



LABORATORIO DE TECNOLOGÍAS IV

3º ingeniería Técnica Industrial
Mecánica

PRESTACIONES EN VEHÍCULOS

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

LEGANÉS 04



1.- Introducción

2.-Resistencias al Movimiento

2.1.- Resistencia Aerodinámica

2.2.- Resistencia a la Rodadura

2.3.- Resistencia Gravitatoria

3.- Potencia Necesaria

4.- Ecuación del Movimiento Longitudinal

5.- Esfuerzo Tractor Máximo

5.1.- Limite por Adherencia

5.2.- Límite por Sistema Motriz

6.- Cálculo de las prestaciones

6.1.- Velocidad Máxima

6.2.- Aceleración

6.3.- Rampa Máxima



1.- INTRODUCCIÓN.

Se entiende por calculo de prestaciones de un vehículo la determinación de:

- **Aceleración máxima.**
(normalmente de 0 a 100 km/h)
- **Velocidad máxima en llano.**
(normalmente en km/h)
- **Máxima pendiente superable.**
(normalmente en %)



1.- INTRODUCCIÓN.

- Para poder determinar estos parámetros, es necesario conocer las fuerzas que actúan en el vehículo en dirección **longitudinal**.

No se consideran:

- **Aceleraciones Laterales**
- **Aceleraciones Verticales**



1.- INTRODUCCIÓN.

Para el cálculo se aplica la segunda ley de Newton en dirección Longitudinal:

$$\sum F_X = m \cdot a_x$$

Donde:

$\Sigma F =$ Fuerza Tractora – Fuerzas Resistentes



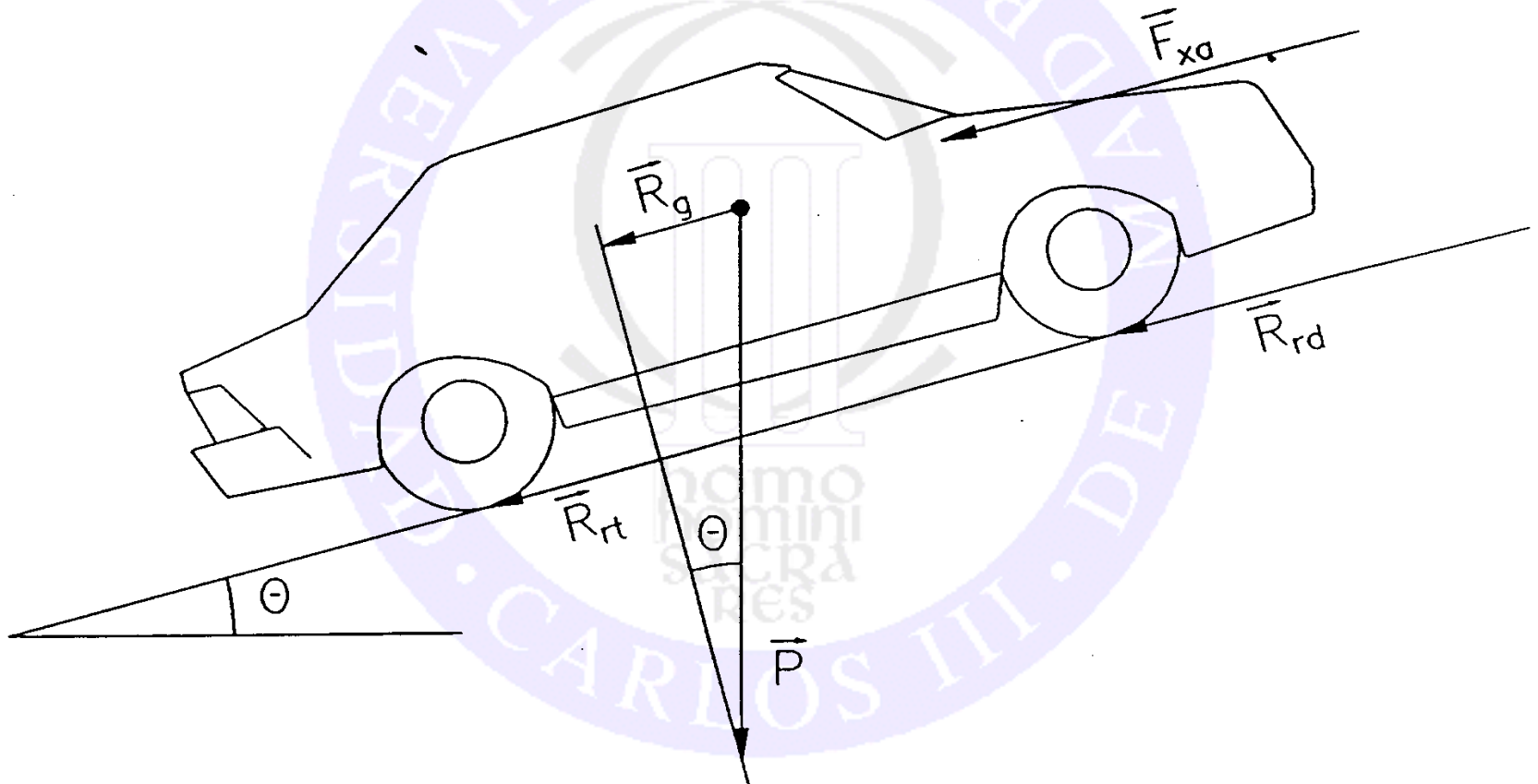
2.- Resistencias al Movimiento.

