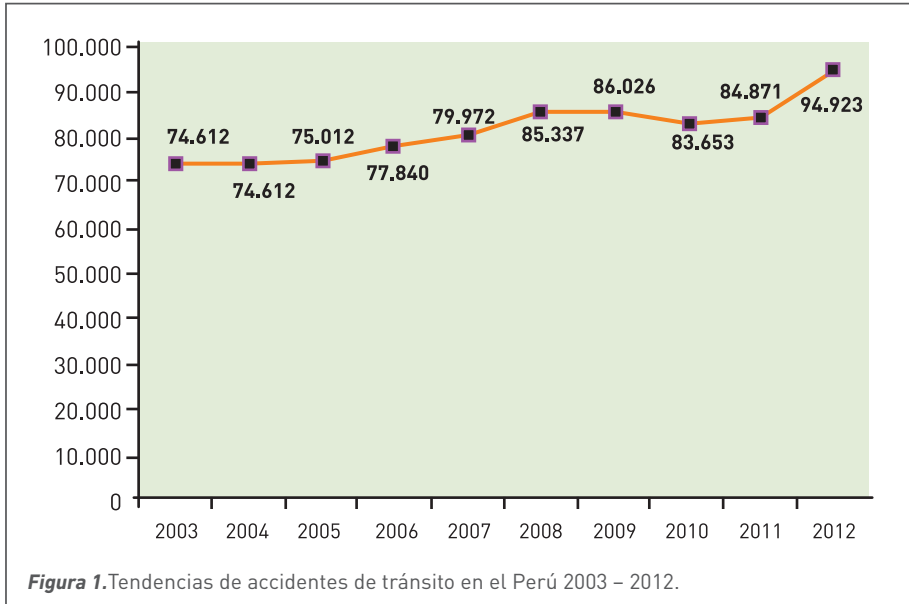
The type of investigation is quantitative, historical and projective which yields the following conclusions: The regions of Lima, Arequipa and Freedom are at the top of non-fatal traffic accidents in both the years 2013 and the cumulative period from 2005 to 2013. Loreto is the only region that has historically had a tendency to decrease the number of nonfatal natural traffic accidents. Cajamarca, Pasco and Ucayali regions are tend to decrease traffic accidents in recent years. Callao, Puno, Ayacucho and Huancavelica are the regions where the process is not stable to define a predictive mathematical model. With the exception of Arequipa, in other regions the mathematical model of predictability is polynomial. Amazon is the region that have largest number of accidents. In the first eleven regions, except for Tumbes, most accidents occur in regions of the jungle and mountains. Lima, Arequipa and La Libertad are in the fifth level low with the indicator (sinister) despite having 3 cities the greatest amounts of cars in the country in 2012. There is not a direct influence between the numbers of cars and the number of accidents nonfatal of transit. However the growing trend of accidents is given in 10 regions.

Keywords: *Indicator of sinister, predictable, trend and nonfatal traffic accidents.*

1. Introducción

Los accidentes de tránsito se pueden clasificar de dos formas de acuerdo a las consecuencias del mismo: Fatales (muertos y/o heridos) y no fatales (daños materiales). Según la Policía Nacional del Perú durante el año 2012 se registró un total de 94,923 casos de accidentes de tránsito, a nivel nacional por diversos tipos, reflejando un incremento de 11.84% con relación al año anterior. Por televisión y otros medios de comunicación vemos con cierta regularidad noticias en referencia al tema, por lo tanto es válido preguntar ¿Cuál es el nivel de siniestralidad de dichos accidentes? ¿Es alto, medio o bajo el nivel de este problema? ¿Podemos prevenirlos al predecir sus tendencias de ocurrencias?. Por lo tanto el enunciado de nuestro problema es ¿Es factible medir las tendencias de accidentes de tránsito no fatales y su respectivo grado de siniestralidad en cada departamento del Perú en el período 2005-2012? Siendo la hipótesis propuesta la siguientes: "Si es factible medir las tendencias de accidentes de tránsito no fatales y su respectivo grado de siniestralidad en cada departamento del Perú período 2005-2012". De acuerdo al anuario 2012 de la Policía nacional del Perú [1],

se puede observar del gráfico N°1 que existe una tendencia creciente en los accidentes de tránsito a nivel nacional, por lo tanto es necesario estudiar el si el fenómeno tiene el mismo comportamiento en cada departamento o presenta sus propias características.



