UNIVERSIDAD ESPÍRITU SANTO

ESCUELA DE POSTGRADO EN DERECHO

TÍTULO:

LA RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL EN LA DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS DE LOS SINIESTROS DE TRÁNSITO EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS.

TRABAJO DE TITULACIÓN QUE SE PRESENTA COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR EL GRADO DE MAGÍSTER EN CRIMINALÍSTICA Y CIENCIAS FORENSES

AUTOR:

MANZO VÉLIZ ISAAC CLEMENTE

RAMOS SOLANO VERÓNICA ARACELLY

TUTOR:

MAG. SANTIAGO ALEJANDRO ORTEGA GOMERO

SAMBORONDÓN, 17 DE FEBRERO, AÑO 2023

Resumen

La investigación, abordó la lectura de varios artículos científicos, que resaltan la necesidad de que las sociedades evolucionan su sistema de investigación en la reconstrucción de accidentes de tránsito, el principal objetivo fue el de reconocer las aportaciones teóricas sobre la simulación y reconstrucción de accidentes. Estos se han convertido en un problema social y que causa no solo pérdidas económicas, sino además humanas. La investigación fue cualitativa y siguió como metodología la etnometodología, ya que se estudiarán los distintos fenómenos sociales que ha tenido relación con el cambio y evolución de la reconstrucción virtual en los siniestros de tránsito en busca de mejorar la calidad de los resultados de las pericias en esta área. Fue descriptiva ya que busca analizar y describir los procesos realizados en la investigación de los accidentes de tránsito y el aporte que tiene la simulación en la resolución de los casos. Se llegó a la conclusión que, debido a la variedad, complejidad e instantaneidad de los siniestros de tránsito, la precisión de realizar análisis cuantitativos de accidentes de forma manual es bastante baja. Con el desarrollo de la tecnología de simulación, los métodos de simulación numérica pueden sentar las bases teóricas para la reconstrucción de siniestros de tránsito.

Palabras claves: Reconstrucción virtual, escenas de accidentes, reconstrucción virtual de accidentes de tránsito, accidentes de tránsito.

Abstract

The investigation addressed the reading of several scientific articles, which highlight the need for societies to evolve their research system in the reconstruction of traffic accidents, the main objective was to recognize the theoretical contributions on the simulation and reconstruction of accidents. These have become a social problem that causes not only economic losses, but also human ones. The research was qualitative and followed ethnomethodology as a methodology, since the different social phenomena that have been related to the change and evolution of virtual reconstruction in traffic accidents will be studied in search of improving the quality of the results of the expertise in this area. It was descriptive since it seeks to analyze and describe the processes carried out in the investigation of traffic accidents and the contribution that simulation has in solving cases. It was concluded that, due to the variety, complexity and

instantaneity of traffic accidents, the accuracy of performing quantitative accident analysis manually is quite low. With the development of simulation technology, numerical simulation methods can lay the theoretical foundation for vehicle accident reconstruction.

Keywords: Virtual reconstruction, accident scenes, virtual reconstruction of accidents, traffic accidents.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación está orienta a analizar la incidencia que tiene en la actualidad la utilización de la tecnología en las ciencias forenses, en donde se estudiará la reconstrucción virtual como herramienta en el peritaje y análisis de los siniestros de tránsito en la provincia del Guayas, buscando determinar la relevancia de esta herramienta para el esclarecimiento de los hechos y las causas que originaron el siniestro, para con esto aportar a la seguridad vial determinando causas objetivamente demostradas. Desde el comienzo de la ingeniería de vehículos, los accidentes de tránsito han resultado repetidamente en daños a la propiedad y lesiones personales. La reconstrucción de accidentes de tránsito constituye la base de nuestro trabajo de investigación: proporciona datos realistas y, por lo tanto, respalda el desarrollo de otras funciones de seguridad.

De la línea de investigación de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo denominada como ciencias criminalísticas y forenses, y de la sub línea, incluye las áreas especializadas de la criminalística y las ciencias forenses, donde los núcleos de formación profesional establecen múltiples temáticas a ser abordadas desde la investigación fundamentadas en la necesidad transdisciplinaria de su naturaleza. Se estudió el impacto de la reconstrucción virtual como herramienta técnica y científica en la determinación de las causas en siniestros de tránsito, en dependencia de los resultados obtenidos proponer ampliar la capacitación en esta herramienta a los peritos de la Oficina de Investigación de Accidentes de Tránsito de la Comisión de Tránsito del Ecuador (OIAT-CTE) y con esto disminuir los siniestros de tránsito sin causa determinadas.

La investigación fue cualitativa y se siguió como metodología la etnometodología, ya que se estudiarán los distintos fenómenos sociales que ha tenido relación con el cambio y evolución

de la reconstrucción virtual en los accidentes de tránsito en busca de mejorar la calidad de los resultados de las pericias en esta área. Además, es descriptiva ya que buscaba analizar y describir los procesos realizados en la investigación de los accidentes de tránsito y el aporte que tiene la simulación en la resolución de los casos. Mediante la entrevista como herramienta a peritos de la OIAT-CTE se buscó determinar la contribución de la reconstrucción virtual en cada uno de los procesos de la investigación y la contribución que está técnica tiene la determinación de causas.