Existen tres tipos de resistencia al avance del vehículo:

- Resistencia aerodinámica (R_a)
- Resistencia a la Rodadura (R_R)
- Resistencia Gravitatoria (R_g)

$$R_T = R_a + R_R + R_g$$

2.- Resistencias al Movimiento.





2.1.- Resistencia Aerodinámica.

- **Debida al desplazamiento por un medio fluido.**
- **La resistencia aerodinámica depende del flujo exterior del vehículo y de la circulación del aire por el interior.**
- **La resistencia es debida al rozamiento y la resistencia de presión**



2.1.- Resistencia Aerodinámica.

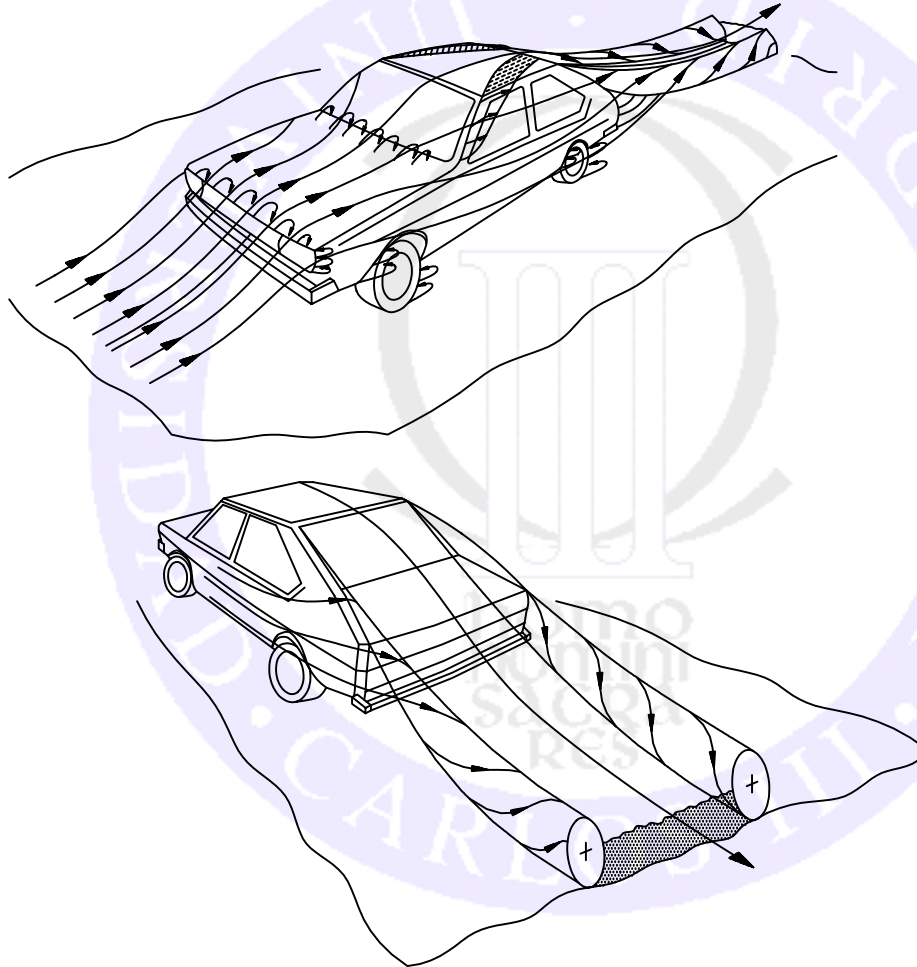
$$R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_x \cdot A_f \cdot V^2$$