FUENTE: PNP [1]

Por lo tanto, el estudio se justifica debido a su importancia siguiente: Determinar la predictibilidad de los accidentes de tránsito por cada departamento del Perú mediante su evolución histórica del período 2005-2013; lo que servirá que las autoridades públicas correspondientes puedan apoyarse para una mejor distribución de sus recursos para combatir dicha problemática. Eso no excluye a instituciones privadas que puedan apoyar a disminuir dicha incidencia como las compañías de seguros. Por lo que al hacer sinergia tanto el sector público como el privado mediante alianzas estratégicas se puedan desarrollar planes de acción que permitan disminuir el grado de siniestralidad (ejemplo: campañas de concientización en referencia al tema, compartir información estadística sobre siniestralidad registrada de las compañías, trabajar en una base de datos en línea para mantener dicha base de datos actualizadas, trabajar en ranking de choferes imprudentes, etc. Determinar si existe una influencia del parque automotor en el número de accidentes no fatales. Determinar las tendencias del grado de siniestralidad de accidentes de tránsito por departamento.

Esta investigación tiene como objetivo general medir las tendencias de accidentes de tránsito no fatales y su respectivo grado de siniestralidad en cada departamento del Perú en el período 2005-2013, así como determinar si hay o no relación entre la cantidad del parque automotor y el número de accidentes no fatales de tránsito. No se ha encontrado trabajos anteriores de predictividad mediante modelos matemáticos para determinar los accidentes de tránsito no fatales por cada región del país. Sin embargo, se usará información oficial de la PNP (quien registra la evolución histórica a nivel nacional) y del INEI para elaborar dichos modelos.

2. Material y métodos

Para el estudio, la unidad de análisis correcta es toda la población. La **población** es el número de accidentes de tránsito no fatal registrado y la cantidad estimada del parque automotor de cada región del Perú en el período 2005-2012.

Los métodos utilizados fueron el Inductivo, que se trabajó sobre la base de toda la población; el método descriptivo, no se manipuló la variable independiente (Número de accidentes de tránsito no fatales), tan solo se aplicó una de ellas y su explicación; El método longitudinal, se hizo el estudio considerando para los accidentes de tránsito no fatales el período 2005-2013 y para el grado de siniestralidad 2005-2012.

Los modelos de pronósticos trabajados:

a) Regresión simple de Ullman. El proceso de análisis consiste en encontrar una "mejor línea" recta a través de n puntos diseminados. La misma línea tiene la ecuación: $Y = a + Bx$, donde:

Y = variable dependiente

X = variable independiente

B = Coeficiente de regresión. Magnitud de cambio de la variable Y por cada unidad de cambio en X.

a = Ordenada al origen de la línea, o intercepto.

b) Regresión cuadrática de Rengifo. Es un polinomio con 3 términos en el segundo miembro, recibe el nombre de parábola; tiene la siguiente expresión analítica: $Y = a + bX + cX^2$, donde:

A = Es la ordenada en el origen Y.

B = Es la pendiente de la curva en el origen.

c = Este valor determina si la curva es cóncava o convexa y la extensión con que se separa de la linealidad.

c) Transformaciones logarítmicas o exponenciales de Ullman. Cuando el modelo de línea recta nos proporciona respuestas pobres, es aconsejable ensayar con un modelo basado en tasas constantes de crecimiento en vez de incrementos constantes. Tal modelo es dado por $Y = ABX$. La relación también es llamada curva exponencial. A y B deben ser positivas; $0 < B < 1$ es el equivalente de $b < 0$, o sea, la curva tiene una inclinación negativa, y representa una tasa de crecimiento negativa.

3. Resultados

Tabla 1
Comparativo del histórico acumulado vs. 2013 de denuncias registradas de accidentes de tránsito no fatales según departamento

N°	Departamento	Acumulado 9 años	% Total acumulado	Departamento	Solo 2013	% solo 2013	Cambio de Puesto
1	Lima	460 312	61.07%	Lima	54 408	52.86%	Igual
2	Aszszrequipa	45 254	6.00%	Arequipa	6 438	6.25%	Igual
3	La Libertad	34 594	4.59%	La Libertad	4 787	4.65%	Igual
4	Callao	27 820	3.69%	Piura	4 089	3.97%	En observación
5	Cajamarca	22 367	2.97%	Cusco	4 055	3.94%	En observación
6	Junin	20 421	2.71%	Junin	3 627	3.52%	Igual
7	Piura	18 465	2.45%	Callao	3 543	3.44%	En observación
8	Áncash	15 936	2.11%	Lambayeque	3 302	3.21%	En observación
9	Cusco	14 934	1.98%	Cajamarca	3 029	2.94%	Redujo
10	Ica	13 737	1.82%	Áncash	2 476	2.41%	En observación
11	Lambayeque	12 503	1.66%	Ica	1 907	1.85%	En observación
12	Ucayali	8 831	1.17%	Huánuco	1 648	1.60%	En observación
13	Loreto	8 460	1.12%	Tacna	1 608	1.56%	En observación
14	Puno	7 909	1.05%	San Martín	1 281	1.24%	En observación
15	Ayacucho	7 558	1.00%	Puno	1 154	1.12%	En observación
16	Tacna	7 311	0.97%	Ucayali	1 150	1.12%	Redujo