Marco Teórico

Reconstrucción de accidentes de tránsito

Según los estudios de Roobini et al. (2020), el análisis e investigación de la siniestralidad vial por parte de expertos proporciona una importante contribución a la seguridad vial y jurisdiccional. La reconstrucción de siniestros de tránsito implica determinar detalles tales como la posición en la carretera, la orientación o dirección, la velocidad, la dirección de viaje, la aceleración o desaceleración y la rotación. Sin embargo, no todos los siniestros de tránsito pueden reconstruirse debido a las limitaciones asociadas con la cantidad y la calidad de la información disponible, la capacidad de las personas que realizan la reconstrucción, la logística necesaria, el tiempo y la tecnología que posean los peritos para aplicar en el proceso investigativo.

Es lo que increpa Villa et al. (2019), cuando sugieren que la reconstrucción de siniestros de tránsito juega un papel importante en la investigación de los siniestros viales. Porque cuando hay claridad sobre el curso del accidente, también se aclaran sus causas. Para un mayor desarrollo de la seguridad vial, también es importante que los métodos de análisis de los siniestros de tránsito se mejoren constantemente. Si se conocen las causas de los siniestros de tránsito y la posibilidad de evitarlos a partir de casos individuales relevantes, entonces el sistema de tránsito vial puede mejorarse de manera efectiva.

Por lo tanto, Jaitman (2020) considera que, los pasos a seguir en la reconstrucción de un siniestro de tránsito incluyen plantear el problema, revisar los datos disponibles, considerar la necesidad de obtener más datos, preparar un mapa de la situación posterior al siniestro de

tránsito, volver a trabajar a partir de los resultados del siniestro de tránsito, probar teorías, considerar si todos los resultados de los siniestros informados son satisfactorios. contabilizados, conclusiones de prueba alcanzadas, y preparar diagramas y tablas para ilustrar las conclusiones. Se señalan los problemas asociados con la reconstrucción de siniestros de tránsito.

Para definir, Jiao et al. (2018) indica que la reconstrucción virtual es una herramienta importante para la ciencia criminalística, tiene como objetivo el estudio de un suceso mediante la utilización de un software que trabaje con imágenes tridimensionalmente que ayudará a la determinación de causas y responsables del siniestro mediante el uso de animación forense. En la actualidad se considera que la técnica de reconstrucción virtual es una de las herramientas tecnológicas de mayor relevancia dentro de la criminalística y en el estudio en accidentes de tránsito, dado que sirve para simular el siniestro realizando varias inferencias de cómo se dio el accidente integrando variables físicas que ayudan a minimizar los errores al momento de realizar las conclusiones en la resolución del caso.

Con todo lo visto en la literatura desde Zhang et al. (2006) hasta Dascăl & Popa, (2021), coinciden en que la simulación de hecho criminal o accidental mediante la reconstrucción virtual aplicando la metodología científica en conjunto con programas computarizados contribuyen a la réplica en tiempo actual del acto en análisis desde inicio hasta sus conclusiones. La reconstrucción virtual es una herramienta fundamenta en la criminalística ya que está integrado por una serie de programas tridimensionales alimentados por información probatoria generando la maximización en la fiabilidad de los resultados de la investigación y además facilita la comprensión pericial de los sinestros, también se utiliza para reemplazar a la secuencia fáctica ordinaria.

Investigación criminalística

Para Elshamly et al. (2017), está ampliamente definido en las investigaciones criminalística la necesidad imperiosa de ajustarse a una metodología clara y precisa en el levantamiento de información, por esto es importante realizar una inspección técnica ocular de lugar de los acontecimientos, recogiendo, fotografiando, registrando de forma ordena y sin alterar los indicios que aparezcan, para con esto alimentar las herramientas tecnológicas y

obtener resultados fiables. En el análisis forense intervienen diferentes disciplinas que permiten investigar los escenarios físicos en el que se realizaron los sucesos a estudiar y establecer relaciones entre los involucrados, inicialmente todos estos procesos se realizaban análogamente, pero con el desarrollo de la tecnología estos procedimientos han evolucionado involucrando el uso de la tecnología como herramienta para aumentar la precisión de los hallazgos.

Petrov (2016) agrega que los instrumentos audiovisuales, fortalecen a la investigación forense para sustentar las pruebas en el proceso judicial, los resultados obtenidos mediante estas herramientas son fiables dado que se encuentran sustentados por teorías y fundamentos de la físicas e ingeniería, por estos atributos para el área de tránsito ha sido muy beneficiado con el desarrollo de estas simulaciones para la resolución de colisiones de vehículos contra objetos duros o blandos.