➤ **Donde:**

- ρ = **Densidad el Aire**
- C_x = **Coeficiente aerodinámico**
- A_f = **Área Frontal del Vehículo**
- V = **Velocidad de avance del vehículo**



2.1.- Resistencia Aerodinámica.





2.1.- Resistencia Aerodinámica.

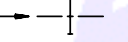

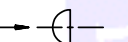

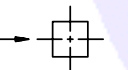
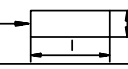
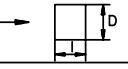
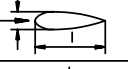
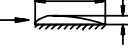
- Densidad del aire en condiciones normales de Presión y temperatura (25 °C y 1.074 Pa)

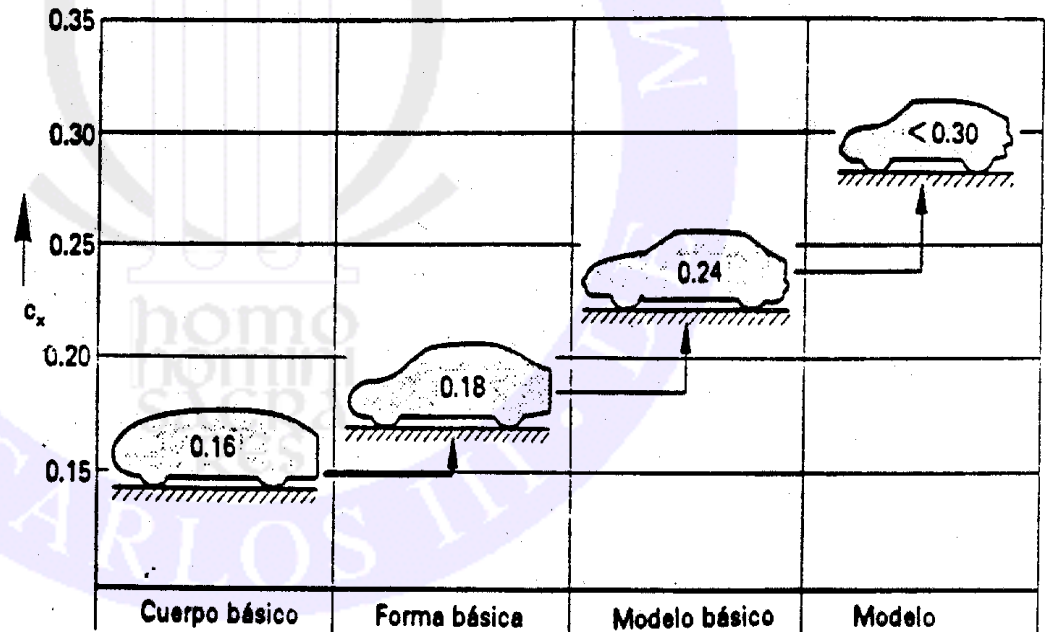
- $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$

<i>Z (m)</i>	<i>$\rho(\text{Kg/m}^3)$</i>	<i>$v(\text{m}^2/\text{s})$</i>
0	1.225	1.453×10^{-5}
500	1.168	1.510×10^{-5}
1000	1.112	1.571×10^{-5}
1.500	1.059	1.636×10^{-5}
2.000	1.007	1.705×10^{-5}
2.500	0.957	1.777×10^{-6}
3.000	0.909	1.853×10^{-6}

2.1.- Resistencia Aerodinámica.

