



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTORES: CÁRDENAS YÁNEZ RODRIGO ANDRÉS  
CHAMBA MONAR EDWIN ALFONSO**

**TEMA: DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE DEL SISTEMA DE  
TRANSMISIÓN Y TREN DE RODAJE DE UN VEHÍCULO BLINDADO 4X4**

**DIRECTOR: ING. MENA, EURO  
CODIRECTOR: ING. IZA, HENRY**

**LATACUNGA, JULIO 2014**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO  
DE CIENCIAS DE LA  
ENERGÍA Y MECÁNICA

## INTRODUCCIÓN



Vehículo blindado 4X4  
**Fuente:** Los Autores



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO  
DE CIENCIAS DE LA  
ENERGÍA Y MECÁNICA

## IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD



Vehículo blindado 4X4

**Fuente:** Los Autores



## OBJETIVO GENERAL

Diseñar, seleccionar y ensamblar el sistema de tren de potencia de un vehículo blindado 4x4 maniobrable en terrenos poco accesibles para usarse en el ámbito militar, seguridad o de rescate.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar, seleccionar y ensamblar el sistema de tren de potencia para un vehículo blindado 4x4.
- Realizar el estudio y selección de los materiales para el blindaje de los neumáticos del vehículo 4x4.
- Utilizar el software de ingeniería asistida por computador para simular y diseñar la construcción del sistema de blindaje en neumáticos.



## PARÁMETROS DE DISEÑO Y SELECCIÓN

### Cálculo de la potencia requerida del motor

#### Valores para el coeficiente de rodadura

Tipo de suelo	Coeficiente de rodadura (Kg/t) (f)
Asfalto	12-17
Hormigón	15
Adoquinado	55
Tierra compacta	50
Tierra suelta	100

**Fuente:** Ingeniería de vehículos de Manuel Cascajosa.



Se calculará de acuerdo al motor que se ha de instalar en un vehículo 4x4, con un peso de 1,885 toneladas.

**Prestaciones del vehículo en su recorrido normal fuera de carretera.  
Con una distancia de 2200 mm entre ejes.**

Tipo de terreno	Velocidad
En terreno arenoso	40 km/h
En asfalto	40 km/h
Pendiente máxima superable a 40 km/h en terreno arenoso	15 %

**Fuente:** Ingeniería de vehículos de Manuel Cascajosa

### **Recorrer por carretera arenosa a 40 km/h:**

- Resistencia por rodadura,  $R_r$
- Resistencia al aire,  $R_a$
- Resistencia por pendiente,  $R_p$
- Potencia por rodadura,  $W_r$
- Potencia por aire,  $W_a$



### 1. Resistencia por rodadura, $R_r$

$$R_r = f * P$$

$$R_r = 92,75 \text{ Kg}$$

### 3. Resistencia al aire, $R_a$

$$R_a = K \cdot S \cdot V^2$$

$$K = \gamma \frac{C}{2g}$$

C se sitúa entre 0,25 y 0,7

$$K = 1.24 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * \frac{0.70}{2 (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}$$

$$K = 0.044 \frac{\text{Kg} * \text{s}^2}{\text{m}^4}$$

S, se obtiene de la Ecuación

$$S = 0,8 * a * h (m^2)$$

### 2. Potencia por rodadura, $W_r$

$$W_r = \frac{R_r * V}{75 * 3.6}$$

$$W_r = 13,74 \text{ Cv } \text{ ó } 13,55 \text{ Hp}$$

$$a = 1,395 \text{ m}$$

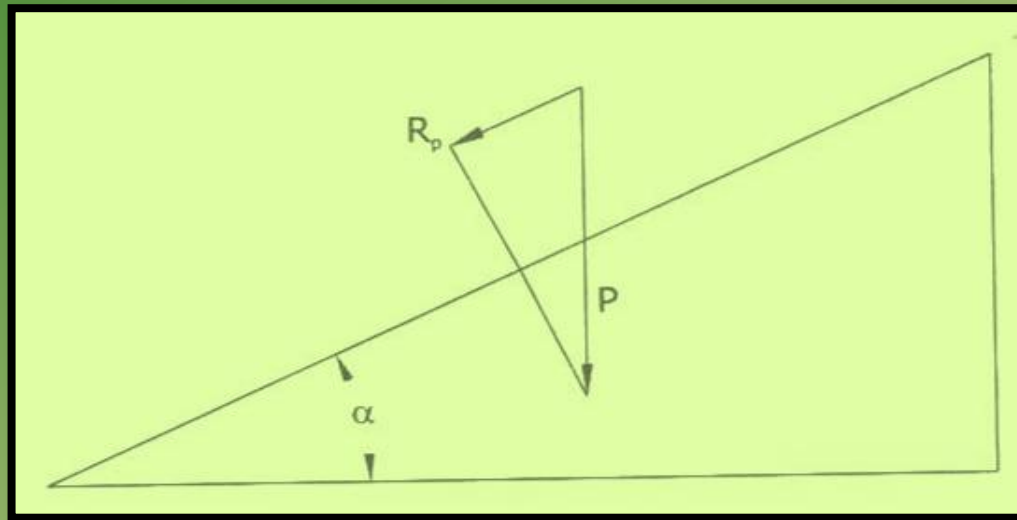
$$h = 1,660 \text{ m}$$

$$S = 1,85256 \text{ m}^2$$

Tomando en cuenta la velocidad de 40 km/h (11 m/s) en la Ecuación

$$R_a = 0,044 \frac{\text{Kg} * \text{s}^2}{\text{m}^4} * 1,85256 \text{ m}^2 * (11,11 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2$$
$$R_a = 10,06 \text{ Kg}$$

## 4. Resistencia por pendiente, $R_p$



Resistencia por pendiente.

