

Distribuido por

Centro de Entrenamiento IRAT www.ceirat.com

Editorial Doctos www.doctosconsultora.com

Enciso, Gustavo Adolfo

Modelos físicos para Accidentología Vial / Gustavo Adolfo Enciso. - 1a ed. - Resistencia : el autor, 2016.

400 p. ; 25 x 18 cm.

ISBN 978-987-42-0556-8

1. Criminalística. 2. Derecho Civil. 3. Derecho Fiscal. I. Título.

CDD 364

ISBN 978-987-42-0556-8



NOTAS DEL AUTOR

Los contenidos y figuras de este libro han sido íntegramente elaborados por su autor: Gustavo A. Enciso. Todo el material es original, incluyendo los gráficos que contiene.

Las imágenes fotográficas de los casos que se presentan son una gentileza del Ingeniero Ángel Montenegro.

*Su elaboración y distribución es posible mediante el aporte de **empresas privadas**¹ que subvencionan las tareas de investigación y capacitación dirigidas por el autor.*

El autor deposita en cada lector del presente material la confianza de su empleo con responsabilidad profesional y respeto por los derechos del mismo.

Queda prohibida la reproducción (copia) parcial o total de este libro, a excepción de ser utilizado como cita de otro trabajo en cuyo caso la reproducción no debe ser mayor a las cien (100) palabras.

Queda prohibida cualquier modificación de los contenidos de este libro. Si desea realizar alguna corrección, hágalo poniéndose en contacto con el autor encisoga@gmail.com

¹ Doctos Consultora®

www.doctosconsultora.com

Valores ingresados:

Variable	Valor	Unidad
[C] Longitud de la cuerda de la curva en metros	83	[m]
[N] Longitud de la normal de la cuerda de la curva en metros	6,5	[m]

Resultado: 135,7308 [m]**2. Modelo de velocidad crítica en curva sin peralte****Segundo paso: cálculo de la velocidad límite de la curva sin peralte**

$$V = \sqrt{R \cdot g \cdot \mu}$$

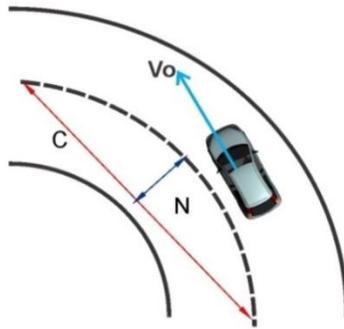
Nombre de la Variable	Magnitud	Nombre de la unidad	Símbolo
[R] Radio de la curva en metros	Longitud	metros	[m]
[μ] Coeficiente de fricción sin unidad			
(Constante = 9.81) Aceleración de la gravedad	Aceleración	metros sobre segundos al cuadrado	[m/s ²]

Valores ingresados:

Variable	Valor	Unidad
[R] Radio de la curva en metros	135,7308	[m]
[μ] Coeficiente de fricción sin unidad	0,6	

Resultado: 101,754 [Km/h]**Resultado: 28,265 [m/s]****Modelo 15: VELOCIDAD CRÍTICA EN CURVA CON PERALTE****PLANTEAMIENTO**

Se desea conocer la velocidad a la que circulaba un vehículo sedán que se despistó de una curva con peralte conocido. Las dimensiones del vehículo son conocidas, y se realizaron mediciones en el lugar que se indican en la Figura 2.24

MODELO 15**Datos de la Inspección Ocular**

Superficie: asfalto seco. viejo.

Peralte: 10%

C= 83 m

N= 6.5 m

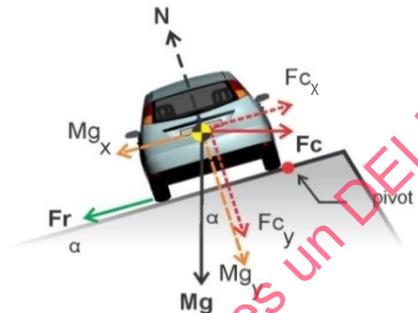


Figura: 2.24

INFORMACIÓN

Se requiere considerar las siguientes variables:

Datos a conocer en la inspección del lugar:

C: cuerda de la vía en metros (medida tomada desde dos puntos cualesquiera).