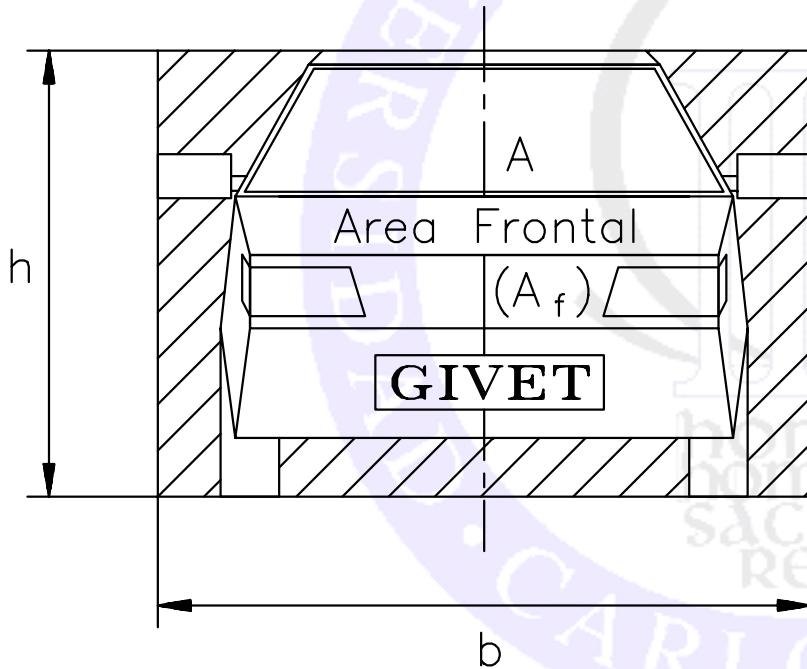
- El coeficiente aerodinámico C_x depende de la forma del vehículo

Cuerpo	Orientación del flujo	C_x
Placa circular		1.17
Esfera		0.47 *
Semiesfera		0.42 *
Cono (60°)		0.5
Cubo		1.05 *
Cilindro ($l/D > 2$)		0.82
Cilindro ($l/D < 1$)		1.15
Cuerpo currentilíneo $l/D = 2.5$		0.04
Medio cuerpo currentilíneo sobre el suelo		0.09



2.1.- Resistencia Aerodinámica.

- El área frontal se calcula en función de las dimensiones del vehículo



Tipo de coche	Area frontal m ²	
Mini	~	1.8
Medio	~	1.9
Medio Superior	~	2.0
Grande	~	2.1

$$A_f = f \cdot b \cdot h$$

$$f = 0.8 \text{ a } 0.85$$



2.2.- Resistencia a la Rodadura.

- La resistencia a la rodadura es debido a la deformación del neumático cuando rueda sobre una superficie dura debido a la carga vertical que actúa sobre este
- Depende de unos coeficientes empíricos que son función del tipo de neumático y la calzada y del peso del vehículo.

$$R_R = \left(f_o + f_v \cdot V^n \right) \cdot P = f_r \cdot P$$



2.2.- Resistencia a la Rodadura.

- Donde:
 - f_o y f_v = Son parámetros que dependen fundamentalmente de la presión de inflado.
 - n = es un valor empírico que varía entre 2 y 2.5
 - P = es el peso del vehículo



2.2.- Resistencia a la Rodadura.

- Se suele utilizar como R_R el producto del Peso del vehículo multiplicado por el parámetro f_r que engloba los otros dos.

$$R_R = f_r \cdot P$$

Tipo de Vehículo	Superficie		
	Asfalto	Dureza media	Arena
Turismos	0.015	0.08	0.3
Camiones	0.012	0.06	0.25
Tractores	0.02	0.04	0.2



2.3.- Resistencia Gravitatoria.

- Debida a la componente del peso que se opone al movimiento cuando se circula por una superficie con cierta pendiente.

$$R_g = P \cdot \text{sen } \theta$$

- Donde:
 - P = Peso del Vehículo.
 - θ = ángulo de la superficie respecto de la horizontal. Si θ es positivo se opone al movimiento, si es negativo es propulsora



2.3.- Resistencia Gravitatoria.

- Normalmente θ tiene valores menores de 10° en carreteras normales (equivale a pendientes menores del 17 %) en puertos de montaña podemos movernos entre valores de 10 a 25 %

$$\text{para } \theta \leq 10^\circ \Rightarrow \text{Sen } \theta \approx \text{Tan } \theta \approx j$$
$$\text{Cos } \theta \approx 1$$

- Siendo "j" la pendiente expresada en tanto por uno



2.3.- Resistencia Gravitatoria.

➤ Para $\theta = 1^\circ \rightarrow \text{Sen } \theta = 0.01745$

$$\text{Tan } \theta = 0.01745$$

$$j = 1.7 \%$$

➤ Para $\theta = 10^\circ \rightarrow \text{Sen } \theta = 0.174$

$$\text{Tan } \theta = 0.176$$

$$j = 17 \%$$



3.- Potencia necesaria.