En particular, Gicquel et al. (2017) indican que los siniestros de tránsito ocasionan múltiples pérdidas económicas y humanas, el estudio de los accidentes de tránsito para la prevención y minimización de las tasas de siniestros, como base de estos estudios están las ciencias blandas y como apoyo continuo la estadística, de aquí la necesidad del uso de la tecnología que coadyuve a quitar la subjetividad en la determinación de los causales de los hechos que desencadenaron el siniestro.

Es por ello que Zambrano et al. (2018) consideran, que las muertes por siniestros de tránsito sufren de un alto nivel de impunidad debido a que las versiones de víctimas, imputados y testigos resultan tener la mayor carga de la evidencia y dado que esto es subjetivo quita solidez a la resolución de los siniestros, en la actualidad la reconstrucción de los accidentes es la prueba con mayor grado de objetividad al momento de aclarar los hechos. Los sucesos anormales en el tránsito no se pueden considerar a priori como siniestros o accidente de tránsito, para poder calificarlos en primera instancia se debe conocer de forma certera de lo ocurrido y el rol que tiene cada uno de los involucrados en el hecho.

Simulación de siniestros de tránsito

Los fundamentos de la física y la mecánica son esenciales para la reconstrucción de una colisión de vehículos. Con algunas suposiciones de ingeniería (p. ej., la colisión en sí ocurre en

un período corto de tiempo ~ 1/10 de segundo, se supone que la colisión ocurre dentro de un sistema cerrado durante este tiempo y la colisión involucra objetos de masas similares), una colisión de dos vehículos se puede dividir en un par de problemas físicos simples (Navia et al., 2022).

Navia et al. (2022), indica en la analogía, que primero, cada bola de billar en movimiento tiene impulso. Esta es simplemente la velocidad multiplicada por la masa de la pelota. Una bola de billar estacionaria no tiene impulso, mientras que una bola de billar de alta velocidad tendrá mucho impulso hasta que entre en contacto con algo. Cuando se aplica una fuerza a un objeto en movimiento (debido a una colisión, por ejemplo), su momento cambia. En una colisión entre dos bolas de billar, sabemos que las fuerzas ejercidas por dos objetos entre sí son iguales y opuestas (es decir, la Tercera Ley de Newton). Por ejemplo, si una bola de billar en movimiento pierde todo su impulso al entrar en contacto con otra bola, se detendrá cuando la otra bola ruede a la velocidad de la bola original. Este concepto se conoce como la conservación de la cantidad de movimiento.

Esta ley también se cumple con objetos más grandes. Supongamos que un experto estaba investigando una colisión de automóviles y quería saber la velocidad de un automóvil antes de que hiciera contacto con un automóvil estacionado. Primero, necesitaría cuantificar la masa de cada vehículo. En segundo lugar, el experto necesitaría investigar el cambio de velocidad de cada vehículo después de la colisión. La mayoría de los vehículos modernos tienen un registrador de datos de eventos que registra el cambio de velocidad del vehículo en caso de que detecte una colisión. Con esta información, el experto puede comenzar a calcular la velocidad estimada del vehículo en movimiento antes del impacto (López Simó & Ferrer Sánchez, 2021).

Si bien los fundamentos del impulso de la bola de billar son fundamentales para el estudio de la reconstrucción de accidentes, las colisiones de vehículos son un poco más complejas. En el mundo real, la energía siempre se conserva, pero se puede perder debido a fuerzas externas. Para Martín (2017), la fricción entre los neumáticos y la calzada o entre dos vehículos se pierde en forma de calor. Otra fuerza externa que cualquier persona que haya visto una colisión de automóviles puede comprender es la deformación y el aplastamiento. Los autos, a diferencia de las bolas de billar, pueden romperse.

Después de que el acero se arruga en una colisión, al igual que un resorte, el acero puede retroceder. La energía de aplastamiento que se restaura durante esta fase de rebote se mide por el coeficiente de restitución. La restitución compara la velocidad relativa antes y después de una colisión entre dos cuerpos y ayuda a comprender si una colisión es más elástica o plástica. Por ejemplo, una pelota de goma que rebota en un piso de baldosas es un ejemplo de una colisión elástica en la que la mayor parte de la energía regresa a la pelota después del impacto. Por otro lado, el impacto de un vehículo a alta velocidad será muy plástico, deformando mucho cada vehículo y, a veces, entrelazando los vehículos impactados (Llanos, 2021).

Accidentes de tránsito

Dentro de la literatura, se encontró que, entre los tipos más comunes de accidentes automovilísticos son:

Colisiones traseras

Las colisiones traseras a menudo se deben a que los conductores no prestan atención a la carretera o la siguen demasiado de cerca. Cuando un automovilista no mantiene suficiente espacio con respecto al vehículo de adelante en el tránsito, entonces el conductor de atrás puede carecer de tiempo y espacio para frenar y evitar una colisión si el tráfico de adelante se detiene repentinamente. La conducción somnolienta, la conducción en estado de ebriedad y la conducción distraída son contribuyentes comunes a las colisiones traseras (Roobini et al., 2020).