**Fuente:** Ingeniería de vehículos de Manuel Cascajosa

$$R_p = P * \frac{x}{100}$$

$$R_p = 1,855t * \frac{15}{100} * \frac{1000Kg}{1t}$$

$$R_p = 278,25 Kg$$





## POTENCIA MÍNIMA QUE SE NECESITARÁ PARA RECORRER CARRETERA ARENOSA A 40 km/h

$$W_m = (R_r + R_a) * V$$
$$W_m = 1142,22 \text{ Kg} \frac{m}{s} ; 15,03 \text{ HP}$$

Potencia por pendiente,  $W_t$  cuando supera el 15% a 40 km/h en terreno arenoso

$$W_t = \frac{(R_r + R_p) * V}{3,6}$$
$$W_t = 4122,22 \frac{\text{Kgm}}{s} \text{ ó } 54,24 \text{ HP}$$

La potencia máxima a desarrollarse en línea recta será:

$$W_{m\acute{a}x} = W_m$$
$$W_{m\acute{a}x} = 15,03 \text{ HP}$$
$$W_{m\acute{a}x} = 15,03 \text{ HP al } 85\% \quad W_{max} (\text{p\acute{e}rdidas en transmisi\acute{o}n } 15\%)$$
$$W_{max} = 17,68 \text{ HP al } 100\%$$

La potencia máxima a desarrollarse en pendiente será:

$$W_{m\acute{a}x} = W_a + W_t$$
$$W_{m\acute{a}x} = 55,71 \text{ HP al } 85\% \quad W_{max} (\text{p\acute{e}rdidas en transmisi\acute{o}n } 15\%)$$
$$W_{max} = 65,54 \text{ HP al } 100\%$$



## RECORRER POR CARRETERA ASFALTADA A 40 km/h

- Resistencia por rodadura,  $R_r$   
 $R_r = 31,535 \text{ Kg}$
- Resistencia al aire,  $R_a$   
 $R_a = 10,06 \text{ Kg}$
- Potencia por rodadura,  $W_r$   
 $W_r = 4,671 \text{ Cv ó } 4,606 \text{ Hp}$

## POTENCIA MÍNIMA QUE SE NECESITARÁ PARA RECORRER CARRETERA ASFALTADA A 40 km/h

$$W_m = 462,12045 \text{ Kg } \frac{m}{s} ; 6,080 \text{ HP}$$

Potencia por pendiente,  $W_t$  cuando supera el 15% a 40 km/h en carretera asfaltada

$$R_p = 278,25 \text{ Kg}$$
$$W_t = \frac{(R_r + R_p) * V}{3,6}$$
$$W_t = 3442,05 \frac{\text{Kgm}}{s} \text{ ó } 45,29 \text{ HP}$$



**La potencia máxima en línea recta será:**

$$W_{m\acute{a}x} = W_m$$

$$W_{m\acute{a}x} = 6,080 \text{ HP}$$

$$W_{m\acute{a}x} = 6,080 \text{ HP al } 85\% \quad W_{max} (\text{p\acute{e}rdidas en transmisi\acute{o}n } 15\%)$$

$$W_{max} = 7,152 \text{ HP al } 100\%$$

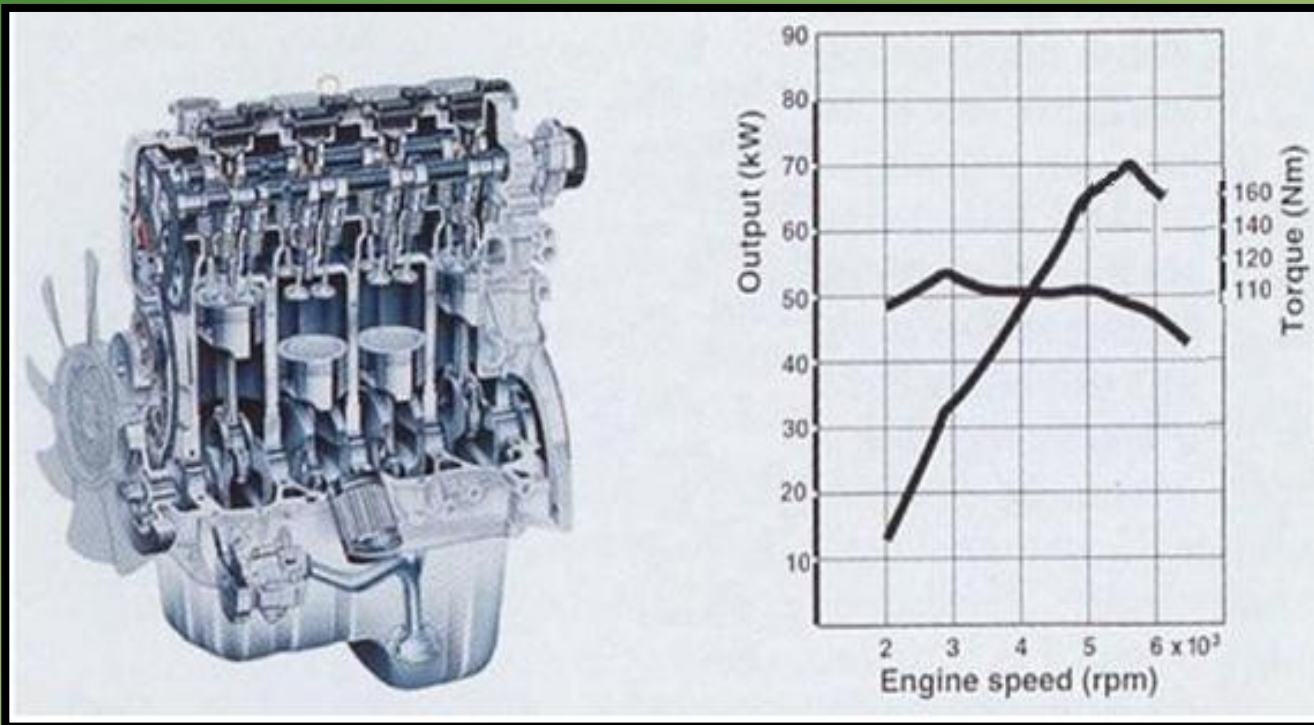
**Para calcular la potencia máxima en pendiente**

