

Estimación a corto plazo de siniestros de tránsito en Ecuador causado por exceso de los límites de velocidad mediante modelo matemático temporal



Short-term estimation of traffic accidents in Ecuador risks due to exceeding speed limits by means of a temporal mathematical model

Guido Javier Mazón Fierro.¹, Carlos Xavier Oleas Lara.²
& Pamela Alexandra Buñay.³

Recibido: 24-05-2020 / Aceptado: 26-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1327>

Around 1.3 million people die on the different roads of the world, one of the main reasons for death is traffic accidents. With the additive temporal mathematical model, the estimation of future data was found, the variable is the number of traffic accidents in Ecuador due to driving vehicles exceeding the maximum speed limits, according to the model, this calculation was performed in the short term, in a time interval of 2 years, 2020 and 2021. The historical statistical database of the National Traffic Agency of Ecuador (ANT) was accessed from 2010 to 2019, once these data were classified according to the claims caused by speeding by year and month, we proceeded to calculate one of the components of the mathematical model called seasonality $[(S)]_t$ a value for each month of the year, then the second component of the model was established which is the trend (T) was used the linear regression procedure and it was obtained that the value of $T = 232.8 + 0.98 * t$ where the value of (t) is the time interval that we want to find the estimate, the last component that intervenes in the model is the noise value (R) the way to find it was to clear the noise $[R = V_r - T - S_t]$ from the additive temporal model like the other components of real value (V_r) trend (T) and seasonality $[(S)]_t$ are already known, this series of irregular fluctuations was found, finally the model for

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas. Riobamba, Ecuador. guido.mazon@esPOCH.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0001-8745-2373>

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas. Riobamba, Ecuador. carlos.oleas@esPOCH.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-0308-9197>

³ Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería. Riobamba, Ecuador. pbunay@unach.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-4320-6899>

the estimation was: Estimated value = Base value + Trend + Seasonality. It can be predicted that for the year 2021 in the month of December it will decrease to 413 traffic accidents and for the year 2020 401 traffic accidents are expected, a value affected by the global health crisis since March 2020.

Keywords: claims, traffic, speed, model, mathematical, temporal, prediction.

Resumen.

Alrededor de 1,3 millones de personas mueren en las diferentes carreteras del mundo, uno de los principales motivos de muerte son los siniestros de tránsito. Con el modelo matemático temporal aditivo se encontró la estimación de datos futuros, la variable es la cantidad de siniestros de tránsito en Ecuador a causa de conducir vehículos superando los límites máximos de velocidad, de acuerdo con el modelo, este cálculo se realizó a corto plazo, en un intervalo de tiempo de 2 años, 2020 y 2021. Se accedió a la base de datos estadísticos históricos de la Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador (ANT) desde el año 2010 al 2019, una vez clasificados estos datos de acuerdo a los siniestros ocurridos por exceso de velocidad por año y mes se procedió a calcular uno de los componentes del modelo matemático denominada estacionalidad $[(S)]_t$ un valor para cada mes de año, a continuación, se estableció el segundo componente del modelo el cual es la tendencia (T) se utilizó el procedimiento de regresión lineal y se obtuvo que el valor de $T=232,8+0,98*t$ en donde el valor de (t) es el intervalo de tiempo que se desea encontrar la estimación, el ultimo componente que interviene en el modelo es el valor del ruido (R) la manera de encontrarlo fue despejar del modelo temporal aditivo el ruido $[(R=V)]_t - T - S_t$ como las demás componentes de valor real (V_r) tendencia (T) y estacionalidad $[(S)]_t$ ya son conocidos se llegó a encontrar esta serie de fluctuaciones irregulares, finalmente el modelo para la estimación fue: Valor estimado=Valor base+Tendencia+Estacionalidad. Se puede predecir que para el año 2021 en el mes de diciembre disminuirá a 413 siniestros de tránsito y para el año 2020 se prevé 401 siniestros de tránsito, valor afectado por la crisis sanitaria a nivel mundial desde marzo del 2020.

Palabras clave: siniestros, tránsito, velocidad, modelo, matemático, temporal, predicción.

Introducción.

La seguridad vial a nivel mundial es un aspecto que todos los gobiernos trabajan para fortalecerlo a través de múltiples estrategias, sin embargo, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2015) alrededor de 1,3 millones de personas mueren en las diferentes carreteras del mundo y entre 20 a 50 millones sufren traumatismos no mortales. Uno de los principales motivos de muerte son los siniestros de tránsito y la primera causa para personas de 15 a 29 años. (OPS/OMS, 2013).

