

# MARKETING

## DE LA NUEVA ERA

REVISTA SEMESTRAL



# ACADEMIA

Es un informe original y escrito que presenta y describe resultados experimentales, nuevos conocimientos o experiencias basadas en hechos conocidos. Su objetivo es compartir y contrastar estos resultados con el resto de la comunidad científica, y una vez validados, se incorporan como recurso bibliográfico a la disponibilidad de los interesados.

# ACADEMIA

# PRUEBA DE HIPÓTESIS SOBRE LA VELOCIDAD LÍMITE DE CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS EN DOS SEGMENTOS DE AUTOPISTAS DE COSTA RICA

Daniela Barquero Salgado <sup>1</sup>, Johan Pablo Vargas Pereira<sup>2</sup>

[danibs08@gmail.com](mailto:danibs08@gmail.com) | [pablo.vargas@usanmarcos.ac.cr](mailto:pablo.vargas@usanmarcos.ac.cr)

<sup>1</sup>Licenciada en Manejo de Recursos Naturales, Customer Master Data Analyst 3M, Universidad Nacional & Universidad San Marcos.

<sup>2</sup>Master en Administración Educativa, docente de Estadística, Universidad San Marcos.

## RESUMEN

En Costa Rica la primera causa de muerte por accidentes en carreteras es el exceso de velocidad, por tanto, este trabajo pretende confirmar en base a una muestra, si el promedio de velocidad de los autos de dos diferentes sectores de autopistas de Costa Rica es conforme al límite establecido, para confirmar este objetivo se realizó, mediante el método científico, una investigación cuantitativa exploratoria utilizando el establecimiento y prueba de hipótesis, se encontró que el promedio de velocidad de los vehículos que circulan en los sectores estudiados es mayor al límite indicado en la ley, esto demuestra la importancia de la estadística para determinar comportamientos viales y ayuda en la toma de decisiones para mejorar la seguridad vial.

**Palabras clave:** Estadística, Prueba de hipótesis, Intervalo de tolerancia, Prueba estadística, Normalización.



# ***HYPOTHESIS TEST ON THE LIMIT SPEED OF VEHICLE CIRCULATION IN TWO SEGMENTS OF HIGHWAYS IN COSTA RICA***

## ***ABSTRACT***

*In Costa Rica, the leading cause of death in road accidents is speeding, therefore, this work intends to confirm, based on a sample, if the average speed of the cars in two different sectors of Costa Rica's highways matches with the established limit, to confirm this objective, an exploratory quantitative investigation was carried out, using the scientific method by the establishment and testing of hypotheses, it was found that the average speed of the vehicles that circulate in the studied sectors is greater than the limit indicated in the law, this demonstrates the importance of statistics to determine road behaviors and helps in decision making to improve road safety.*

**Keywords:** *Statistics, Hypothesis test, Tolerance interval, Statistical test, Normalization*

## INTRODUCCIÓN

La seguridad vial es el conjunto de acciones y mecanismos que garantiza el buen funcionamiento de la circulación de vehículos. En general, existen normas reguladoras de tránsito que, junto con la responsabilidad de los usuarios de la vía conforman la base de la seguridad vial (Mapfre, 2013). Esta se divide en diferentes tipos, entre los que encontramos la seguridad primaria, la cual tiene como objetivo principal evitar que el accidente suceda (Liderman, s.f.).

En Costa Rica la primera causa de muerte por accidentes en carreteras es el exceso de velocidad (Campos, s.f.). Esto se confirma con lo indicado por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte [MOPT], el cual reportó que la cantidad de multas por exceso de velocidad del 2020 superaron en 2140 al período 2019 (Sánchez, 2021). Esta situación se vuelve más preocupante cuando se toma en cuenta la cantidad de muertos en carretera, donde para 2020 se calculan 300 muertes (COSEVI, 2021).

Así bien, la mayor cantidad de muertes del 2020 se dieron en la provincia de San José, la cual posee la mayor cantidad de autopistas. Entre los tipos de accidentes que provocaron las muertes destacan atropello a persona 18.67%, colisión entre vehículos 53%, colisión contra objeto fijo 6%, salida de la vía 14.67%, vuelco o derrape 7% y otros 0.67% (COSEVI, 2021), los cuales se asocian a la alta velocidad, normalmente por imprudencia de los conductores. Por consiguiente, resulta fundamental conocer los métodos que pueden utilizarse para generar estudios que comprueben la efectividad de los límites de velocidad definidos por el MOPT o COSEVI.