N: normal de la cuerda, en metros.

μ : coeficiente de fricción lateral.

e: pendiente del peralte.

DESARROLLO DEL MODELO

De donde:

Fc: es la fuerza centrífuga,

Fr: la fuerza de rozamiento lateral

M.g: es el peso del vehículo,

N: la normal al plano inclinado,

R: es el radio de giro de la curva.

α : ángulo de inclinación del peralte.

El modelo considera según la Figura de arriba, en vehículo con masa concentrada en su centro, el cual recorre un tramo curvo con radio "R" constante y peralte.

La fuerza centrípeta generada en la curva tiende a "sacar" al vehículo de su trayectoria curva.

Siempre que la velocidad no supere el equilibrio estático se puede plantear las siguientes igualdades de fuerzas:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

Reemplazando tendremos en el eje de las abscisas y ordenadas:

$$Fr + M \cdot g_x - Fc_x = 0 \quad \text{Ec 2.68}$$

$$N - m \cdot g_y - Fc_y = 0 \quad \text{Ec 2.69}$$

Las componentes del peso del vehículo $M \cdot g$, y fuerza centrífuga Fc , expresamos ahora como una función trigonométrica del ángulo del peralte:

$$Fc_x = Fc \cdot \cos \alpha = M \cdot \frac{v^2}{r} \cdot \cos \alpha$$

$$Fc_y = Fc \cdot \sin \alpha = M \cdot \frac{v^2}{r} \cdot \sin \alpha$$

$$M \cdot g_x = M \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$M \cdot g_y = M \cdot g \cdot \cos \alpha$$

Reemplazando las últimas cuatro ecuaciones en las ecuaciones 2.68 y 2.69, tendremos:

$$Fc_x = Fr + M \cdot g_x$$

$$M \cdot \frac{v^2}{R} \cdot \cos \alpha = (Fc_y + M \cdot g_y) \cdot \mu + M \cdot g_x$$

$$M \cdot \frac{v^2}{R} \cdot \cos \alpha = \left(M \cdot \frac{v^2}{R} \cdot \sin \alpha + M \cdot g \cdot \cos \alpha \right) \cdot \mu + M \cdot g \cdot \sin \alpha \quad \text{Ec. 2.70}$$

Agrupando los términos, simplificando y despejando el valor de la velocidad, tendremos:

$$M \cdot \frac{v^2}{R} \cdot \cos \alpha = M \cdot \left(\frac{v^2}{R} \cdot \sin \alpha + g \cdot \cos \alpha \right) \cdot \mu + M \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$\frac{V^2}{R} \cdot \cos\alpha = \frac{V^2}{R} \cdot \operatorname{sen}\alpha \cdot \mu + g \cdot \cos\alpha \cdot \mu + g \cdot \operatorname{sen}\alpha$$

Agrupando los términos que contienen a la variable velocidad, tendremos:

$$\frac{V^2}{R} \cdot (\cos\alpha - \operatorname{sen}\alpha \cdot \mu) = g \cdot (\cos\alpha \cdot \mu + \operatorname{sen}\alpha)$$

Despejando el valor de la velocidad:

$$V = \sqrt{\frac{R \cdot g \cdot (\cos\alpha \cdot \mu + \operatorname{sen}\alpha)}{(\cos\alpha - \operatorname{sen}\alpha \cdot \mu)}} \quad \text{Ec. 2.71}$$

Resulta ahora necesario buscar una expresión más cómoda de la ecuación 1.71 en función de la pendiente del peralte. Para ello utilizaremos algunos conceptos de identidades trigonométricas.