Existe confusión entre los términos accidente de tránsito y un siniestro de tránsito, accidente es un suceso anormal, casual y eventual, no querido, que se presenta de forma brusca, violenta e inesperada, ocasionando la muerte o lesiones en las personas (Lossetti et al.,2005). Un siniestro es un suceso anormal, casual y eventual, no querido, que se presenta de forma brusca, violenta e inesperada, ocasionando la muerte o lesiones en las personas, pero siempre es evitable. (Constante, 2017). Los conceptos son similares pero la diferencia radica en que el siniestro puede ser evitado. Cuando ocurre un siniestro de tránsito hay que tener en cuenta la relación de tres factores: el humano, mecánico y ambiental. (Villa et al., 2019).

El informe sobre seguridad vial a nivel mundial elaborado por la OMS (2015) afirma que: al aumentar la velocidad media la probabilidad de sufrir un accidente es mayor al igual que las consecuencias, en especial para los peatones, los ciclistas y los motociclistas. Los países que han logrado reducir el número de muertes por accidente de tránsito, lo han conseguido dando prioridad a la seguridad en la gestión de la velocidad. El establecimiento de límites nacionales de velocidad es una medida importante para conseguir que se reduzca la velocidad. Los límites máximos de velocidad en vías urbanas deben ser inferiores o iguales a 50 km/h, en concordancia con las buenas prácticas. Además, las autoridades locales deben tener competencias legislativas para reducir los límites de velocidad, pues ello les permite tener en cuenta las circunstancias locales, como la existencia de escuelas o la concentración de un gran número de usuarios de la vía vulnerables.

La Agencia Nacional de Transito del Ecuador (ANT) (2020) ha clasificado las causas de siniestros de tránsito de acuerdo con la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de Causa posible de siniestro de tránsito en Ecuador

| Código | Causa posible de siniestro de tránsito |
|---------------|--|
| C1 | Caso fortuito o fuerza mayor (explosión de neumático nuevo, derrumbe, inundación, caída de puente, árbol, presencia intempestiva e imprevista de semovientes en la vía, etc.). |
| C2 | Presencia de agentes externos en la vía (agua, aceite, piedra, lastre, escombros, maderos, etc.). |
| C3 | Conducir en estado de somnolencia o malas condiciones físicas (sueño, cansancio y fatiga). |
| C4 | Daños mecánicos previsibles. |
| C5 | Falla mecánica en los sistemas y/o neumáticos (sistema de frenos, dirección, electrónico o mecánico). |
| C6 | Conduce bajo la influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos. |
| C7 | Peatón transita bajo influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos. |

| | |
|------------|---|
| C8 | Peso y volumen-no cumplir con las normas de seguridad necesarias al transportar cargas. |
| C9 | Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad. |
| C10 | Condiciones ambientales y/o atmosféricas (niebla, neblina, granizo, lluvia). |
| C11 | No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede. |
| C12 | No guardar la distancia lateral mínima de seguridad entre vehículos. |
| C14 | Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor). |
| C15 | Dejar o recoger pasajeros en lugares no permitidos. |
| C16 | No transitar por las aceras o zonas de seguridad destinadas para el efecto. |
| C17 | Bajarse o subirse de vehículos en movimiento sin tomar las precauciones debidas. |
| C18 | Conducir en sentido contrario a la vía normal de circulación. |
| C19 | Realizar cambio brusco o indebido de carril. |
| C20 | Mal estacionado- el conductor que detenga o estacione vehículos en sitios o zonas que entrañen peligro, tales como zona de seguridad, curvas, puentes, túneles, pendientes. |
| C21 | Malas condiciones de la vía y/o configuración. (Iluminación y diseño). |
| C22 | Adelantar o rebasar a otro vehículo en movimiento en zonas o sitios peligrosos tales como: curvas, puentes, túneles, pendientes, etc. |
| C23 | No respetar las señales reglamentarias de tránsito (pare, ceda el paso, luz roja del semáforo, etc.). |
| C24 | No respetar las señales manuales del agente de tránsito. |
| C25 | No ceder el derecho de vía o preferencia de paso a vehículos. |
| C26 | No ceder el derecho de vía o preferencia de paso al peatón. |
| C27 | Peatón que cruza la calzada sin respetar la señalización existente (semáforos o señales manuales). |
| C28 | Dispositivo regulador de tránsito en mal estado de funcionamiento (semáforo). |

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador (2020).