	Huánuco	6 310	0.84%	Ayacucho	1 074	1.04%	En observación
17	Moquegua	5 849	0.78%	Moquegua	892	0.87%	Igual
19	San Martín	5 182	0.69%	Amazonas	542	0.53%	En observación
20	Tumbes	2 949	0.39%	Apurímac	525	0.51%	En observación
21	Apurímac	2 407	0.32%	Tumbes	483	0.47%	En observación
22	Amazonas	1 879	0.25%	Madre de Dios	479	0.47%	En observación
23	Madre de Dios	1 210	0.16%	Loreto	265	0.26%	Redujo +
24	Pasco	971	0.13%	Pasco	90	0.09%	Igual
25	Huancavelica	549	0.07%	Huancavelica	86	0.08%	Igual
	Total	753 718	100.00%	Total	102 938	100.00%	

Leyenda:

- Mantienen el mismo lugar
- Significativa con tendencia decreciente
- significativa con tendencia decreciene en últimos años
- no significativa

FUENTE: Elaboración propia con datos modificados de INEI [5]

Tabla2

Predictibilidad de denuncias de accidentes de tránsito no fatales por departamento

Departamento	Correlación R ²	Tipo	Fórmula
Lambayeque	0.9852	Polinómica	$y = 70.642x^2 - 350.4x + 904.24$
San Martín	0.9727	Polinómica	$y = 16.67x^2 - 24.849x + 172.14$
Moquegua	0.9565	Polinómica	$Y = 6.9924x^2 - 29.941x + 578.17$
Piura	0.9383	Polinómica	$Y = 87.75x^2 - 613.38x + 2339.8$
Loreto	0.9375	Polinómica	$y = -16.464x^2 + 37.593x + 1273.4$
Junín	0.9121	Polinómica	$Y = 84.049x^2 - 687.4x + 3044.5$
Huánuco	0.907	Polinómica	$y = 38.521x^2 - 276.26x + 862.57$
Cajamarca	0.8991	Polinómica	$y = 84.686x^2 + 1140.6x - 536.02$
Tacna	0.883	Polinómica	$y = 9.8214x^2 + 103.34x - 15.357$
Ica	0.8592	Polinómica	$Y = 24.825x^2 - 223.81x + 1859.3$
Tumbes	0.8467	Polinómica	$y = 6.5065x^2 - 39.465x + 318.95$
Amazonas	0.8318	Polinómica	$y = 16.141x^2 - 120.21x + 298.69$
Ucayali	0.7964	Polinómica	$y = 27.956x^2 + 372.91x + 1.9524$
Arequipa	0.7888	Exponencial	$Y = 3808.9e^{0.0532x}$
Pasco	0.7638	Polinómica	$y = -6.329x^2 + 77.023x - 76.81$
Áncash	0.745	Polinómica	$Y = 12.88x^2 + 21.085x + 1257.4$
Madre de Dios	0.7417	Polinómica	$y = 17.423x^2 - 156.75x + 366.45$
La Libertad	0.6622	Polinómica	$Y = 54.426x^2 - 479.53x + 4517.9$

FUENTE: Elaboración propia con datos modificados de INEI [5]

El indicador de siniestralidad está determinado por la siguiente fórmula:

$$\text{Siniestralidad} = \frac{\text{Número de accidentes de tránsito no fatales}}{\text{Número de autos}}$$

Tabla3

Ranking de grado de siniestralidad por departamento del año 2012

Puesto	Departamento	Siniestralidad
1	Amazonas	0.1771
2	Cajamarca	0.1597
3	Ucayali	0.1465
4	Tumbes	0.1461
5	Ayacucho	0.1437
6	Apurímac	0.1434
7	Huancavelica	0.1224
8	Madre de Dios	0.1102
9	San Martín	0.0925
10	Áncash	0.0856
11	Loreto	0.0838
12	Piura	0.0749
13	Huánuco	0.0733
14	Ica	0.0581
15	Junín	0.0542
16	Lambayeque	0.0521
17	Moquegua	0.0509
18	Arequipa	0.0413
19	Lima 1/	0.0398
20	Tacna	0.0319
21	Cusco	0.0314
22	La Libertad	0.0256
23	Puno	0.0193
24	Pasco	0.0174

FUENTE: elaboración propia.