- La potencia necesaria para vencer todas estas resistencias será:

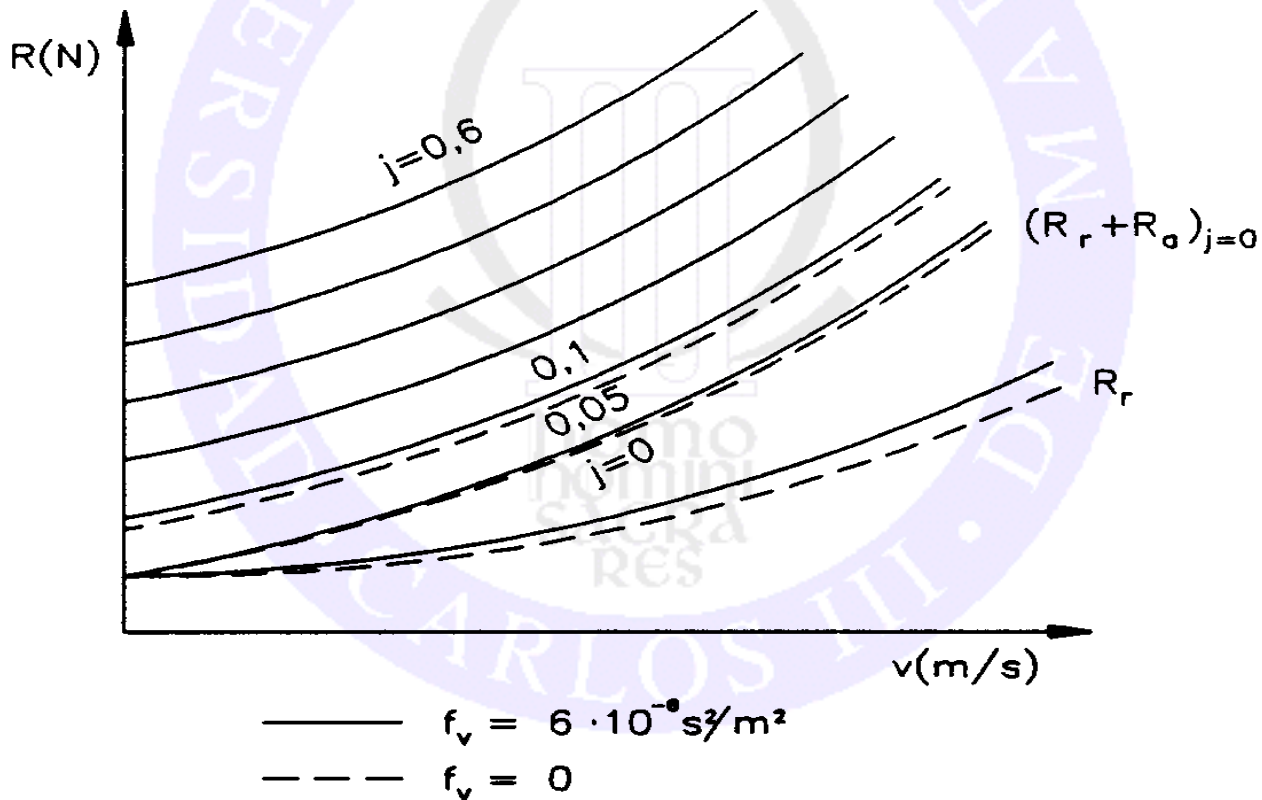
$$Pot = R_T \cdot V$$

$$Pot = V \cdot \left(P \cdot \sin \theta + f_r \cdot P \cdot \cos \theta + \frac{1}{2} \rho \cdot C_x \cdot A_f \cdot V^2 \right)$$

- Esto permite circular a una velocidad constante.
- Si la potencia es la máxima del motor la velocidad será también la máxima que se puede alcanzar.