Según Reglamento de la ley de transporte terrestre tránsito y seguridad vial los límites de velocidad se encuentran determinados de la siguiente manera:

Tabla 2. Límites de velocidad para vehículos livianos, motocicletas y similares

| Tipo de vía | Límite máximo Km/h | Rango Moderado | Fuera del rango moderado |
|-------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|
| Urbana | 50 | > 50 Km/h – < 60 Km/h | > 60 Km/h |

| | | | |
|-----------------------------|-----|----------------------------|------------|
| Perimetral | 90 | > 90 Km/h – < 120 Km/h | > 120 Km/h |
| Rectas en carreteras | 100 | > 100 Km/h – < 135 Km/h | > 135 Km/h |
| Curvas en carreteras | 60 | > 60 Km/h – < 75 Km/h | > 75 Km/h |

Fuente: Reglamento general de la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial Capítulo VI (2012).

Tabla 3. Límites de velocidad para vehículos de transporte público de pasajeros

| Tipo de vía | Límite máximo Km/h | Rango Moderado | Fuera del rango moderado |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Urbana | 40 | > 40 Km/h – < 50 Km/h | > 50 Km/h |
| Perimetral | 70 | > 70 Km/h – < 100 Km/h | > 100 Km/h |
| Rectas en carreteras | 90 | > 90 Km/h – < 115 Km/h | > 115 Km/h |
| Curvas en carreteras | 50 | > 50 Km/h – < 65 Km/h | > 65 Km/h |

Fuente: Reglamento general de la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial Capítulo VI (2012).

Tabla 4. Límites de velocidad para vehículos de transporte de carga

| Tipo de vía | Límite máximo Km/h | Rango Moderado | Fuera del rango moderado |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Urbana | 40 | > 40 Km/h – < 50 Km/h | > 50 Km/h |
| Perimetral | 70 | > 70 Km/h – < 95 Km/h | > 95 Km/h |
| Rectas en carreteras | 70 | > 70 Km/h – < 100 Km/h | > 100 Km/h |
| Curvas en carreteras | 40 | > 40 Km/h – < 60 Km/h | > 60 Km/h |

Fuente: Reglamento general de la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial Capítulo VI (2012).

La ANT determinó en el año 2019 que la segunda causa probable de siniestros en el Ecuador fue conducir un vehículo que superó los límites máximos de velocidad permitidos. Se contabilizaron 4006 siniestros, 2950 lesionados y 252 fallecidos. (El UNIVERSO, 2020)

Ante la problemática presentada se plantea realizar un estudio para estimar el número de siniestros que ocurren por conducir un vehículo a exceso de velocidad aplicando un modelo matemático temporal aditivo. Los datos para el estudio se obtendrán del reporte nacional de siniestros de tránsito del Ecuador emitidos por ANT, describe en detalle la matriz de siniestros de tránsito por causa probable, desglosa datos históricos estadísticos anuales de los siniestros por conducir un vehículo superando los límites máximos de velocidad por años en Ecuador. El objetivo de este trabajo es estimar un valor de siniestros de tránsito en Ecuador en el corto plazo para el año 2020 y 2021 contribuyendo a la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes.

Metodología.

Marco Teórico Referencial.

Un modelo matemático debe empezar con la identificación de las determinantes y caracterizarlos mediante expresiones matemáticas permitiendo representar la realidad, usando funciones que caractericen su comportamiento o ecuaciones que simbolizan sus relaciones. (Bocco, 2010)

Serie de tiempo son datos estadísticos que se observan, registran y se recopilan por intervalos de tiempo. La tendencia, estacionalidad y variación regular son variaciones básicas que dan a la serie un aspecto característico. (Peña, 2010)

Marco Metodológico.

Se usó el modelo matemático temporal aditivo para obtener la proyección de siniestros por conducir un vehículo a exceso de velocidad en el Ecuador, los datos históricos se tomaron de ANT. Los datos comprenden un intervalo poblacional de diez años desde 2010 hasta 2019 los cuales son la base para poder hacer la estimación en el futuro, en el modelo se han considerado dos parámetros: la tendencia y la estacionalidad. (Mazón et al., 2019)

1. Se toman los datos de la serie histórica del reporte nacional de siniestros de tránsito del Ecuador desde el año 2010 al 2019, la fuente de extracción de los datos es la Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador.