4. Discusión

a) Si bien es cierto que hay un aumento de accidentes no fatales por año a nivel nacional que coincide con el aumento del parque automotor

¿Influirá dicho incremento vehicular en el número de accidentes no fatales de tránsito?. Para responder esta pregunta, ponemos 2 ejemplos gráficos:

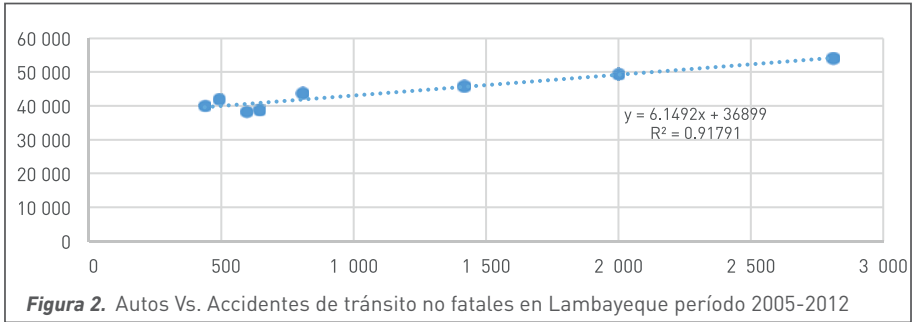


Figura 2. Autos Vs. Accidentes de tránsito no fatales en Lambayeque período 2005-2012

FUENTE: Elaboración propia.

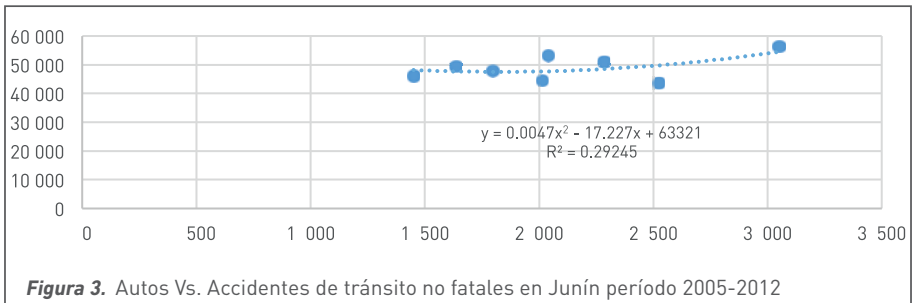


Figura 3. Autos Vs. Accidentes de tránsito no fatales en Junín período 2005-2012

FUENTE: Elaboración propia.

Vemos que en la región Lambayeque sí cumple, pero no en la región Junín. Por lo tanto se concluye que no hay relación entre el incremento del parque automotor con el número de accidentes no fatales de tránsito.

b) De todas formas hay que considerar otros aspectos tales como que la información publicada por el INEI es estimada, ¿Las empresas proveedoras de autos nuevos reportan sus indicadores de ventas a la PNP o al INEI?, Por lo que si bien es cierto esto puede influir en el margen de error, de todas formas es conveniente manejar el parámetro de siniestralidad propuesto para ver la evolución histórica por regiones.

c) Del punto anterior tenemos 3 grupos definidos de siniestralidad: creciente, decreciente e inestable, cuyos figuras son:

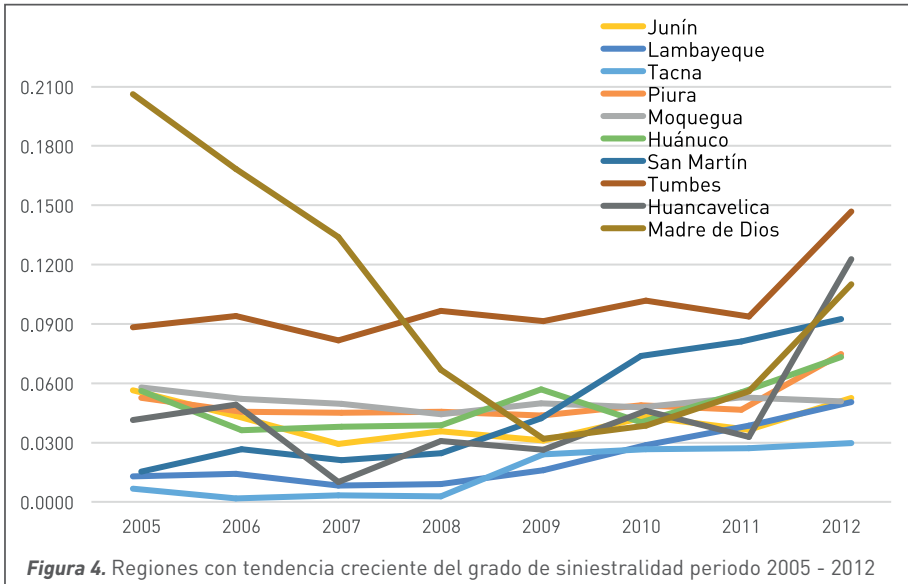


Figura 4. Regiones con tendencia creciente del grado de siniestralidad período 2005 - 2012
FUENTE: Elaboración propia.

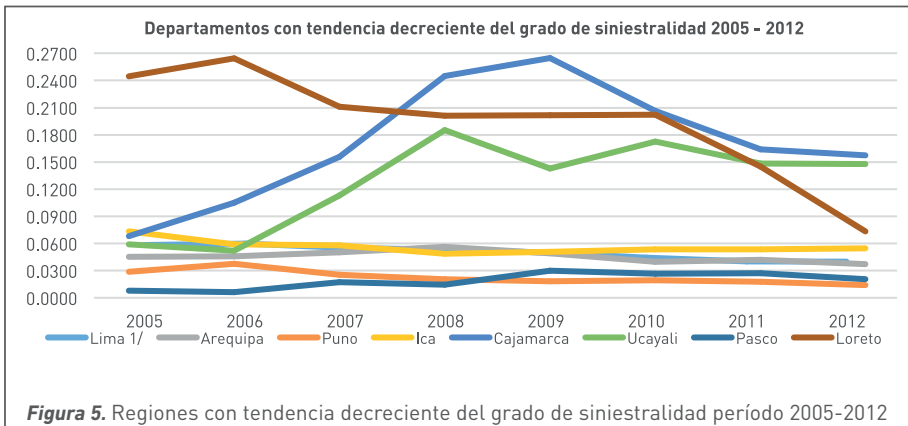


Figura 5. Regiones con tendencia decreciente del grado de siniestralidad período 2005-2012
FUENTE: Elaboración propia.

5. Conclusiones

- Las regiones de Lima, Arequipa y la Libertad ocupan los primeros puestos de accidentes de tránsito no fatales tanto en el año 2013 como en el período acumulado 2005-2013.

- Loreto es la única región que ha tenido tendencia histórica a disminuir el número de accidentes de tránsito no fatales.
- Cajamarca, Ucayali y Pasco son las regiones que tienen tendencia a disminuir los accidentes de tránsito en los últimos años.
- Callao, Puno, Ayacucho y Huancavelica son las regiones donde no es estable el proceso para definir un modelo matemático predictivo.
- A excepción de Arequipa, en el resto de regiones el modelo matemático de predictibilidad es polinómico.
- Amazonas es la región de mayor siniestralidad.
- De las once primeras regiones, a excepción de Tumbes, la mayor siniestralidad se da en regiones de la sierra y selva.
- Lima, Arequipa y La Libertad están en el quinto inferior con menos siniestralidad a pesar de tener las 3 ciudades las mayores cantidades de parque automotriz del país en el 2012.
- No existe una influencia directa entre el parque automotor y el número de accidentes no fatales de tránsito. Sin embargo, la tendencia creciente de siniestralidad se da en 10 regiones del país.

6. Referencias

- Policía Nacional del Perú (2012). *Anuario estadístico 2012*. Lima-Perú.
- Ullman, J. (1981). *Métodos Cuantitativos en Administración*. Lima: Ed. Latinoamericana S.A.
- Rengifo, V. (1985). *Informe de prácticas pre profesionales: Análisis de la producción y la demanda interna aparente de los principales productos agrícolas en el Perú Período 1970 – 1984 y su proyección hasta el año 1989*. Lima – Perú.
- Hernández, S., Fernández, J. y Baptista, P. (1997). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana de México S.A
- INEI (2015). *Estadísticas. Índice temático*. Lima: Perú. Extraído desde: <http://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/traffic-accidents/>