Accidente automovilístico por la parte trasera

Si bien el conductor trasero a menudo causa el choque al conducir demasiado cerca del vehículo delantero, no siempre tiene la culpa . El conductor de adelante podría tener la culpa si se detiene repentinamente en un carril de tráfico activo o si retrocede sin razón. Las lesiones en colisiones traseras van desde leves hasta graves. Incluso a bajas velocidades, las víctimas de accidentes traseros pueden desarrollar lesiones graves, como huesos rotos, lesiones en el cuello y daños en la médula espinal (Daniel et al., 2022).

Colisiones Frontales

Las colisiones frontales se encuentran entre los tipos de choques más peligrosos, aunque son menos comunes que otros tipos de accidentes automovilísticos. Debido a que ambos vehículos se mueven uno hacia el otro, la fuerza del impacto aumenta. Como consecuencia, es mucho más probable que las colisiones frontales provoquen lesiones graves o la muerte que otros tipos de accidentes automovilísticos. Las causas comunes de las colisiones frontales incluyen la conducción distraída , la conducción en estado de ebriedad , la fatiga del conductor , el exceso de velocidad y la conducción imprudente . Las lesiones por colisiones frontales suelen ser graves y pueden incluir lesiones cerebrales traumáticas, daño de la médula espinal, daño de órganos internos, huesos rotos y más (Crispino, 2022).

Colisiones de impacto lateral

Las colisiones de impacto lateral ocurren cuando un vehículo que se mueve en una dirección golpea a otro vehículo en un ángulo perpendicular. Los vehículos a menudo forman una "T" cuando chocan. Las colisiones de impacto lateral son especialmente peligrosas para los ocupantes del vehículo que es golpeado en el costado. Los lados de los vehículos tienen menos masa para absorber el impacto de una colisión que los extremos delantero y trasero de un vehículo (Jaitman, 2020). Las colisiones de impacto lateral a menudo son causadas por conductores que no ceden el paso, no se detienen en las intersecciones o ignoran las señales y señales de tráfico. Un conductor distraído, discapacitado o que conduce de manera imprudente puede causar una colisión de impacto lateral y puede ser financieramente responsable por las lesiones que otros sufran en el choque.

Accidentes de golpe lateral

Los accidentes de deslizamiento lateral ocurren cuando dos o más vehículos viajan paralelos entre sí y un vehículo golpea el costado del otro automóvil. Los conductores que no giran la cabeza para comprobar sus puntos ciegos antes de incorporarse a los carriles o cambiar de carril provocan con frecuencia colisiones de impacto lateral. Los accidentes de golpe lateral son peligrosos porque el impacto inicial puede hacer que uno o ambos vehículos pierdan el control y se salgan de la carretera o entren en otros carriles de tráfico. Los vehículos pueden

golpear a otros automóviles, peatones, ciclistas u objetos al costado de la carretera (Villa et al., 2019).

Las lesiones por choques laterales pueden ser graves, especialmente cuando hay un impacto secundario después del choque inicial. Las lesiones comunes incluyen latigazo cervical , huesos rotos , daño a órganos internos , daño a la médula espinal , lesiones en la cabeza y lesiones cerebrales traumáticas . Los choques laterales a menudo resultan de la falta de atención del conductor, el exceso de velocidad, la imprudencia, la distracción y el deterioro.

Accidentes de un solo vehículo

Los accidentes de un solo vehículo son sorprendentemente comunes. Los choques de un solo vehículo generalmente se producen cuando un conductor choca contra algo en su camino, como un animal, una carga que se ha caído o escombros en la carretera de otro vehículo, como la banda de rodadura de una llanta de camión. Los accidentes de un solo vehículo pueden ocurrir cuando un peligro hace que el vehículo se desvíe de la carretera, donde podría golpear un poste de luz, una barandilla u otro obstáculo. Dependiendo de dónde ocurra el accidente, el vehículo puede volcarse o caer en una zanja. A pesar de que solo involucra a un vehículo, las lesiones en estos choques pueden ser graves cuando el vehículo golpea un objeto grande o pesado y cuando el automóvil vuelca (Useche et al., 2018).

Las causas comunes de choques de un solo vehículo incluyen conductores que abusan de las drogas o el alcohol, conducir demasiado fatigados, exceso de velocidad, malas condiciones climáticas y animales en la carretera. (Algora et al., 2017) Algunos accidentes de un solo vehículo son causados por la negligencia de otra parte, como una zona de trabajo en la carretera mal diseñada o una conducción imprudente que hace que otro conductor se desvíe y se salga de la carretera para evitar atropellar al conductor imprudente.