2. Se selecciona de la base de datos de la fuente oficial de la información la tabla correspondiente de Siniestros de Tránsito por causa probable, la que se analizara en este caso es conducir un vehículo superando los límites máximos de velocidad.
3. Una vez separados los datos y organizados por mes y año desde 2010 al 2019, se inicia el cálculo con la obtención de la media de siniestros de tránsito mensual (\bar{x}_m), es decir se encontraron 12 valores correspondientes a cada mes del año.
4. A continuación, se encuentra la media general (\bar{X}) con los 120 datos que comprende la serie histórica desde el año 2010 al 2019, este dato es de utilidad para calcular la estacionalidad (S_t):

$$S_t = \bar{x}_m - \bar{X}$$

5. Como se va a utilizar un modelo matemático temporal aditivo para realizar la estimación:

$$V_r = T + S_t + R$$

$$\text{Valor real} = \text{Tendencia} + \text{Estacionalidad} + \text{Ruido}$$

Se incorpora la variable independiente tiempo (t), enero del 2010 es el punto de partida y se le asigna $t = 1$ de manera progresiva se generarán valores hasta $t = 120$ que le corresponde a diciembre del 2019. Además, se determina el promedio temporal (\bar{t})

6. Se procede al cálculo de la Tendencia (T) para lo cual se emplea el procedimiento matemático de una regresión lineal.

$$T = a + bt$$

En donde:

$$b = \frac{\text{cov}(x, t)}{S_t^2}$$

$$a = \bar{X} - b * \bar{t}$$

7. Una vez obtenida la tendencia se puede hallar la componente del ruido para nuestro modelo.

$$R = V_r - T - S_t$$

8. Finalmente se puede determinar la estimación de siniestros de tránsito con el modelo matemático temporal, introduciendo los datos en el periodo que deseamos conocer. El valor base (V_b) es considerado el ultimo calculado de diciembre del año 2019.

$$\text{Tendencia: } T = b * t$$

$$\text{Estacionalidad: } S_t = \bar{x}_m - \bar{X}$$

$$\text{Valor estimado} = \text{Valor base} + \text{Tendencia} + \text{Estacionalidad}$$

$$V_e = V_b + T + S_t$$

Análisis de los Resultados.

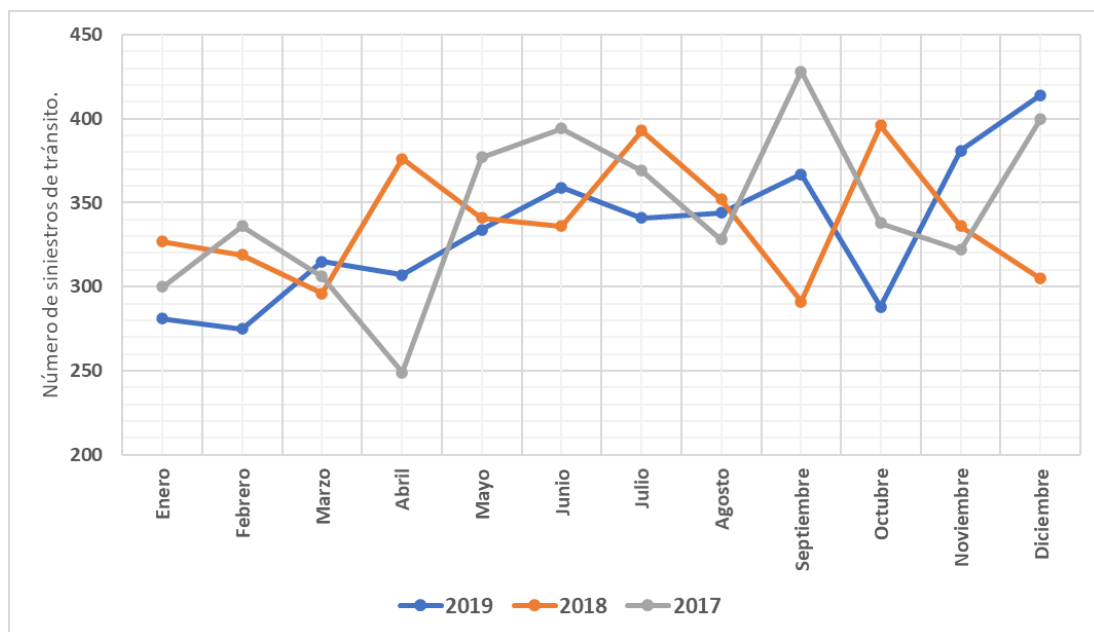
Tabla 5. Siniestros por conducir un vehículo superando los límites máximos de velocidad por años en Ecuador

| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | \bar{x}_m | S_t |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|-------|
| Enero | 233 | 372 | 155 | 217 | 193 | 317 | 408 | 300 | 327 | 281 | 280.3 | -11.8 |
| Febrero | 261 | 256 | 211 | 142 | 215 | 232 | 314 | 336 | 319 | 275 | 256.1 | -36.0 |
| Marzo | 260 | 395 | 201 | 146 | 246 | 196 | 262 | 306 | 296 | 315 | 262.3 | -29.8 |
| Abril | 275 | 254 | 192 | 188 | 375 | 249 | 289 | 249 | 376 | 307 | 275.4 | -16.7 |
| Mayo | 415 | 238 | 232 | 144 | 283 | 296 | 287 | 377 | 341 | 334 | 294.7 | 2.6 |
| Junio | 274 | 288 | 130 | 141 | 393 | 252 | 295 | 394 | 336 | 359 | 286.2 | -5.9 |
| Julio | 253 | 362 | 89 | 139 | 417 | 288 | 311 | 369 | 393 | 341 | 296.2 | 4.1 |
| Agosto | 273 | 280 | 81 | 147 | 350 | 336 | 307 | 328 | 352 | 344 | 279.8 | -12.3 |
| Septiembre | 385 | 258 | 154 | 164 | 379 | 385 | 310 | 428 | 291 | 367 | 312.1 | 20.0 |
| Octubre | 368 | 264 | 154 | 245 | 344 | 411 | 349 | 338 | 396 | 288 | 315.7 | 23.6 |
| Noviembre | 339 | 290 | 163 | 309 | 346 | 398 | 266 | 322 | 336 | 381 | 315 | 22.9 |
| Diciembre | 349 | 261 | 149 | 310 | 351 | 417 | 357 | 400 | 305 | 414 | 331.3 | 39.2 |

$$\bar{X} = 292,1$$

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador (2020)

Figura 1. Siniestros de tránsito por conducir un vehículo superando los límites máximos de velocidad de los años 2019 - 2018 – 2017.



Fuente: Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador (2020)

Con los datos de la Tabla 5 se encuentran la media mensual \bar{x}_m y la estacionalidad s_t para cada mes del año, el resultado tiene fluctuaciones positivas y negativas el cual es un indicativo de las variaciones que presentan los siniestros por cada mes del año.

El cálculo de la tendencia se lo realizo con ayuda de los valores históricos desde enero del 2010 hasta diciembre del 2019, en este caso se ha colocado únicamente dos tablas con los valores iniciales y finales para encontrar la tendencia.

Tabla 6. Tendencia de siniestros de tránsito por conducir un vehículo superando los límites máximos de velocidad en el año 2010 en Ecuador

| 2010 | Tiempo t | x | x - \bar{X} | (x - \bar{X}) ² | t - \bar{t} | (t - \bar{t}) ² | (x - \bar{X}) * (t - \bar{t}) | x * S _t | T = a + b * t | R |
|------------|----------|-----|---------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------|--------|
| Enero | 1 | 233 | -59.1 | 3491.8 | -59.5 | 3540.25 | 3515.95 | 244.8 | 233.73 | 11.06 |
| Febrero | 2 | 261 | -31.1 | 966.7 | -58.5 | 3422.25 | 1818.86 | 297.0 | 234.71 | 62.28 |
| Marzo | 3 | 260 | -32.1 | 1029.9 | -57.5 | 3306.25 | 1845.27 | 289.8 | 235.70 | 54.1 |
| Abril | 4 | 275 | -17.1 | 292.1 | -56.5 | 3192.25 | 965.68 | 291.7 | 236.68 | 55.02 |
| Mayo | 5 | 415 | 122.9 | 15106.5 | -55.5 | 3080.25 | -6821.41 | 412.4 | 237.66 | 174.74 |
| Junio | 6 | 274 | -18.1 | 327.3 | -54.5 | 2970.25 | 985.99 | 279.9 | 238.64 | 41.25 |
| Julio | 7 | 253 | -39.1 | 1528.2 | -53.5 | 2862.25 | 2091.40 | 248.9 | 239.61 | 9.27 |
| Agosto | 8 | 273 | -19.1 | 364.5 | -52.5 | 2756.25 | 1002.31 | 285.3 | 240.60 | 44.69 |
| Septiembre | 9 | 385 | 92.9 | 8632.0 | -51.5 | 2652.25 | -4784.77 | 365.0 | 241.58 | 123.41 |
| Octubre | 10 | 368 | 75.9 | 5762.1 | -50.5 | 2550.25 | -3833.37 | 344.4 | 242.56 | 101.83 |
| Noviembre | 11 | 339 | 46.9 | 2200.4 | -49.5 | 2450.25 | -2321.96 | 316.1 | 243.54 | 72.55 |
| Diciembre | 12 | 349 | 56.9 | 3238.6 | -48.5 | 2352.25 | -2760.05 | 309.8 | 244.52 | 65.27 |
| \bar{t} | 60,5 | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Tendencia de siniestros de tránsito por conducir un vehículo superando los límites máximos de velocidad en el año 2019 en Ecuador