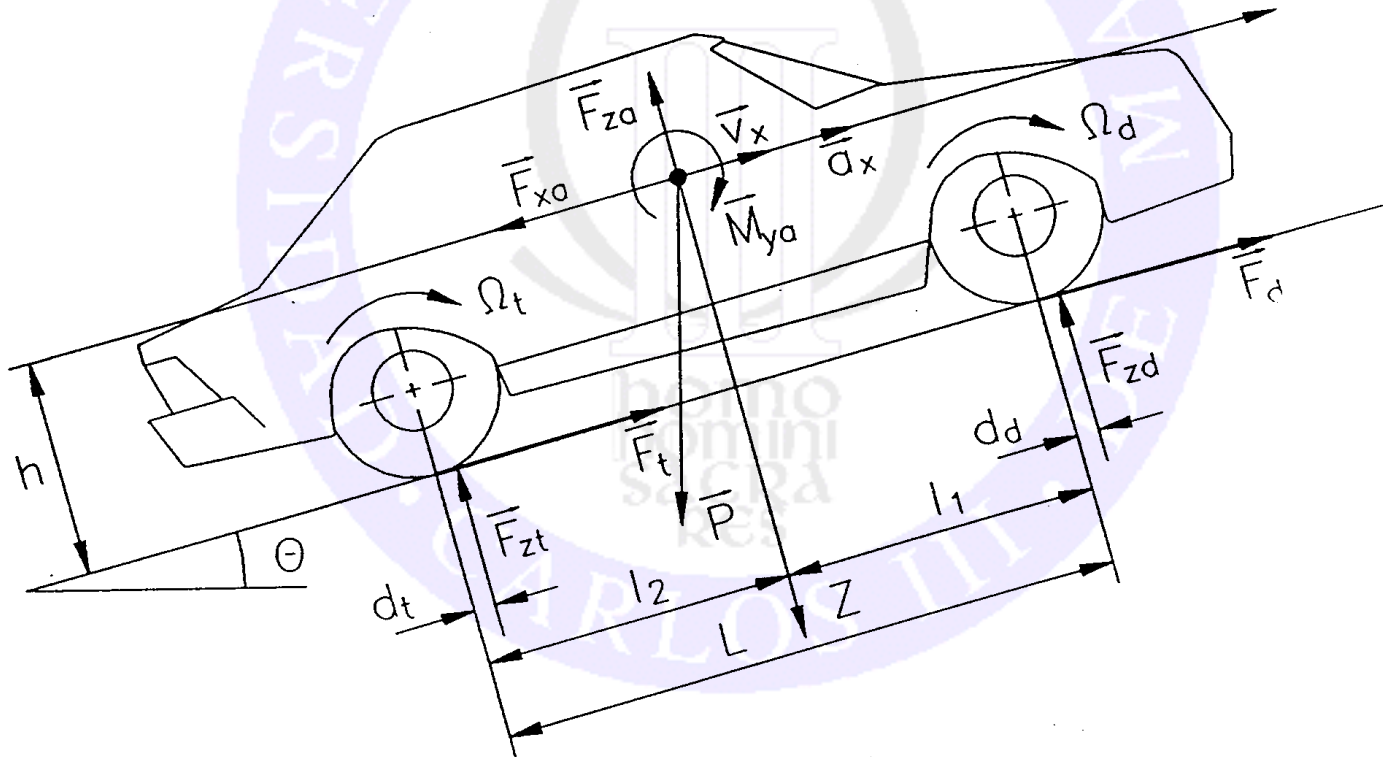
3.- Potencia necesaria.

- Se pueden dibujar la familia de curvas que indican la potencia necesaria para circular a una velocidad determinada:



4.- Ecuación Fundamental del movimiento Longitudinal.

- De acuerdo al modelo de vehículo siguiente:





4.- Ecuación Fundamental del movimiento Longitudinal.

➤ Donde:

- F_d y F_t representan los esfuerzos de tracción en los ejes delantero y trasero, respectivamente.
- F_{zd} y F_{zt} son las reacciones normales a la superficie de rodadura, en los ejes delantero y trasero.
- F_{za} es la fuerza de sustentación aerodinámica.
- M_{ya} es el momento aerodinámico de cabeceo.



4.- Ecuación Fundamental del movimiento Longitudinal.

- I_d e I_t son los momentos de inercia de las ruedas y masas que giran unidas a ellas, respecto a sus respectivos ejes de giro.
- d_d y d_t son los avances de neumático. Originan sendos pares de resistencia a la rodadura en ambos ejes.
- l_1 , y l_2 representan las distancias entre el centro de gravedad y cada uno de los ejes, en su proyección sobre el plano de rodadura.



4.- Ecuación Fundamental del movimiento Longitudinal.