Estado del Arte

Crispino (2022), estimaba que las lesiones viales le costarán a la economía mundial US$ 1,8 billones (US$ constantes de 2010) entre 2015 y el 2030, lo que equivale a un impuesto anual

del 0,12 % sobre el producto interno bruto mundial. Aunque los países de bajos y medianos ingresos tienen la mayor carga de salud, su parte de la carga económica de las lesiones viales es solo el 46,4% de la pérdida global, lo que refleja en parte una mayor productividad (e ingresos) en los países de altos ingresos. pero también costos de tratamiento prominentemente más altos. Nuestros resultados también indican que los costos del tratamiento representan una mayor proporción de la carga económica en los países de altos ingresos que en los países de bajos ingresos. La carga macroeconómica de los traumatismos causados por las carreteras es considerable y se distribuye de manera desigual entre países y regiones del mundo. Este hallazgo sugiere un caso para la elaboración de políticas matizadas. Nuestro marco debe proporcionar un buen punto de partida para el análisis más detallado de las políticas tanto a nivel nacional como entre diferentes países.

El análisis de Gómez y Espinoza (2020) sugiere que la carga macroeconómica de las lesiones viales es grande y se distribuye de manera desigual entre los países y las regiones del mundo. Los países de ingresos altos tienen la mayor carga macroeconómica de lesiones en las carreteras, mientras que los países de ingresos bajos y medianos soportan las mayores cargas de salud. Esta disparidad de distribución podría deberse a diferencias en el desarrollo económico, donde la productividad es más alta y la fuerza laboral está mejor educada en los países de ingresos altos, lo que lleva a una mayor pérdida de capital humano por lesiones en las carreteras, y los sistemas de atención médica más avanzados reducen la pérdida, pero tienen costos de tratamiento mucho más altos.

Aunque la carga macroeconómica de los traumatismos causados por las carreteras en los países de bajos ingresos es relativamente ligera, es probable que aumente en el curso del desarrollo económico si el crecimiento de la motorización y la densidad del tráfico supera el desarrollo de la infraestructura y la aplicación de la ley. El hecho de que los países de bajos y medianos ingresos soporten la mayor parte del costo humano subraya la necesidad de mejoras en múltiples frentes, incluida la infraestructura, la aplicación de la ley, la conciencia pública y los sistemas de respuesta a emergencias.

Uno de los trabajos de investigación, más importantes en el área de reconstrucción de siniestros o accidentes de tránsito, es el de Zhang et al. (2006), que se denominó: Reconstrucción

Virtual de Dos Tipos de Accidentes de Tránsito por las Marcas de Neumáticos, el cual indica que con el desarrollo de la tecnología de simulación, los métodos numéricos pueden ayudar a reconstruir los accidentes de tráfico. Basado en los modelos dinámicos de colisiones, se introdujo un método Momentum/Energy para predecir el movimiento previo al impacto mediante la optimización de las posiciones de reposo de los vehículos.

Con la ayuda del programa Pc-Crash, Zhang et al. (2006), indica que se puede lograr el método de reconstrucción de siniestros de tránsito, y se realizarán varias corridas de simulación, para encontrar una solución, donde las trayectorias post impacto y las posiciones de descanso se correspondan con los accidentes reales. En el artículo, se analizan dos tipos de accidentes de colisión, el choque de automóvil contra la pared (estrellamiento) y el choque de automóvil contra otro automóvil (choques laterales o frontales), según el método. Dependiendo de los datos disponibles de la escena del accidente, algunos de estos parámetros pueden ser inciertos. En muchas situaciones de accidentes, la ubicación aproximada donde chocaron los vehículos se puede encontrar debido a las marcas de llantas o rasguños, los campos rotos o las marcas de polvo. Si los vehículos no se han movido de sus posiciones de descanso cuando se realizaron las investigaciones de la escena, estas posiciones y las direcciones de los automóviles están bien definidas. Si se encontraron marcas de derrape en la escena del accidente, las posiciones intermedias del vehículo se pueden definir en las trayectorias posteriores al impacto. Por tanto, a partir de las trayectorias se puede utilizar la posición de impacto, las posiciones de descanso y las posiciones intermedias para definir la situación de accidente.

El artículo de Pádua et al., (2020); Reconstitución digital de accidentes de tránsito: una metodología flexible que se basa en estudios de estrategias complementarias para soportar múltiples escenarios; indica que la reconstrucción de los escenarios de accidentes de tránsito es un tema contemporáneo e importante, abordado tanto por entidades públicas como privadas en diferentes países del mundo. Sin embargo, la tarea de recolectar datos en el sitio generalmente no se enfoca con la misma orientación y relevancia.

Abordar este tipo de escenario de accidente requiere un equilibrio entre dos preocupaciones fundamentales pero contrapuestas: (1) la recopilación de información, que es un proceso exhaustivo y prolongado, y (2) la necesidad de permitir que el tráfico fluya nuevamente

lo más rápido posible. Esta nota técnica propone una metodología novedosa que tiene como objetivo apoyar a las autoridades/profesionales del tránsito vial en actividades que involucran la recopilación de datos/evidencias de escenarios de colisión de vehículos de motor mediante la exploración del potencial del uso de vehículos aéreos no tripulados de bajo costo, tamaño pequeño y peso ligero.