$$W_{m\acute{a}x} = W_a + W_t$$

$$W_{m\acute{a}x} = 46,76 \text{ HP al } 85\% \quad W_{max} (\text{p\acute{e}rdidas en transmisi\acute{o}n } 15\%)$$

$$W_{max} = 55,011 \text{ HP al } 100\%$$

## CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA SELECCIÓN DEL TREN DE POTENCIA



1KW = 1,34HP

1kgm = 9,80Nm

Curvas características de potencia y par de torque.  
**Fuente:** Manual técnico del fabricante Suzuki.



## CÁLCULO DE LA RELACIÓN DEL GRUPO Y PAR TRANSMITIDO

$$(Q = 160 \text{ km / h}) \quad V = 160 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 44,44 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Radio bajo carga del neumático (R) y este valor es 344,25 mm ó 0,34425 m.

$$P = 2\pi R$$

$$P = 2\pi(0.34425\text{m}) = 2.163 \text{ m.}$$

Número máximo de vueltas de árbol de transmisión:

$$n_1 = 5500 \text{ rpm} = 91.67 \text{ rps}$$

Para conocer el número de vueltas del neumático.

$$n_2 = \frac{V}{P}$$

$$n_2 = \frac{44,44 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2,163 \text{ m}} = 20,54 \text{ rps}$$

La relación del grupo viene definida por:  $\frac{n_2}{n_1} = \frac{20,54}{91,67} = 0,22$

Relación es 9 dientes en piñón y 41 en corona; es decir  $\frac{9}{41}$ .



## DEFINICIÓN DE LAS RELACIONES DE LA CAJA DE CAMBIOS Y DIAGRAMA DE VELOCIDADES

### Determinación de la caja de cambios

Se tomará en cuenta los siguientes parámetros:

$D$  = Diámetro de rueda en m.

$n_m$  = Máximas revoluciones.

$r_c$  = Relaciones de cada marcha.

$r_d$  = Reducción en el diferencial.

$R_r$  = Resistencia a la rodadura.

$R_a$  = Resistencia al aire.

$\mu_r$  = Coeficiente de rodadura.

### Características del vehículo Vitara básico

Potencia máxima, (N) = 96,052 CV @  
( $n_m = 5500$ rpm)

Par máximo = 13,5 Kg.m @3600 rpm

Peso = 1450 Kg

Peso con carga (Q) = (405 +  
1450) = 1855 Kg

Diámetro de rueda = 0,66 m

Reducción del diferencial. 1:4,55.

Coeficiente de rodadura ( $\mu_r$ ): 0,02

Coeficiente de resistencia de aire:  
0,015

Vía anterior: 1,44m.

Altura total. 1,60m

Rendimiento de la transmisión.  $\rho = 0,85$

Relaciones de transmisión caja de  
cambios:

Primera: 3,652

Segunda: 1,947

Tercera: 1,379

Cuarta: 1,000

Quinta: 0,864

Reversa: 3,670



## CÁLCULO DE LA VELOCIDAD MÁXIMA DEL VEHÍCULO EN TODAS SUS REDUCCIONES

De acuerdo a estudios de la transmisión de un vehículo, según María Dolores Villena Roblizo y César Sánchez Serna se puede determinar las velocidades máximas en cada Ecuación , teniendo en cuenta que (0.1885) es una constante, (D) es el diámetro de la rueda en metros, ( $n_m$ ) r.p.m. del motor ( $r_{cmin}$ ) reducción en la caja de cambios y ( $r_d$ ) reducción del diferencial.