Búsqueda de una expresión en función de "e" pendiente del camino.

$$e = \tan(\alpha)$$

Por identidad trigonométrica:

$$\sin^2(\alpha) + \cos^2(\alpha) = 1$$

$$\frac{\sin^2(\alpha)}{\cos^2(\alpha)} + \frac{\cos^2(\alpha)}{\cos^2(\alpha)} = \frac{1}{\cos^2(\alpha)}$$

$$\tan^2(\alpha) + 1 = \frac{1}{\cos^2(\alpha)}$$

$$\cos^2(\alpha) = \frac{1}{\tan^2(\alpha) + 1}$$

$$\cos(\alpha) = \sqrt{\frac{1}{\tan^2(\alpha) + 1}}$$

$$\cos(\alpha) = \frac{1}{\sqrt{\tan^2(\alpha) + 1}}$$

$$\cos(\alpha) = \frac{1}{\sqrt{e^2 + 1}} \quad \text{Ec. 2.72}$$

Resolviendo ahora para la función seno, tendremos:

$$\frac{\sin^2(\alpha)}{\sin^2(\alpha)} + \frac{\cos^2(\alpha)}{\sin^2(\alpha)} = \frac{1}{\sin^2(\alpha)}$$

$$1 + \frac{\cos^2(\alpha)}{\sin^2(\alpha)} = \frac{1}{\sin^2(\alpha)}$$

$$1 + \frac{1}{\tan^2(\alpha)} = \frac{1}{\sin^2(\alpha)}$$

$$\frac{\tan^2(\alpha) + 1}{\tan^2(\alpha)} = \frac{1}{\sin^2(\alpha)}$$

$$\sin^2(\alpha) = \frac{\tan^2(\alpha)}{\tan^2(\alpha) + 1}$$

$$\sin(\alpha) = \sqrt{\frac{\tan^2(\alpha)}{\tan^2(\alpha) + 1}}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{\tan^2(\alpha) + 1}}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{e}{\sqrt{e^2 + 1}} \quad \text{Ec. 2.73}$$

Reemplazando las ecuaciones 2.72 y 2.73 en la 2.71, y operando tendremos:

$$V = \sqrt{\frac{R \cdot g \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{e^2 + 1}} \cdot \mu + \frac{e}{\sqrt{e^2 + 1}} \right)}{\frac{1}{\sqrt{e^2 + 1}} - \frac{e \cdot \mu}{\sqrt{e^2 + 1}}}}$$

$$V = \sqrt{\frac{R \cdot g \cdot \left(\frac{\mu + e}{\sqrt{e^2 + 1}} \right)}{\frac{1 - e \cdot \mu}{\sqrt{e^2 + 1}}}}$$

Agrupando los términos y simplificando, finalmente tendremos:

$$V = \sqrt{\frac{R \cdot g \cdot (\mu + e)}{1 - e \cdot \mu}} \quad \text{Ec 2.74}$$

CONSIDERACIONES DEL MODELO:

- 1) El modelo desarrollado solo debe ser aplicado para el cálculo de radios de curvas con trazado constante y peralte uniforme.
- 2) No aplicar a curvas variadas.
- 3) Se trata de un modelo estático de equilibrio donde no se considera la influencia del sistema de suspensión, ni la influencia de la elasticidad de los neumáticos.
- 4) Se considera la acción de las fuerzas concentrada en el centro de masa del vehículo.
- 5) La velocidad calculada en la ecuación 2.74 corresponde a la velocidad límite o velocidad crítica de la curva (velocidad de diseño), con peralte.

Nota: bajo la consideración de que la salida o despiste del vehículo en el transcurso de la curva se deba a un exceso de velocidad, y que el procedimiento de medida para establecer el radio de la curva fuera correcto; entonces es posible considerar que la unidad estaba circulando a una velocidad superior a la velocidad estimada en la ecuación 2.74 (velocidad de diseño de la curva con peralte).