El estudio de Pádua er al., se llevó a cabo un gran número de pruebas y evaluaciones experimentales en diversas condiciones de trabajo y en cooperación con las autoridades policiales portuguesas responsables de investigar los accidentes de tráfico. Las pruebas permitieron concluir que el método propuesto reúne todas las condiciones para ser adoptado como un enfoque futuro cercano para reconstituir los accidentes de tránsito y demostró ser: más rápido, más riguroso y más seguro que las metodologías manuales actuales utilizadas no solo en Portugal sino también en muchos países en todo el mundo.

Planteamiento del problema

Según Gómez et al. (2017), a nivel mundial cada año en promedio fallecen alrededor de 1,3 millones de personas por causas de accidentes de tránsito, el costo social y económico son considerablemente elevados, los siniestros de tránsito llegan a costar hasta el 3% del PIB a la mayoría de los países, en los países de ingresos bajos y medios representan el 90% de las muertes por las colisiones originada por el tránsito; los países de bajos ingresos no se ha experimentado disminución en los siniestros de tránsito debido a que no se determinan las causas de forma correcta, por lo tanto, no se pueden establecer los correctivos necesarios.

En Ecuador, mencionan Barrera y Pazmiño (2020), los accidentes de tránsito representan la cuarta causa de muerte y se estima de por cada persona fallecida se lesionan diez y que esta cifra va en proporción al aumento del parque automotor, en especial en las ciudades industrializadas de los países que están en vía de desarrollo..

De acuerdo con Dascăl y Popa (2021), la reconstrucción virtual de los accidentes de tránsito es una herramienta efectiva que demuestra de forma científica y técnica como se produjo un accidente, permite recrear de forma virtual un escenario complejo con todas las variables que

intervinieron en el siniestro con lo cual se determina de forma objetiva las causas y el grado de responsabilidad de los involucrados.

En el caso de los eventos, se encontró una información emitida por la agencia nacional de tránsito, que provienen del informa de la Comisión de Tránsito del Ecuador, que indica que cada año, estas tragedias llegan a 3911 en el año 2022, con una clara tendencia a aumentar, comparado los años anteriores. Esto equivale al 10% de ellos conllevan una muerte y en todos los casos representan heridos en la colisión. Como se observa en la tabla 1.

Tabla 1 Siniestros, Fallecidos y Heridos zona 8 Ecuador 2019-2023

SINIESTROS, FALLECIDOS Y HERIDOS REGISTRADOS EN LA PROV. DEL GUAYAS 2019-2023*															
	TOTAL DE SINIESTROS					TOTAL DE FALLECIDOS					TOTAL DE HERIDOS				
Mes	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**
ENERO	324	273	286	300	266	31	23	31	28	22	337	294	297	281	302
FEBRERO	303	289	240	283	-	28	24	17	24	-	285	308	238	279	-
MARZO	297	171	264	295	-	28	17	27	35	-	279	189	260	277	-
ABRIL	309	79	264	324	-	26	12	26	17	-	308	68	254	327	-
MAYO	305	158	239	326	-	32	18	27	20	-	301	150	248	351	-
JUNIO	309	171	306	318	-	18	14	25	26	-	324	156	274	353	-
JULIO	377	179	346	360	-	28	18	32	33	-	356	169	317	378	-
AGOSTO	382	218	350	342	-	34	25	30	24	-	424	208	351	392	-
SEPTIEMBRE	352	223	346	360	-	31	15	34	29	-	372	228	383	368	-
OCTUBRE	337	293	376	364	-	37	28	36	42	-	330	280	372	382	-
NOVIEMBRE	354	246	302	305	-	36	16	22	14	-	350	270	299	322	-
DICIEMBRE	366	317	338	334	-	51	30	27	29	-	362	329	363	359	-
Totales	**4015**	**2617**	**3657**	**3911**	**266**	**380**	**240**	**334**	**321**	**22**	**4028**	**2649**	**3656**	**4069**	**302**

Nota: Tomado de archivo histórico de la Comisión de Tránsito del Ecuador

Ahora, la siguiente tabla, indica el número de diligencias recibidas y de ello desprende que el 13%, lo que evidencia que el problema indicado, es real y que se deben hacer correcciones a los tiempos de llegada del personal especializado.

Tabla 2 Aproximaciones a la llegada al sector de los siniestros

Sumatoria a nivel nacional de diligencias		
Total Diligencias Recibidos	30.799	100%
Total Diligencias Realizadas	26.828	87%

Total Diligencias inconclusas	3.871	13%

Análisis

De acuerdo con toda la información encontrada, se hace referencia a Gómez et al. (2017), quien identifico que a nivel mundial cada año en promedio fallecen alrededor de 1,3 millones de personas por causas de accidentes de tránsito, lo que indica claramente que existe un costo social y económico que son considerablemente elevados, y llegan a costar hasta el 3% del producto interno bruto de un país, y otro dato que preocupa es que en los países de ingresos bajos y medios representan el 90% de las muertes por las colisiones originada por el tránsito.