$$V = 0,1885 * D * n_m * r_{cmin} * r_d$$

$$V_1 = 40,52 \frac{Km}{h}$$

$$V_2 = 77,23 \frac{Km}{h}$$

$$V_3 = 109,054 \frac{Km}{h}$$

$$V_4 = 150,38 \frac{Km}{h}$$

$$V_5 = 174,05 \frac{Km}{h}$$

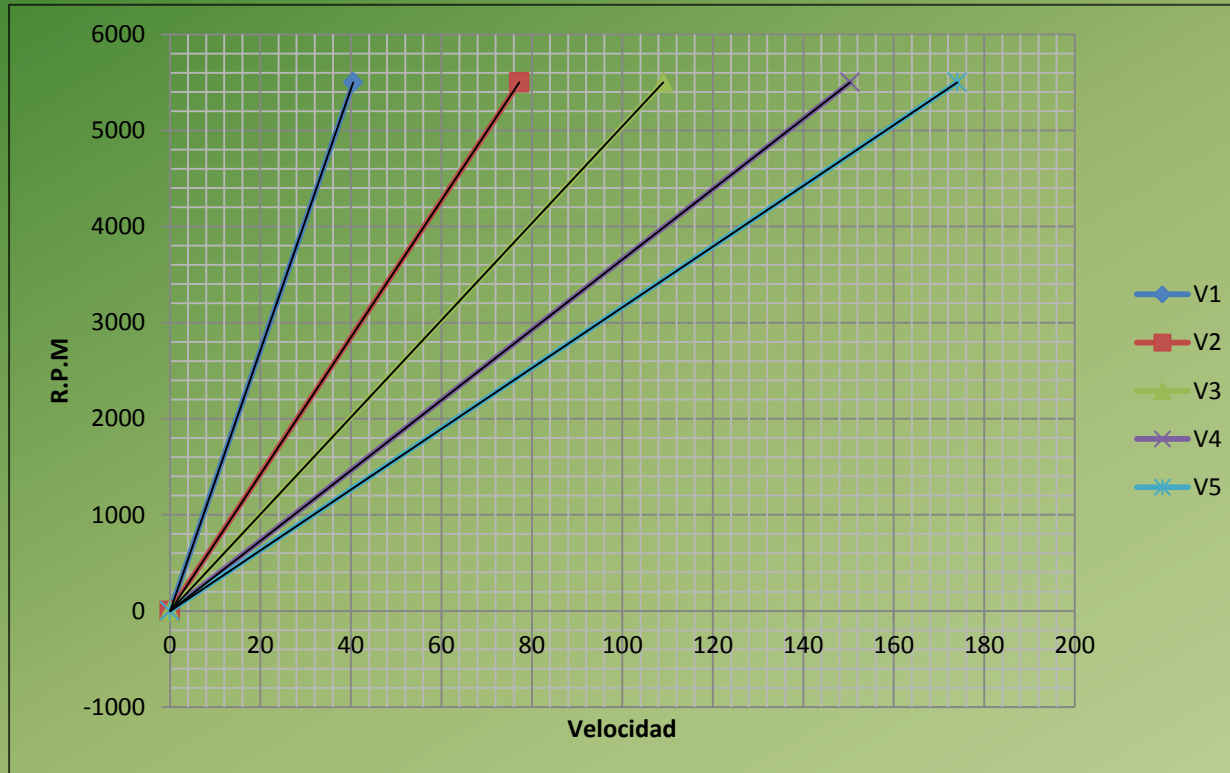


Diagrama de velocidades con características técnicas del vehículo Vitara  
**Fuente:** Los Autores





## CÁLCULO DE LA VELOCIDAD EN TODAS SUS REDUCCIONES, CUANDO EL MOTOR FUNCIONA CON SU PAR MÁXIMO

$$V'_n = V_n * \frac{\text{Par máx}}{\text{Potencia Máx}}$$

$$V'_1 = 26,52 \frac{\text{Km}}{\text{h}}$$

$$V'_2 = 50,55 \frac{\text{Km}}{\text{h}}$$

$$V'_3 = 71,3808 \frac{\text{Km}}{\text{h}}$$

$$V'_4 = 98,4305 \frac{\text{Km}}{\text{h}}$$

$$V'_5 = 113,923 \frac{\text{Km}}{\text{h}}$$



Diagrama de velocidades considerando el par máximo, características técnicas del vehículo Vitara

**Fuente:** Los Autores



## Cálculo de la pendiente superable con cada velocidad máxima del vehículo

Donde (i) representa la pendiente máxima de acuerdo a la velocidad máxima, (270) constante, ( $\rho$ ) rendimiento de la transmisión, (N) potencia del motor en C.V., (Q) peso total del vehículo en Kg, (V) velocidad del vehículo en Km/h y ( $\mu_r$ ) coeficiente de rodadura según Villena y Sánchez.

$$i = \frac{270 * \rho * N}{Q * V} - \mu_r$$

$$i_1 = 0,2732 = 27,32\% = 15,28^\circ$$

$$i_2 = 0,1338 = 13,38\% = 7,62^\circ$$

$$i_3 = 0,0889 = 8,89\% = 5,08^\circ$$

$$i_4 = 0,05902 = 5,902\% = 3,37^\circ$$

$$i_5 = 0,04827 = 4,827\% = 2,76^\circ$$



## CÁLCULO DE LA PENDIENTE CUANDO EL MOTOR FUNCIONA CON SU PAR MÁXIMO

Al considerar los siguiente parámetros ( $i'$ ) representa la pendiente máxima de acuerdo al par máximo, (0.377) constante, ( $\rho$ ) rendimiento de la transmisión, ( $n$ ) r.p.m. al par máximo, ( $M_n$ ) par máximo del motor, ( $Q$ ) peso total del vehículo en Kg, ( $V$ ) velocidad del vehículo en Km/h y ( $\mu_r$ ) coeficiente de rodadura, según Villena y Sánchez.