Para determinar el correcto uso de las autopistas del país se puede recurrir a la estadística inferencial. Mediante tratamientos estadísticos es posible generar deducciones, inferir propiedades y tendencias a partir de una muestra de la población. Entonces, la estadística inferencial efectúa estimaciones e hipótesis basándose en probabilidades y argumentando sus resultados a partir de las muestras obtenidas (Raffino, 2020).

Consecuentemente, el conocimiento de la utilización de pruebas de hipótesis resulta fundamental para la toma de decisiones. Por tanto, con este trabajo se pretende confirmar en base a una muestra, si el promedio de velocidad de los usuarios de dos diferentes sectores de autopistas de Costa Rica es conforme al límite establecido por la ley. Para con esta información determinar una serie de medidas que se pueden tomar con el fin de aumentar la seguridad vial.

## MATERIALES Y MÉTODO

Para el presente estudio se utilizaron los datos proporcionados de una muestra que se realizó por el método de muestreo probabilístico irrestricto aleatorio, así mismo, se determina que en un segmento de la autopista A los autos deben transitar a una velocidad máxima de 60 km/h, se tomó una muestra aleatoria de 81 autos que reflejó una velocidad promedio de 62.3 km/h, con una desviación estándar de 4.3 km/h. Por su parte en un segmento de la autopista B los autos deben transitar a una velocidad de 90km/h, se tomó una muestra aleatoria de 92 autos que refleja la velocidad promedio de 95.8 km/h con una desviación típica de 3.9 km/h.

Con base a esta información se realizó mediante el método científico una investigación cuantitativa exploratoria. Para lo cual se determinaron las siguientes hipótesis:

Autopista A  $H_0: \mu=60\text{Km/h}$   $H_1: \mu>60 \text{ Km/h}$

Autopista B  $H_0: \mu=90 \text{ Km/h}$   $H_1: \mu>90 \text{ Km/h}$ .

Posteriormente mediante una prueba de hipótesis por intervalo y por valor probabilístico se procedió la comprobación. En la Tabla 1 se observa los datos del promedio de la población para determinar si este concuerda con el promedio obtenido de la muestra, para ello, se trabajó con un  $\alpha$ , correspondiente a la cola superior (por encima de la media).

## RESULTADOS

El error estándar de la muestra para la Autopista A fue de 0.48Km/h y para la Autopista B de 0.41Km/h (Tabla 1). Los intervalos de tolerancia, para el segmento de la autopista A es de [47.10Km/h, 72.9Km/h] y para el segmento de la autopista B es de [78.3Km/h, 101.7Km/h].

El promedio poblacional de la velocidad de tránsito de vehículos para el segmento de la autopista A fue de 60.94Km/h (Figura 1), mientras que para el segmento de la autopista B fue de 90.80Km/h (Figura 2).

## DISCUSIÓN

Para ambos escenarios, segmento de autopista A y segmento de la autopista B, el promedio de la muestra fue mayor al promedio de la población, esto denota que los vehículos de la muestra transitan a velocidades mayores a la del límite de velocidad establecido. Por tanto, se procede a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, con un error inferencial de tipo 2.

Según los datos obtenidos, existe suficiente evidencia estadística para concluir que los conductores transitan a velocidades mayores a la permitida por la ley en ambos segmentos de las autopistas en estudio. Por esto, el MOPT debe preservar la seguridad en la carretera promoviendo campañas y cursos sobre seguridad y educación vial, para reforzar aspectos como la precaución en la conducción, el respeto a los oficiales de tránsito o el correcto uso de velocidad en la conducción vehicular. En este caso, a modo de recomendación se debe aplicar los cursos

de educación vial desde la educación secundaria básica como parte de los requisitos mínimos establecidos para que las y los adolescentes de Costa Rica se les incorpore en la malla curricular y sea parte del conocimiento de la educación básica, general y diversificada del Ministerio de Educación Pública y/o Centros Educativos Privados.

Otra solución para evitar el exceso de velocidad es la formulación de una legislación más fuerte que prevenga la conducción temeraria. En la actualidad Costa Rica posee la ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial N° 9078, la cual define una serie de multas por conducir a velocidades superiores a las indicadas o también por velocidades muy bajas, no obstante, según los datos sobre exceso de velocidad del MOPT y los de accidentes del COSEVI, existen suficientes siniestros en carretera como para suponer que las multas no limitan la conducción imprudente.