- **L** es la distancia entre ejes o batalla.
- **h** es la altura del centro de gravedad del vehículo.
- **V_x , a_x** velocidad y aceleración longitudinales del centro de gravedad.
- **Ω_d y Ω_t** Velocidades de giro de las ruedas.



4.- Ecuación Fundamental del movimiento Longitudinal.

- Planteamos la segunda ley de Newton tanto en el eje X como en el eje Y así como los momentos respecto del C.D.G.:
 - Eje X $\rightarrow \Sigma F_x = m a_x$
 - Eje Y $\rightarrow \Sigma F_y = m a_y$
 - Momentos $\rightarrow \Sigma M_y = I_y \alpha_y$



4.- Ecuación Fundamental del movimiento Longitudinal.

➤ Eje X

$$m \cdot a_x = F_t + F_d - F_{xa} - P \cdot \text{sen } \theta$$

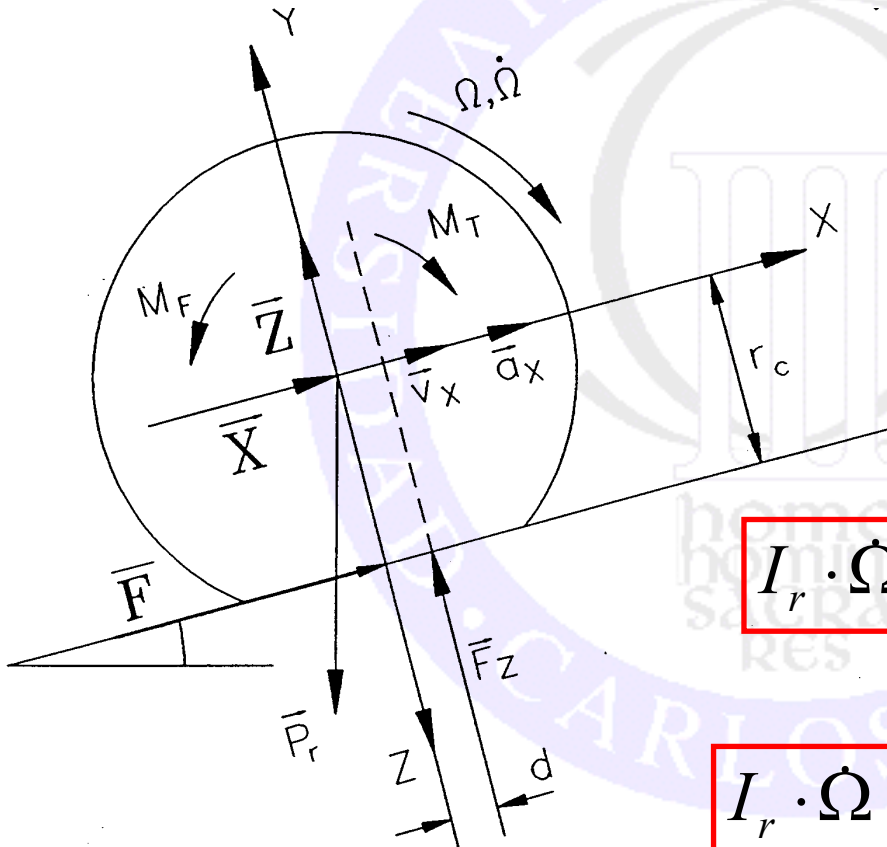
➤ Eje Y

$$m \cdot a_y = 0 = F_{zd} + F_{zt} + F_{za} - P \cdot \text{Cos } \theta$$

➤ Momentos en Y

$$I_d \cdot \dot{\Omega}_d + I_t \cdot \dot{\Omega}_t = F_{zt}(l_2 - d_t) + F_{zd}(l_1 + d_d) - (F_d + F_t) \cdot h + M_{ya}$$

➤ Si planteamos el equilibrio de fuerzas en una rueda



$$m_r \cdot a_x = X + F - P_r \cdot \text{sen} \theta$$

$$0 = Z + F_z - P_t \cdot \text{Cos} \theta$$

$$I_r \cdot \dot{\Omega} = M_T - M_F - r_c \cdot F - F_z \cdot d$$



$$I_r \cdot \dot{\Omega} = M_T - M_F - r_c (F - F_z \cdot f_r)$$



4.- Ecuación Fundamental del movimiento Longitudinal.