Además en la recolección de datos, Jaitman (2020) considera que, los pasos a seguir en la reconstrucción de un accidente de tráfico que incluyen plantear el problema, revisar los datos disponibles, considerar la necesidad de obtener más datos y todo esto se ve reforzado con los procesos de simulación, en especial con vehículos que son modernos y poseen grabadoras, identificando plenamente, la causa y la responsabilidad.

Según los estudios de Roobini et al. (2020), el análisis e investigación de la siniestralidad vial por parte de expertos proporciona una importante contribución a la seguridad vial y jurisdiccional, Villa et al. (2019), considera la que la reconstrucción de accidentes de tránsito juega un papel importante en la investigación de accidentes. Con la ayuda de Pc-Crash por ejemplo, Zhang et al. (2006), sugiere que se puede lograr el método de reconstrucción de accidentes de tránsito, y se pueden realizar varias corridas de simulación, para encontrar una solución, al dilema de la responsabilidad en la siniestralidad y la forma de evitar futuros accidentes en el mismo lugar.

Por lo tanto el crecimiento continuo de los índices de mortalidad por siniestros de tránsito en los países, se infiere que las políticas implementadas en seguridad vial no son las adecuadas, esto es un resultante de la determinación incorrecta o no determinación de las causas que dan origen a estos sinestros, por esta razón se estudiará el impacto de la reconstrucción virtual como una

herramienta técnica científica para el esclarecimiento de los hechos y la determinación de las causas.

CONCLUSIONES

El método de elementos finitos no depende de las marcas de la escena del accidente que pueden destruirse fácilmente, y debe tener en cuenta adecuadamente el comportamiento elástico-plástico y la velocidad de deformación, para que su resultado sea más preciso. Con el desarrollo de la tecnología informática de alto rendimiento, la restricción en el tiempo de cálculo se reducirá en gran medida y la aplicación del método de elementos finitos en el campo de la reconstrucción de accidentes será más amplia.

Los accidentes de tránsito se han convertido en serios problemas sociales que amenazan a las personas y sus propiedades a un ritmo acelerado, particularmente en los países en desarrollo como China. Los análisis de colisiones de vehículos y las reconstrucciones de accidentes se han vuelto cada vez más populares en los últimos años debido a la tasa aparentemente creciente de litigios civiles, lo que exige la necesidad de investigar una colisión mediante métodos analíticos. Las principales cuestiones que sin duda surgen son la determinación de la velocidad y la trayectoria del impacto del vehículo.

La deformación elástico-plástica de los vehículos y otros objetos de colisión son la información importante de un accidente de tráfico, han obligado a que los programas informáticos, ahora estén disponibles para la reconstrucción de accidentes de vehículos. Pero el algoritmo explícito de elementos finitos que utiliza un paso de tiempo de integración muy pequeño no solo tiene en cuenta la velocidad de deformación de los materiales a alta velocidad, sino también las características elásticas y plásticas.

la investigación sobre la reconstrucción de accidentes de vehículos basada en el método de elementos finitos puede lograr una precisión de cálculo relativamente alta. Además, para una presentación eficaz de los resultados, se pueden crear animaciones 3D utilizando el software de post procesamiento basado en el método de elementos finitos. Al mismo tiempo, las observaciones directas del comportamiento de deformación de las piezas clave de absorción de energía, como el guardabarros y la parte frontal o los puntos de impacto en los vehículos.

Debido a la variedad, complejidad e instantaneidad de los accidentes de tránsito, la precisión de realizar análisis cuantitativos de accidentes de forma manual es bastante baja. Con el desarrollo de la tecnología de simulación, los métodos de simulación numérica pueden sentar las bases teóricas para la reconstrucción de siniestros de tránsito.

Referencias BIBLIOGRÁFICAS

Algora, A. F., Russo, M., Suasnavas, P. R., Merino, P., & Gómez, A. R. (2017). Tendencias de los accidentes de tránsito en Ecuador: 2000-2015. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, *16*(33), Art. 33. https://doi.org/10.11144/javeriana.rgps16-33.tate

Barrera, E., & Pazmiño, R. (2020). Determinación De Las Principales Causas De Accidentes De Tránsito En El Ecuador Desde El 2016 Hasta 2018/Determination of the Main Causes of Transit Accidents in Ecuador Since 2016 Until 2018. *KnE Engineering*, 514-525-514-525. https://doi.org/10.18502/keg.v5i2.6272

Crispino, F. (2022). Why teach crime scene management to forensic university students? *Science & Justice*, *62*(6), 735-739. https://doi.org/10.1016/j.scijus.2022.07.002

Daniel, O., Levi, A., Pertsev, R., Issan, Y., Pasternak, Z., & Cohen, A. (2022). Technical note: The Next Step – a semi-automatic coding and comparison system for forensic footwear impressions. *Forensic Science International*, *337*, 111378. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2022.111378