Aunado a esto, las leyes sobre límites de velocidad sólo son efectivas cuando se hacen cumplir y para la aplicación consecuente de la ley se pueden usar medidas automáticas como las cámaras para detectar la velocidad, lo que puede reducir de manera efectiva el exceso de velocidad y los accidentes de tránsito, otros tipos de técnicas para hacer cumplir las leyes es la presencia policial de alta visibilidad (Oficina de Comunicaciones NICHHD, 2017).

En el caso de las sanciones y pronunciamientos judiciales son estrategias que funcionan moderadamente bien y pueden servir para que las personas eviten manejar fuera del límite de velocidad. Sin embargo, para que esto funcione de manera integral y consiente se debe unir con la comunicación y actividades de extensión, las campañas para informar al público sobre el cumplimiento de las leyes son generalmente efectivas (NIH, 2017).

Finalmente, otra propuesta que puede resultar beneficiosa para reducir el exceso de velocidad en carreteras es el incremento de la señalización o que esta sea más vistosa, esto tiene un efecto alto sobre la seguridad vial cuando existente en muchas vías con diferentes tipos de velocidad máxima. Por ejemplo, colocar señales de tránsito de manera continua o semáforos de precaución, también es recomendable disminuir el límite de velocidad máxima en las carreteras de alto riesgo e imponer límites de velocidad a carreteras que no los tuvieran (Mapfre, 2017).

## CONCLUSIÓN

A partir de la estadística inferencial se pueden realizar análisis que permiten verificar la probabilidad de ocurrencia de fenómenos observados, el conocimiento de la aplicación de planteamientos y pruebas de hipótesis es fundamental para comprobar los resultados de diversos estudios que pueden incluso impactar la vida de las personas. Ejemplo de esto es la generación de investigaciones que comprueben la efectividad de los límites de velocidad definidos por el MOPT o COSEVI, entidades públicas encargadas de los estudios técnicos conductuales y de vías terrestre en Costa Rica.

Otro aspecto importante de la estadística es poder usar sus análisis para finalmente generar toma de decisiones. Por ejemplo, las propuestas para mitigar posibles accidentes de tránsito por exceso de velocidad, deben estar alineadas a los datos obtenidos de la observación de la muestra y finalmente con los resultados estadísticos que se apliquen a los mismos. También es importante tener en cuenta el nivel de confianza, en este caso el utilizado fue un  $IC = 95\%$ , por lo que se puede confiar en que las medidas propuestas están muy acordes a la situación comprobada.

El presente estudio científico se basa en un caso planteado en el curso de Estadística II de la Universidad San Marcos, el cual se ajusta a la realidad de Costa Rica e inclusive a la realidad de muchos países que viven este mismo problema día a día, donde según los datos aportados por el MOPT y COSEVI muestran que efectivamente existe una violación constante a los límites de velocidad y muertes en carretera por esta acción, según respuesta a consulta realizada vía telefónica al departamento de comunicaciones. Este caso demuestra la importancia en aprender del método científico, la toma de datos, creación de hipótesis y comprobación de estas para brindar recomendaciones que puedan impactar también en vida real y específicamente al planteamiento se evidencia un exceso de velocidad en varios segmentos de las autopistas del país.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad San Marcos por su constante apoyo en el desarrollo de sus estudiantes, al profesor Pablo Vargas Pereira por el desarrollo de sus clases tan inclusivas, pertinentes a su especialidad y apegadas al contexto y realidad profesional, por su apoyo incondicional y la paciencia para con nosotros los estudiantes en los procesos de investigación y a la comprensión de los procesos estadísticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Artículos periódico

[1] Sánchez, L. (11 de Enero 2021). Multas por exceso de velocidad aumentaron 65% en el 2020. Delfino.

### Reporte de un organismo o ente gubernamental:

[1] Asamblea Legislativa de La República De Costa Rica. (2012, 26 de Octubre). Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial N° 9078. Diario Oficial La Gaceta n.º 207.