$$i' = \frac{0,377 * (\rho * n * M_n)}{Q * V} - \mu_r$$

$$i_1' = 0,2965 = 29,65\% = 16,51^\circ$$

$$i_2' = 0,1460 = 14,6\% = 8,30^\circ$$

$$i_3' = 0,1176 = 11,76\% = 6,70^\circ$$

$$i_4' = 0,0652 = 6,52\% = 3,73^\circ$$

$$i_5' = 0,05369 = 5,369\% = 3,07^\circ$$



# CÁLCULO DE VELOCIDADES MÁXIMAS DEL VEHÍCULO EN CONDICIONES EXTREMAS

## VELOCIDAD MÁXIMA PARA RECORRER POR CARRETERA ARENOSA

Potencia máxima = 96,052 CV ó 94,7 HP @ 5500rpm.

Resistencia por rodadura,  $R_r$       $R_r = 92,75 \text{ Kg}$

Potencia por rodadura,  $W_r$

$$W_r = \frac{R_r * V}{75}; W_r = 1,24 V$$

Resistencia al aire,  $R_a$

$$R_a = 0,08151 V^2$$

Potencia por aire,  $W_a$

$$W_a = \frac{R_a * V}{75} \quad ; W_a = 0,0010868 V^3$$

Resistencia por pendiente,  $R_p$

$$R_p = 1,855t * \frac{15}{100} * \frac{1000\text{Kg}}{1t}$$
$$R_p = 278,25 \text{ Kg}$$



## POTENCIA MÍNIMA, $W_m$

Se reemplaza en la Ecuación

$$W_m = (R_r + R_a) * V$$

$$W_m = 1.2203 V + 0.0010725 V^3 \text{ (HP)}$$

$$W_m = 1.2377 V + 0.00108781 V^3 \text{ (CV)}$$

## POTENCIA POR PENDIENTE, $W_t$

Se reemplaza en la Ecuación

$$W_t = \frac{(R_r + R_p) * V}{76}$$

$$W_t = 4.881578947 V \text{ (HP)}$$

$$W_t = 4.951276794 V \text{ (CV)}$$



## VELOCIDAD MÁXIMA, $V_{max}$

La velocidad máxima en línea recta sin pérdidas mecánicas.

$$W_{m\acute{a}x} = W_m$$

$$96,052 CV = (1,2377 V + 0,00108781V^3)$$

$$V_{max} = 36,144 \frac{m}{s} ; 130,118 \frac{Km}{h}$$

La velocidad máxima en línea recta, asumiendo pérdidas de transmisión del 15% será:

Como dato se tomará la potencia máxima: 81,6442 CV

$$81,6442 CV = (1,2377 V + 0,00108781V^3)$$

$$V_{max} = 33,345 \frac{m}{s} ; 120,042 \frac{Km}{h}$$



## LA VELOCIDAD MÁXIMA EN PENDIENTE, sin pérdidas mecánicas

$$W_{m\acute{a}x} = W_a + W_t$$

$$96,052 \text{ CV} = (0,0010868 V^3 + 4,951276794 V)$$

$$V_{max} = 18,098 \frac{m}{s} ; 65,1528 \frac{Km}{h}$$

La velocidad máxima en pendiente, asumiendo pérdidas de transmisión del 15% será:

La potencia máxima será: 81,6442 CV

$$81,6442 \text{ CV} = (4,951276794 V + 0,0010868 V^3)$$

$$V_{max} = 15,648 \frac{m}{s} ; 56,648 \frac{Km}{h}$$





## VELOCIDAD MÁXIMA PARA RECORRER POR CARRETERA ASFALTADA

Potencia máxima = 96,052 CV ó 94,7 HP @ 5500rpm

Resistencia por rodadura,  $R_r$

$$R_r = 31,535 \text{ Kg}$$

Potencia por rodadura,  $W_r$

$$W_r = 0,42047 \text{ V}$$

Resistencia al aire,  $R_a$

$$R_a = 0,081512 \text{ V}^2$$

Potencia por aire,  $W_a$

$$W_a = 0,0010868352 \text{ V}^3$$

Resistencia por pendiente,  $R_p$

$$R_p = 278,25 \text{ Kg}$$



### Potencia mínima, $W_m$

$$W_m = (31,535 + 0,081512 V^2) * V$$

$$W_m = (31,535 V + 0,081512 V^3)$$

$$W_m = 0,41493 V + 0,0010725 V^3 \text{ (HP)}$$

$$W_m = 0,420854 V + 0,0010878 V^3 \text{ (CV)}$$

### Potencia por pendiente, $W_t$

$$W_t = \frac{(R_r + R_p) * V}{76}$$

$$W_t = \frac{(31,535 + 278,25)Kg * V}{76}$$

$$W_t = 4,076118421 V \text{ (HP)}$$

$$W_t = 4,134316123 V \text{ (CV)}$$



## VELOCIDAD MÁXIMA, $V_{max}$

La velocidad máxima en línea recta sin pérdidas mecánicas será:

$$W_{m\acute{a}x} = W_m$$

$$96,052 CV = (0,420854 V + 0,0010878 V^3)$$

$$96,052 CV = (0,420854 V + 0,0010878 V^3)$$

$$V_{max} = 41,65 \frac{m}{s} ; 149,94 \frac{Km}{h}$$

La velocidad máxima en línea recta, asumiendo pérdidas de transmisión del 15% será:

Como dato se tomará la potencia máxima: 81,6442 CV

$$81,6442 CV = (0,420854 V + 0,0010878 V^3)$$

$$V_{max} = 39,14 \frac{m}{s} ; 140,90 \frac{Km}{h}$$



**LA VELOCIDAD MÁXIMA A DESARROLLARSE EN PENDIENTE**, sin pérdidas mecánicas

$$W_{m\acute{a}x} = W_a + W_t$$

$$96,052 \text{ CV} = ( 0,0010868352 V^3 + 4,134316123 V )$$

$$0,0010868352 V^3 + 4,134316123V - 96,052 = 0$$

$$V_{max} = 20,85 \frac{m}{s} ; 75,06 \frac{Km}{h}$$

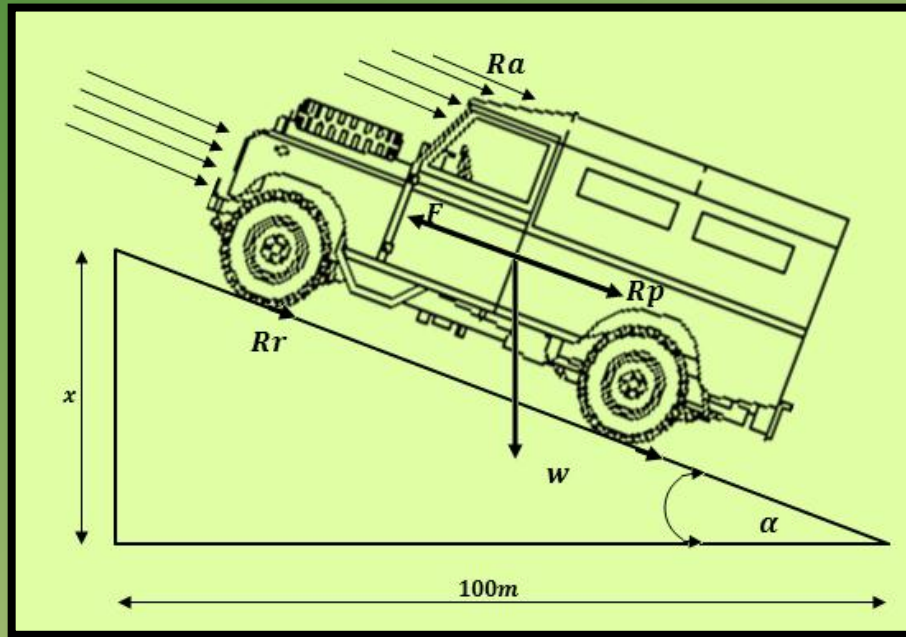
La velocidad máxima en pendiente, asumiendo pérdidas de transmisión del 15% será:

La potencia máxima será: 81,6442 CV

$$81,6442 \text{ CV} = ( 4,134316123 V + 0,0010868352 V^3 )$$

$$V_{max} = 18,17 \frac{m}{s} ; 65,412 \frac{Km}{h}$$

## ÁNGULO DE INCLINACIÓN MÁXIMO DESPUÉS DE UNA PARADA EN UNA PENDIENTE



Fuerzas de resistencia que se oponen al movimiento del vehículo

**Fuente:** Los Autores

Se conocerá cuál es el ángulo máximo de inclinación que el vehículo podrá superar después de una parada en una pendiente, para esto, se asumirá la velocidad que otorga primera marcha a 2500 rpm.



**Resistencia por rodadura,  $R_r$**

$$R_r = 31,535 [Kg] \text{ ó } 309,043 [N]$$

**Resistencia al aire,  $R_a$**

$$R_a = 0,9 [Kg] \text{ ó } 8,8259 [N]$$

**Resistencia a la pendiente,  $R_p$**

$$R_p = 181,79 * x [N]$$

**Valor de la fuerza aplicada por el vehículo**

$$\sum F_x = 0$$

$$F = R_r + R_a + R_p + R_i$$

Según Aparicio, Vera y Díaz de la teoría de los vehículos automóviles, para conocer esta fuerza tractora se partirá de la Ecuación

$$F_t = \frac{M_m * \epsilon_1 * \epsilon_{\text{diferencial}*n}}{\Gamma_{\text{cmin}}}$$



El par que otorga el vehículo a 12 km/h, con 2500 rpm se lo aproxima mediante la curva de par, para un vehículo Vitara, la cual es 11,5 Kg.m

Los siguientes datos se reemplazan en la Ecuación

$$F_t = \frac{11,5 \text{ Kg} * m * 3,652 * 4,55 * 0,85}{0,33m}$$
$$F_t = 492,20 \text{ Kg}; 4826,83 \text{ N}$$

Se reemplazan en la Ecuación

$$4826,83 \text{ N} = 309,043 + 8,8259 + 181,79 * x + 0$$
$$x = 24,803 \text{ m}$$

Al analizar la Figura anterior, se conocerá el valor de la vertical de la pendiente, por lo que se aplicará una función trigonométrica para hallar el ángulo de inclinación de la pendiente:

$$\tan(\alpha) = \frac{24,803}{100} = 0,24803$$

$$\therefore \alpha = 13,9^\circ$$

## DISEÑO DEL SISTEMA RUN FLAT

Para esto se tomará como guía el aro, es decir los parámetros principales que se detallará son: tipo y forma de aro, diámetro, perímetro.