Dascăl, A., & Popa, M. (2021). The 3D reconstruction of a road accident used the specialized program PC Crash 12.1. *Journal of Physics: Conference Series*, *1781*(1), 012052. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1781/1/012052

Elshamly, A. F., El-Hakim, R. A., & Afify, H. A. (2017). Factors Affecting Accidents Risks among Truck Drivers In Egypt. *MATEC Web of Conferences*, *124*, 04009. https://doi.org/10.1051/matecconf/201712404009

Gicquel, L., Ordonneau, P., Blot, E., Toillon, C., Ingrand, P., & Romo, L. (2017). Description of Various Factors Contributing to Traffic Accidents in Youth and Measures Proposed to Alleviate Recurrence. *Frontiers in Psychiatry*, *8*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2017.00094

Gómez, A., & Espinoza, C. (2020). *Comportamiento y pronóstico de la mortalidad en accidentes de tránsito- Ecuador, 2000 – 2018*.

Gómez-Restrepo, C., Naranjo-Lujan, S., Rondón, M., Acosta, A., Maldonado, P., Arango Villegas, C., Hurtado, J., Hernández, J. C., Angarita, M. del P., Peña, M., Saavedra, M. Á., & Quitian, H. (2017). Latin American Clinical Epidemiology Network Series – Paper 6: The influence of alcohol in traffic accidents and health care costs of it in Bogotá-Colombia. *Journal of Clinical Epidemiology*, *86*, 106-110. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2016.10.003

Jaitman, L. (2020). Public Transport from a Gender Perspective: Insecurity and Victimization in Latin America. The Case of Lima and Asuncion Metropolitan Areas. *Journal of Economics, Race, and Policy*, *3*(1), Art. 1. https://doi.org/10.1007/s41996-019-00040-2

Jiao, P., Miao, Q., Zhang, M., & Zhao, W. (2018). A virtual reality method for digitally reconstructing traffic accidents from videos or still images. *Forensic Science International*, *292*, 176-180. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.09.019

Llanos Quilli, M. P. (2021). *Implementación de un sistema de realidad virtual enfocado a la simulación de accidentes de tránsito por conducción a alta velocidad* [BachelorThesis]. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21280

López Simó, V., & Ferrer Sánchez, D. (2021). Análisis del uso de un simulador de colisiones para resolver un accidente de tráfico. *Enseñanza de las ciencias*, *39*, 51-70. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3330

Martín Seoane, E. (2017). *Simulador híbrido de redes y tráfico para la simulación de situaciones de riesgo de accidente*. https://repositorio.upct.es/handle/10317/6595

Navia-González, V., Guiraldes-Deck, P., Caro-Guerra, P., Mercado-Núñez, B., Armijo-Rivera, S., Reyes-Aramburu, E. P., Navia-González, V., Guiraldes-Deck, P., Caro-Guerra, P., Mercado-Núñez, B., Armijo-Rivera, S., & Reyes-Aramburu, E. P. (2022). Impacto de un entrenamiento de simulación virtual remota sincrónica para el tratamiento inicial del accidente cerebrovascular isquémico en estudiantes de medicina. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, *25*(1), 31-38. https://doi.org/10.33588/fem.251.1167

Pádua, L., Sousa, J., Vanko, J., Hruška, J., Adão, T., Peres, E., Sousa, A., & Sousa, J. J. (2020). Reconstitución digital de accidentes de tránsito: Una metodología flexible que se basa en

estudios de UAV y estrategias complementarias para soportar múltiples escenarios. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(6), 1868. https://doi.org/10.3390/ijerph17061868

Petrov, A. I. (2016). Road Traffic Accident Rate as an Indicator of the Quality of Life. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, *3 (45)*, Art. 3 (45). https://doi.org/10.15838/esc.2016.3.45.9

Roobini, M. S., Mulakalapally, S., Mungamuri, N., Lakshmi, M., Ponraj, A., & Deepa, D. (2020). Car Accident Detection and Notification System Using Smartphone. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, *17*(8), Art. 8. https://doi.org/10.1166/jctn.2020.9192

Useche, S., Montoro, L., Alonso, F., & Oviedo-Trespalacios, O. (2018). Infrastructural and Human Factors Affecting Safety Outcomes of Cyclists. *Sustainability*, *10*(2), Art. 2. https://doi.org/10.3390/su10020299

Villa, C., Vargas, D., & Merino, E. (2019). *Factores que inciden en la siniestralidad vial en el Ecuador*. 121-129. https://doi.org/10.36779/mktdescubre.v14.348

Zambrano, C. J. R., Kovshov, S., & Lyubin, E. (2018). Evaluación del factor antropogénico de riesgo de accidentes en el principal oleoducto Pascuales—Cuenca en Ecuador. *Journal of Applied Engineering Science*, *16*(3), Art. 3. https://doi.org/10.5937/jaes16-17019

Zhang, X., Xianlong, J., & Shen, J. (2006). *Virtual Reconstruction of Two Types of Traffic Accident by the Tire Marks*. 1128-1135. https://doi.org/10.1007/11941354_117