| 2019 | Tiempo t | x | x - \bar{X} | (x - \bar{X}) ² | t - \bar{t} | (t - \bar{t}) ² | (x - \bar{X}) * (t - \bar{t}) | x * S _t | T = a + b * t | R |
|------------|----------|-----|---------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------|-------|
| Enero | 109 | 281 | -11.1 | 123.0 | 48.5 | 2352.25 | -537.95 | 292.8 | 339.66 | -46.9 |
| Febrero | 110 | 275 | -17.1 | 292.1 | 49.5 | 2450.25 | -846.04 | 311.0 | 340.64 | -29.6 |
| Marzo | 111 | 315 | 22.9 | 524.8 | 50.5 | 2550.25 | 1156.87 | 344.8 | 341.62 | 3.2 |
| Abril | 112 | 307 | 14.9 | 222.3 | 51.5 | 2652.25 | 767.78 | 323.7 | 342.60 | -18.9 |
| Mayo | 113 | 334 | 41.9 | 1756.3 | 52.5 | 2756.25 | 2200.19 | 331.4 | 343.58 | -12.2 |
| Junio | 114 | 359 | 66.9 | 4476.7 | 53.5 | 2862.25 | 3579.60 | 364.9 | 344.56 | 20.3 |
| Julio | 115 | 341 | 48.9 | 2392.0 | 54.5 | 2970.25 | 2665.50 | 336.9 | 345.55 | -8.7 |
| Agosto | 116 | 344 | 51.9 | 2694.5 | 55.5 | 3080.25 | 2880.91 | 356.3 | 346.53 | 9.8 |
| Septiembre | 117 | 367 | 74.9 | 5611.3 | 56.5 | 3192.25 | 4232.32 | 347.0 | 347.51 | -0.5 |
| Octubre | 118 | 288 | -4.1 | 16.7 | 57.5 | 3306.25 | -235.27 | 264.4 | 348.49 | -84.1 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------|------|-----|-------|---------|------|-------------------|---------------------|-------|--------|-------|
| Noviembre | 119 | 381 | 88.9 | 7904.7 | 58.5 | 3422.25 | 5201.14 | 358.1 | 349.47 | 8.6 |
| Diciembre | 120 | 414 | 121.9 | 14861.6 | 59.5 | 3540.25 | 7253.55 | 374.8 | 350.45 | 24.35 |
| \bar{t} | 60,5 | | | | | $\Sigma = 143990$ | $\Sigma = 141226,5$ | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Aplicando el método de regresión lineal para obtener una ecuación de tendencia:

$$T = a + bt$$

En donde:

$$b = \frac{cov(x, t)}{S_t^2}$$

$$b = \frac{141226,5}{143990}$$

$$b = 0,98$$

Ahora cálculo de a

$$a = \bar{X} - b * \bar{t}$$

$$a = 292,1 - (0,98 * 60,5)$$

$$a = 232,8$$

Llegando a obtener la ecuación lineal de la tendencia:

$$T = 232,8 + 0,98 * t$$

Donde:

$T = Tendencia$

$t = Serie de tiempo$

En la Tabla 7 se presentan valores de ruido o fluctuaciones irregulares en el modelo matemático temporal aditivo, este valor al no tener un patrón definido sigue un arreglo aleatorio.

$$R = x - S_t - T$$

Donde:

$R = Ruido$

$x = Valor real$

$S_t = Estacionalidad$

$T = Tendencia$

$$R = 414 - 39,2 - 350,45$$

$$R = 24,35$$

Tabla 8. Estimación en Ecuador de siniestros de tránsito por conducir un vehículo superando los límites máximos de velocidad en los años 2020 – 2021