### Tipo y forma de aro



Especificaciones del aro  
**Fuente:** Los Autores



Determinación de perfil del aro.

**Fuente:** Los Autores



Medición total del aro  
**Fuente:** Los Autores





## MONTAJE DEL SISTEMA RUN FLAT EN EL ARO



Instalación del sistema run flat

**Fuente:** Los Autores.

- Se desinfla el neumático



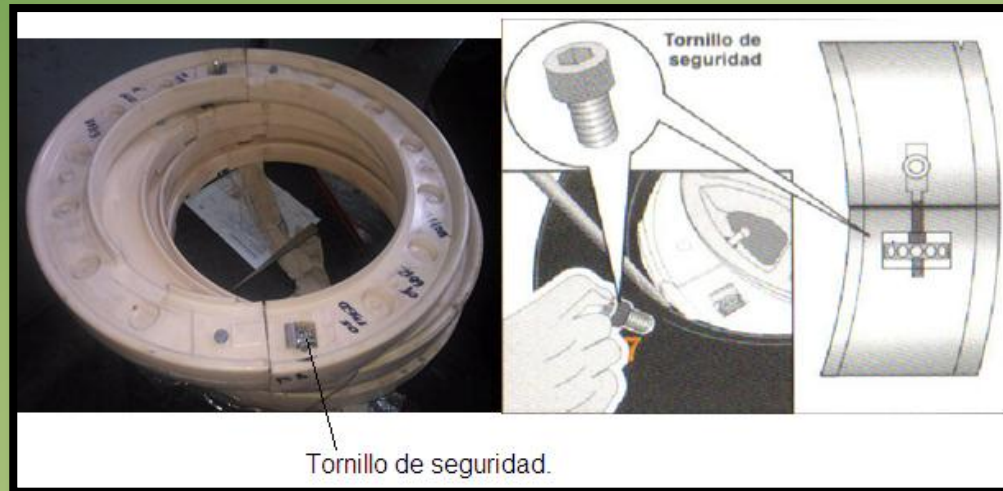
Neumático sin presión de aire

**Fuente:** Los Autores



Separación del aro con el neumático

**Fuente:** Los Autores



Tornillo de seguridad.

Tornillo de seguridad – sistema run flat

**Fuente:** Los Autores

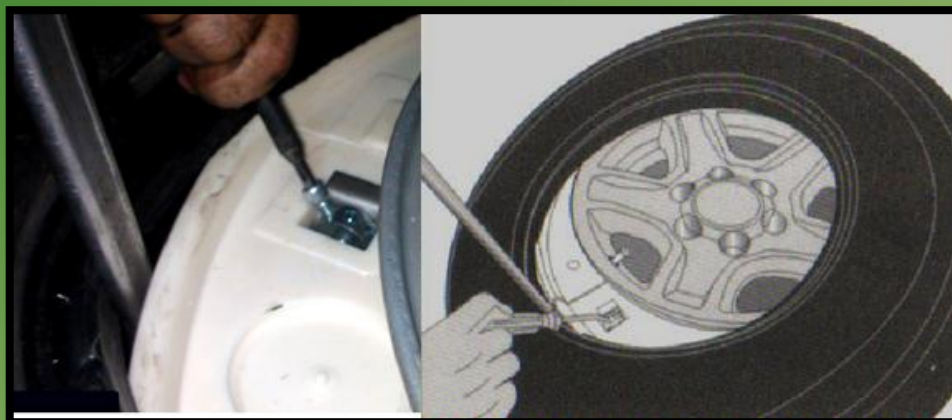


# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO  
DE CIENCIAS DE LA  
ENERGÍA Y MECÁNICA



Apriete del sistema run flat en el aro.

**Fuente:** Los Autores



Verificación superficie de contacto sistema run flat

**Fuente:** Los Autores



## PRUEBAS Y TABULACIÓN DE RESULTADOS

Se comparará los resultados teóricos con los prácticos.

Velocidades máximas otorgadas por la transmisión en línea recta



Velocidades máximas en la transmisión.