[2] COSEVI (2021). Estadísticas de muertos en sitio provisionales en accidentes de tránsito 2020- mayo 2021 [Informe]. Consejo de Seguridad Vial COSEVI. Consultado el 30 de junio de 2021. [https://www.csv.go.cr/documents/20126/50694/5\\_Estadisticas+muertos+en+sitio+provisionales+2020-mayo+2021.pdf/94685582-f585-50b8-047b-224d9676073d?t=1624041892864](https://www.csv.go.cr/documents/20126/50694/5_Estadisticas+muertos+en+sitio+provisionales+2020-mayo+2021.pdf/94685582-f585-50b8-047b-224d9676073d?t=1624041892864)

### Referencias de internet:

[1] Campos, P. (s.f.). Hablemos claro sobre Seguridad Vial [Blog]. Toyota. Consultado el 29 de junio 2021. <https://www.toyotacr.com/blog/hablemos-claro-sobre-seguridad-vial>

[2] Enciclopedia Económica. (2021). Estadística inferencial [Artículo]. Enciclopedia Económica. Consultado el 30 de junio de 2021. <https://enciclopediaeconomica.com/estadistica-inferencial/>

[3] Liderman. (s.f.). ¿Qué es la Seguridad Vial? [Blog]. Liderman. Consultado el 29 de junio 2021. <https://www.liderman.com.pe/que-es-seguridad-vial/>

[4] Mapfre. (2013). Definición Seguridad Vial [Blog]. Mapfre. Consultado el 29 de junio 2021. <https://www.seguridadvialenlaempresa.com/seguridadempresas/actualidad/noticias/definicion-seguridad-vial.jsp>

[5] Mapfre. (2017). Medidas para controlar y reducir la velocidad al volante [Blog]. Mapfre. Consultado el 29 de junio 2021. <https://www.seguridadvialenlaempresa.com/seguridad-empresas/actualidad/noticias/medidas-para-controlar-y-reducir-velocidad.jsp>

[6] Oficina de Comunicaciones NICHHD. (2017). ¿Cuáles son algunas soluciones conocidas para evitar la conducción arriesgada? [Artículo]. NICHHD. Consultado el 29 de junio 2021. <https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/driving/informacion/soluciones>

[7] Raffino, M. (2020). Estadística Inferencial [Artículo]. Concepto de. Consultado el 5 de julio de 2021. <https://concepto.de/estadistica-inferencial/>

[8] Westreicher, G. (2020). Hipótesis [Artículo]. Economipedia. Consultado el 5 de julio de 2021. <https://economipedia.com/definiciones/hipotesis.html>

## ANEXO:

### Ecuaciones

Intervalo de tolerancia	
Error estándar de la muestra	
Parámetro de estandarización	

Fuente: Elaboración propia de los autores. (2021)

### Figuras y Tablas

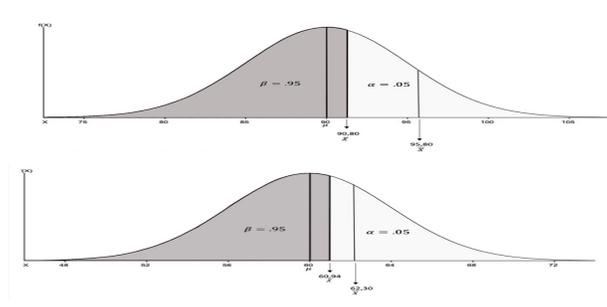


Figura.1. Distribución normal del comportamiento de la velocidad promedio del tránsito de vehículos en un segmento de la autopista A de Costa Rica, modelando el planteamiento de hipótesis y el comportamiento de los datos a un valor .

Fuente: Elaboración propia de los autores. (2021)

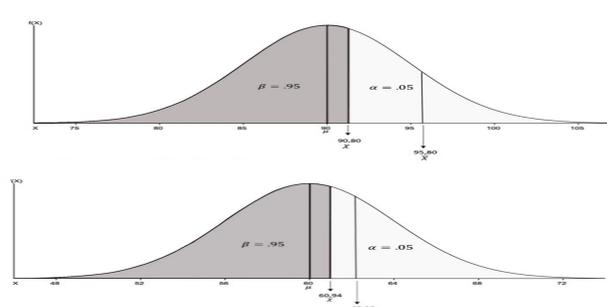


Figura.2. Distribución normal del comportamiento de la velocidad promedio del tránsito de vehículos en un segmento de la autopista B de Costa Rica, modelando el planteamiento de hipótesis y el comportamiento de los datos a un valor de .

Fuente: Elaboración propia de los autores. (2021)

Tabla 1. Datos para generar el proceso de prueba de hipótesis de dos segmentos de autopistas de Costa Rica.

	Segmento Autopista A	Segmento Autopista B
Media	60Km/h	90Km/h
Tamaño de la muestra	n=81	n=92
Promedio	62.3Km/h	95.8Km/h
Desviación estándar	4.3Km/h	3.9Km/h
Error estándar	0.48Km/h	0.41Km/h

Fuente: Elaboración propia de los autores. (2021)