| Año | Mes | Tiempo t | Valor base | | | Valor estimado V_e | Valor estimado redondeado |
|------|------------|---------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| | | | Valor base V_b | + Tendencia T $V_b + T$ | Estacionalidad S_t | | |
| 2020 | Enero | 1 | 350.450 | 351.431 | -11.8 | 339.639 | 340 |
| | Febrero | 2 | 350.450 | 352.411 | -36.0 | 316.420 | 316 |
| | Marzo | 3 | 350.450 | 353.392 | -29.8 | 323.600 | 324 |
| | Abril | 4 | 350.450 | 354.373 | -16.7 | 337.681 | 338 |
| | Mayo | 5 | 350.450 | 355.354 | 2.6 | 357.962 | 358 |
| | Junio | 6 | 350.450 | 356.335 | -5.9 | 350.443 | 350 |
| | Julio | 7 | 350.450 | 357.315 | 4.1 | 361.424 | 361 |
| | Agosto | 8 | 350.450 | 358.296 | -12.3 | 346.005 | 346 |
| | Septiembre | 9 | 350.450 | 359.277 | 20.0 | 379.285 | 379 |
| | Octubre | 10 | 350.450 | 360.258 | 23.6 | 383.866 | 384 |
| | Noviembre | 11 | 350.450 | 361.239 | 22.9 | 384.147 | 384 |
| | Diciembre | 12 | 350.450 | 362.219 | 39.2 | 401.428 | 401 |
| 2021 | Enero | 13 | 350.450 | 363.200 | -11.8 | 351.409 | 351 |
| | Febrero | 14 | 350.450 | 364.181 | -36.0 | 328.189 | 328 |
| | Marzo | 15 | 350.450 | 365.162 | -29.8 | 335.370 | 335 |
| | Abril | 16 | 350.450 | 366.143 | -16.7 | 349.451 | 349 |
| | Mayo | 17 | 350.450 | 367.123 | 2.6 | 369.732 | 370 |
| | Junio | 18 | 350.450 | 368.104 | -5.9 | 362.213 | 362 |
| | Julio | 19 | 350.450 | 369.085 | 4.1 | 373.193 | 373 |
| | Agosto | 20 | 350.450 | 370.066 | -12.3 | 357.774 | 358 |
| | Septiembre | 21 | 350.450 | 371.047 | 20.0 | 391.055 | 391 |
| | Octubre | 22 | 350.450 | 372.027 | 23.6 | 395.636 | 396 |
| | Noviembre | 23 | 350.450 | 373.008 | 22.9 | 395.917 | 396 |
| | Diciembre | 24 | 350.450 | 373.989 | 39.2 | 413.197 | 413 |

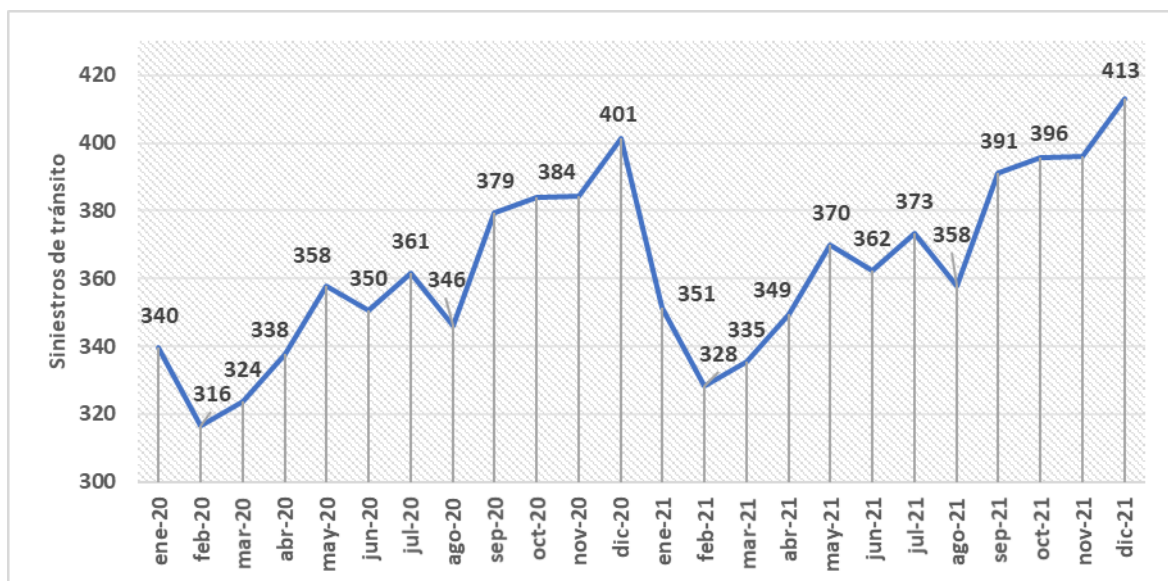
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la Tabla 6 se presentan valores estimados en Ecuador de los siniestros de tránsito por conducir un vehículo superando los límites máximos de velocidad en los años 2020 y 2021. aplicando el modelo matemático temporal aditivo se obtuvo pronósticos con un margen de proyección a corto plazo, dichos valores marcan una tendencia y

estacionalidad de los datos históricos tomados diez años atrás. Se observa fluctuaciones mínimas y máximas en los meses del año que la estacionalidad así lo indica, se ha considerado redondeo de cifras para el valor estimado puesto que esta variable tiene que ser un número entero de acuerdo con la naturaleza de esta.

