

MODELOS FÍSICOS APLICADOS AL ANÁLISIS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

A. Bolívar¹, S. Bolívar¹, D. López²

1. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.*

2. *Centro Internacional Forense.*

(Recibido 09 de Sep.2005; Aceptado 20 de Jun. 2006; Publicado 20 de Nov. 2006)

RESUMEN

Se han desarrollado 6 modelos matemáticos, derivados de análisis físicos que sirven como herramienta para determinar la velocidad más probable que lleva un vehículo, en el momento en que se produce un accidente de tránsito. Se emplearon conceptos básicos de la mecánica de Newton para derivar los modelos matemáticos

Palabras claves: Mecánica de accidentes de tránsito.

ABSTRACT

It has developed six mathematical models derived of physical analysis who serve like tool for determining the speed more probable that carry a car in the moment when it produces a road accident. It has used basic concepts of Newton's mechanics for deriving the mathematical models.

Key words: transit accident mechanical.

1. Introducción

A diario en Colombia son frecuentes los accidentes de tránsito, con un costo muy alto en vidas humanas y bienes materiales. Entre las causas principales podemos destacar: La topografía accidentada de sus carreteras, la falta de señalización en algunos casos, la congestión de las vías en la ciudad, pero fundamentalmente a la imprudencia de los conductores quienes no respetan las normas existentes de conducción. La flexibilidad de las leyes Colombianas para castigar ejemplarmente las infracciones de tránsito y a un casi analfabetismo en la recopilación de la información de los accidentes de tránsito por las autoridades encargadas para tal fin; originan una gran inseguridad para establecer responsables y por lo tanto la posibilidad de cometer injusticias en los fallos de los jueces. Pretendemos con éste trabajo hacer un aporte valioso, que ayude a aclarar lo más probable que ha podido ocasionar un accidente y por lo tanto a propiciar unos juicios de responsabilidades mas transparentes.

Principios Físicos Utilizados

Se emplea la Mecánica de Newton [1], sobresaliendo los siguientes aspectos: Movimiento rectilíneo uniformemente variado, movimiento parabólico rasante, conservación de la cantidad de movimiento lineal, conservación de la energía en campo no conservativo, energía gastada en un movimiento de rotación E_{rot} , con velocidad angular inicial W , dada por

$$E_{rot} = \frac{1}{2} I W^2 \quad (1)$$

Donde I , es el momento de inercia del móvil, el cual se asume que es un paralelepípedo de dimensiones a, b, c (ancho, largo y alto respectivamente) y que por teorema de ejes paralelos con d como distancia entre el eje principal de rotación y el posible nuevo eje de rotación, se escribe como:

$$I = \frac{1}{12} m (a^2 + b^2) + m d^2 \tag{2}$$

Complementan los argumentos físicos anteriores para el desarrollo del trabajo, una tabla de coeficientes de rozamiento [2], herramientas de programación fortran y un graficador (Origen).

2. Resultados Obtenidos y Aplicaciones

Deducción de Modelos Matemáticos: Se dedujeron seis modelos matemáticos para determinar velocidades y analizar casos de accidentes de tránsito de vehículos que se trasladan solamente o realizan rototraslación, una vez que ocurren el accidente en carretera plana con pendiente cero, carretera plana en subida y carretera plana en bajada. Un resumen de los modelos matemáticos lo encontramos a continuación. En la Figura 1 se ilustran los diagramas de cuerpo libre para las tres situaciones mencionadas cuando únicamente ocurre traslación a partir del frenado bajo la acción de la fuerza de fricción \vec{f} , hasta la posición final de reposo.

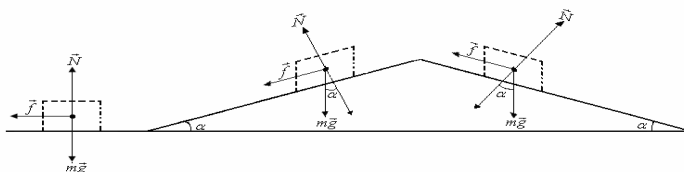


Fig.1. De izquierda a derecha, se observan los diagramas de cuerpo libre de un móvil camino al reposo por efecto de la fuerza de fricción \vec{f} , en carretera: plana, subida con pendiente alfa (α) y bajada con pendiente menos alfa ($-\alpha$).

En la Figura 2, se ilustran las tres situaciones anteriores, cuando el móvil realiza rototraslación a partir del momento del accidente.

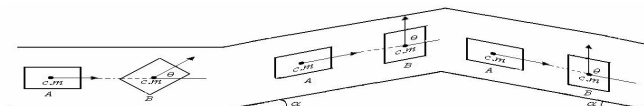


Fig. 2. De izquierda a derecha se observa un móvil que ha comenzado a frenar en el punto A y se detiene en un punto B. El móvil ha efectuado rototraslación, especificada por el ángulo teta (θ) en su camino al reposo. Los eventos son correspondientes con la Figura 1.