**Fuente:** Los Autores



## Comparación de velocidades en línea recta.

MARCHA	VELOCIDAD TEÓRICA	VELOCIDAD REAL
Primera	$V'_1 = 26,52 \frac{km}{h}$	$V'_1 = 22 \frac{km}{h}$
Segunda	$V'_2 = 50,55 \frac{km}{h}$	$V'_2 = 44 \frac{km}{h}$
Tercera	$V'_3 = 71,3808 \frac{km}{h}$	$V'_3 = 64 \frac{km}{h}$
Cuarta	$V'_4 = 98,4305 \frac{km}{h}$	$V'_4 = 90 \frac{km}{h}$
Quinta	$V'_5 = 113,923 \frac{km}{h}$	$V'_5 = 108 \frac{km}{h}$

**Fuente:** Los Autores



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## Velocidad máxima en línea recta del vehículo en terreno arenoso



Velocidad máxima en línea recta terreno arenoso

**Fuente:** Los Autores



## Velocidad máxima en pendiente (15%) del vehículo en terreno arenoso



Velocidad máxima en pendiente en terreno arenoso.  
**Fuente:** Los Autores





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## Velocidad máxima en línea recta del vehículo en terreno asfaltado



Velocidad máxima en línea recta en terreno asfaltado.  
**Fuente:** Los Autores



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## Velocidad máxima en pendiente (15%) del vehículo en terreno asfaltado



Velocidad en pendiente 15% en terreno asfaltado.  
**Fuente:** Los Autores



## Velocidad máxima del vehículo con una pendiente entre $12^\circ$ - $13.2^\circ$



Velocidad máxima en pendiente a 2500 r.p.m.

**Fuente:** Los Autores

Relacionando las velocidades teóricas – prácticas, se puede observar en el Cuadro que en éstas condiciones existe diferencia, pero no en exceso; por lo que se encuentra dentro de los parámetros el valor de velocidad obtenido en el vehículo.



## Análisis de resultados

Detalle	Posición	Velocidad Teórica (km/h)	Velocidad Real (km/h)	Observaciones
<b>Terreno Arenoso</b>	Línea Recta	120.042	109	Existe diferencia porque depende de la humedad de la arena
	Inclinación del 15%	56.648	49	Se aproxima a lo teórico, la diferencia es por pérdidas mecánicas



Terreno Asfaltado	Línea	140.9	122	Por motivos de que la velocidad máxima permitida en carretera es de 100 km/h no fue posible desarrollar al máximo el motor.
	Recta	0		
	Inclinación del 15%	75.06	74	La diferencia influye por pérdidas mecánicas y estado de la calzada

**Fuente:** Los Autores



## CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Según la matemática aplicada a la técnica del automóvil GTZ, se realizará el estudio por el siguiente método.

### Consumo de combustible en carretera

Es aquel que se determina, en un tramo largo de carretera con circulación normal. La Ecuación determina el cálculo correspondiente al mismo par distancias de 100 km.

$$\text{Consumo en carretera} = \frac{\text{Combustible consumido (L)} * 100}{\text{Trayecto de medición.}}$$

$$K_s = \frac{K * 100}{s} \left[ \frac{L}{100 \text{ km}} \right]$$



Dónde:

$K = \text{Consumo de Combustible} \left[ \frac{L}{100 \text{ km}} \right]$

$s = \text{Trayecto de medición} [Km]$

A continuación se analizará, con los siguientes datos, los cuales fueron obtenidos mediante prueba de ruta.

$K = 2 \text{ galones ó } 7.57 \text{ L.} \left[ \frac{L}{100 \text{ km}} \right]$

$s = 54 [km]$  . Distancia Latacunga – Machachi.

Reemplazando los datos en la Ecuación

$$K_s = \frac{7.57 \text{ L} * 100}{54 \text{ Km}} \left[ \frac{L}{100 \text{ Km}} \right]; K_s = 14.09 \left[ \frac{L}{100 \text{ Km}} \right]$$



## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES

- De acuerdo a las investigaciones pertinentes en la selección de los componentes mecánicos se optó por los que posee el Chevrolet Vitara básico por compatibilidad con respecto a la teoría, ensamble y por fácil adquisición de los mismos.
- Con respecto al análisis matemático para el cálculo de velocidades fue exitoso ya que existió similitud con lo obtenido en las pruebas de ruta en los diferentes tipos de terreno tanto en línea recta y calzadas con inclinación.
- El motor G16, posee fuerza y gran desempeño para cualquier tipo de terrenos, por la eficiencia al recorrer con un consumo mínimo de combustible.
- Al ejecutar el diseño del sistema run flat para neumáticos se puede apreciar que éste es único para los diferentes aros existentes en el mercado nacional.





## RECOMENDACIONES

- Es primordial al momento de realizar el diseño del tren de potencia del vehículo blindado conocer las prestaciones de los diferentes componentes, en especial la potencia, par-torque a sus máximas r.p.m. y lo fundamental la carga que soportará el vehículo
- Al ejecutar el montaje del tren de potencia se debe tomar mucho en cuenta precauciones de seguridad industrial, tanto en la posición simétrica de motor como la alineación del eje de transmisión con la caja de cambios y embrague.
- Al montar los semiejes rígidos tener en cuenta que exista alineación entre el delantero como el posterior.
- Para su respectivo mantenimiento preventivo y correctivo nos guiaremos básicamente con el manual del fabricante.



- Tomar en cuenta que el sistema run flat funcionará después de un atentado, es decir únicamente se reemplazará el neumático y los tornillos de sujeción del run flat.
- Se recomienda llevar en la caja de herramientas de auxilio mecánico la herramienta que permite ajustar o aflojar los tornillos que sujetan el run flat.
- La velocidad máxima que alcanza el tren de potencia supera lo establecido por la Agencia Nacional de Tránsito, por lo que no es recomendable a altas velocidades en el mismo.



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



# GRACIAS POR SU ATENCIÓN.

Siempre hay que tratar de ser el mejor ,  
pero nunca creerse el mejor.

(Juan Manuel Fangio)