Se evidencia que en el último trimestre del año existe un número alto de siniestros de tránsito, y dentro de este intervalo de tiempo es el mes de diciembre en donde existe un valor máximo, además en el primer cuatrimestre del año se encuentra un valor valle en siniestros y es el mes de febrero en donde contamos con un valor mínimo.

Figura 1. Valores estimados en Ecuador de siniestros de tránsito por conducir un vehículo superando los límites máximos de velocidad en los años 2020 – 2021



Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones:

- Mediante el modelo matemático temporal aditivo se ha estimado un conjunto de valores de dos años en siniestros de tránsito en Ecuador por conducir un vehículo a exceso de velocidad. Se puede predecir que para el año 2021 en el mes de diciembre disminuirá a 413 siniestros de tránsito y para el año 2020 se prevé 401 siniestros de tránsito, valor afectado por la crisis sanitaria a nivel mundial desde marzo del 2020.
- Para determinar la confiabilidad del modelo se consideró la tendencia, estacionalidad y el ruido, que son los factores de mayor influencia en una serie temporal. Aplicando el procedimiento de regresión lineal se estudió la tendencia llegando a determinar mediante los datos históricos que la $T=tendencia$ es igual a $T=232,8+0,98*t$, sabiendo que $t=$ serie de tiempo

- El análisis que se ha desarrollado con el modelo matemático temporal aditivo pronostica valores de siniestros sin la intervención ni influencia de factores externos es decir sin tomar en consideración campañas a nivel nacional de seguridad vial.
- La estimación se considera como aceptada puesto que se ha tomado un modelo matemático temporal aditivo el cual se encuentra validado y el procedimiento se lo ha desarrollado siguiendo la metodología adecuada.

Referencias bibliográficas:

- Agencia Nacional de Tránsito. (2020). Estadísticas de siniestros de tránsito. Recuperado de <https://www.ant.gob.ec/index.php/estadisticas>
- Bocco, M. (2010). Funciones elementales para construir modelos matemáticos. 217.
- Constante, N. (2017). Accidentes de Tránsito producidos por Imprudencia y Negligencia de Conductores y Peatones en la Avenida Simón Bolívar del DMQ, Año 2016 (Tesis pregrado, Universidad Central del Ecuador, Ecuador). Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13253/1/T-UCE-0013-Ab-167.pdf>
- Ecuador. (2012). REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL. Recuperado de: <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/Decreto-Ejecutivo-No.-1196-de-11-06-2012-REGLAMENTO-A-LA-LEY-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIA.pdf>
- El UNIVERSO. (2020). Desatención al conducir, principal causa probable de accidentes de tránsito en Ecuador. Recuperado de: <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/01/28/nota/7713150/accidentes-causas-2019-ant-siniestros-ecuador>
- Lossetti, O., Trezza, F., & Patitó, J. A. (2005). Accidentes de tránsito: consideraciones médico-legales lesionológicas y tanatológicas. Cuadernos de Medicina Forense, 2(3).
- Mazón, G., Calderón, P., Villa, R. & Villamarín, J. (2019). Modelo matemático para estimar la producción de la energía primaria en Ecuador. Ciencia Digital, 3(2.2), 118-131.

- OPS/OMS. (2013). Los accidentes de tránsito son la primera causa mundial de muerte entre jóvenes de 15 a 29 años. Recuperado: https://www.paho.org/arg/index.php?option=com_content&view=article&id=1130:los-accidentes-transito-son-primera-causa-mundial-muerte-entre-jovenes-15-29-anos&Itemid=225
- Organización Mundial de la Salud. (2015). Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2015. Recuperados de https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/es/
- Peña, D. (2010). Análisis de series temporales. Alianza Editorial.
- Villa, C., Vargas, D., & Merino, E. (2019). Factores que inciden en la siniestralidad vial en el Ecuador. Revista mktDescubre-ESPOCH FADE, (14), 121-129.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Mazón Fierro, G. J., Oleas Lara, C. X., & Buñay, P. A. (2020). Estimación a corto plazo de siniestros de tránsito en Ecuador causado por exceso de los límites de velocidad mediante modelo matemático temporal. *ConcienciaDigital*, 3(3), 382-396. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1327>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.