Los modelos matemáticos deducidos para estimar la velocidad que llevaba el móvil en el punto A, para traslación pura, rototraslación y tiempo que tarda el evento, están dados por las ecuaciones (3), (4) y (5) respectivamente.,

$$v_A = \sqrt{2\mu_k gX} \tag{3}$$

$$v_A = \sqrt{2\mu_k g \left[X + \frac{a^2 + b^2 + 12d^2}{12X} \right] \theta^2} \quad (4)$$

$$t = \sqrt{\frac{2X}{\mu_k g}} \quad (5)$$

X , es la distancia de frenado, μ el coeficiente de rozamiento, g la aceleración de la gravedad y θ el ángulo rotado por el vehículo en la rototraslación. Estos significados se mantienen para los demás casos. Situación similar para cuando el accidente ocurre en carretera en subida, los modelos matemáticos deducidos están dados por las ecuaciones (6), (7) y (8) respectivamente.

$$v_A = \sqrt{2gX(\mu_k \cos \alpha + \text{sen}\alpha)} \quad (6)$$

$$v_A = \sqrt{2gX(\mu_k \cos \alpha + \text{sen}\alpha) + \frac{(a^2 + b^2 + 12d^2)(\mu_k g \cos \alpha + g \text{sen}\alpha)\theta^2}{6X}} \quad (7)$$

$$t = \sqrt{\frac{2X}{\mu_k g \cos \alpha + g \text{sen}\alpha}} \quad (8)$$

Si el accidente ocurre en bajada, los modelos matemáticos deducidos corresponden a las ecuaciones (9), (10) y (11) respectivamente.

$$v_A = \sqrt{2gX(\mu_k \cos \alpha - \text{sen}\alpha)} \quad (9)$$

$$v_A = \sqrt{2gX(\mu_k \cos \alpha - \text{sen}\alpha) + \frac{(a^2 + b^2 + 12d^2)(\mu_k g \cos \alpha - g \text{sen}\alpha)\theta^2}{6X}} \quad (10)$$

$$t_b = \sqrt{\frac{2X}{\mu_k g \cos \alpha - g \text{sen}\alpha}} \quad (11)$$

Con base en las ecuaciones (3) a la (11), se escribió un programa en lenguaje fortran (Accidentes.for), que facilita el cálculo en forma rápida y confiable de la velocidad más probable (dato más frecuente solicitado por la fiscalía a los peritos físicos) que lleva un vehículo en el momento de ocurrir un accidente; una vez que el caso a analizar (accidente de tránsito) corresponde a uno de los modelos matemáticos especificados en la sección 2.1.

Aplicaciones: Se aplicaron los resultados de este trabajo, para estimar la velocidad más probable de un vehículo involucrado en accidentes de tránsito, en el departamento de Boyacá que presentó similitud con las situaciones físicas consideradas en éste documento. Un breve resumen es el siguiente:

- Un vehículo atropella a una persona que le hace el pare y la lanza hacia delante causándole la muerte. El accidente ocurre sobre una carretera plana con pendiente cero. En la Figura 4, se resume la información tomada del expediente.

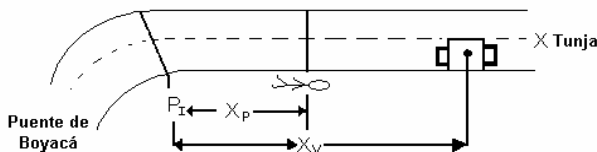


Fig. 4. Ubicación del posible punto de impacto P_i del vehículo con la persona, la posición final X_p de la persona y la posición final X_v del vehículo con respecto al punto P_i respectivamente.

El caso se enmarcó en el primer modelo matemático, complementado con la aproximación de que la persona fue lanzada en parábola rasante después de la colisión con el vehículo. Se aplicó el principio de la conservación de la cantidad de movimiento lineal, obteniendo la expresión:

$$V_i = \frac{m_i V_f + m_p V_p}{m_i} \quad (12)$$

V_i , es la velocidad más probable que llevaba el vehículo, V_f es la velocidad con que el vehículo comienza a frenar, V_p es la velocidad con que fue lanzada la persona en parábola rasante. Estas dos velocidades se obtienen con el programa Accidentes. For. m_i , y m_p son las masas del vehículo y la persona, tomadas del expediente. Reemplazando la información anterior en la ecuación (12), se obtiene un valor para V_i de 89.05 km/h . Esta velocidad fue la que se reportó a la fiscalía como la velocidad más probable que llevaba el vehículo que causó el atropellamiento de la persona.

Conclusiones

- Los principios físicos de la Mecánica de Newton, juegan un papel importante en el análisis de accidentes de tránsito y su empleo nos ha permitido obtener 6 modelos matemáticos, para 6 situaciones típicas de accidentes de tránsito.
- En los ejemplos de aplicación, visualizamos grandes falencias en el acopio de información sobre lo ocurrido en los accidentes de tránsito, dificultando dar respuestas a interrogantes que conduzcan al esclarecimiento de los mismos.
- Es urgente y de vital importancia el empleo de personal capacitado en análisis de accidentes de tránsito, con el fin de garantizar transparencia es los estrados judiciales.

REFERENCIAS

- [1] Alonso, M. Finn, E.J., Física general, Fondo educativo interamericano, 5 edición (2003)
- [2] Bonvicini, E., Tratado Técnico Jurídico sobre Accidentes de Circulación, Librería del profesional Tercera edición (1993).
- [3] Bolívar, S., Software de Programación en Fortran, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (U.P.T.C) (2005).