- De las ecuaciones de equilibrio se pueden obtener las cargas dinámicas que se producen en cada uno de los ejes.
- En el proceso de aceleración la parte delantera del vehículo se descarga para transferir carga al eje trasero



4.- Ecuación Fundamental del movimiento Longitudinal.

- El esfuerzo de tracción en cada una de las ruedas para el equilibrio será:

$$F = -\frac{I_r \cdot \dot{\Omega}}{r_c} + \frac{M_T - M_F}{r_c} - F_z \cdot f_r$$



4.- Ecuación Fundamental del movimiento Longitudinal.

- Particularizando la ecuación fundamental para cada uno de los ejes (delantero y trasero)

$$m \cdot a_x + \frac{I_d \cdot \dot{\Omega}_d + I_t \cdot \dot{\Omega}_t}{r_c} = \frac{M_{Td} - M_{Fd}}{r_c} + \frac{M_{Tt} - M_{Ft}}{r_c} - F_{xa} - P \cdot \text{Sen}\theta - f_r (F_{zd} - F_{zt})$$

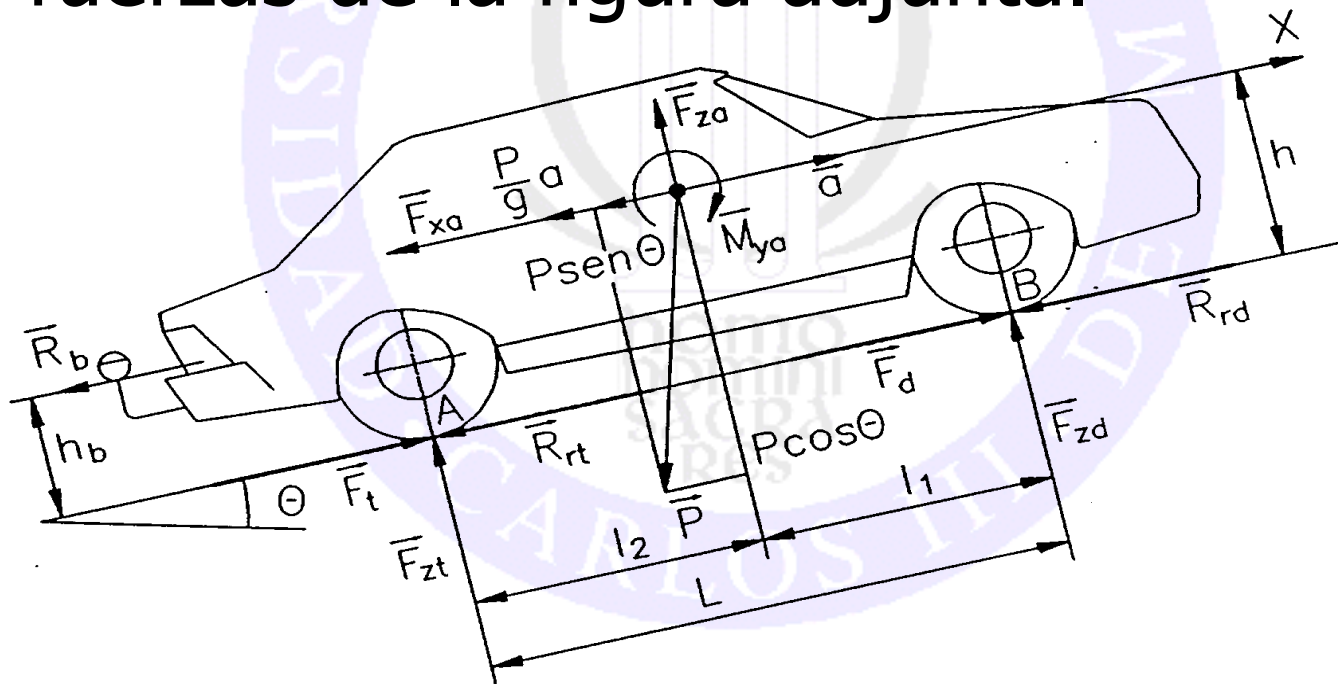


5.- Esfuerzo Tractor Máximo

- Existen dos límites para el esfuerzo tractor máximo:
 - El Esfuerzo que es capaz de generar el motor del vehículo y el sistema de transmisión.
 - El esfuerzo que somos capaces de transmitir entre el neumático y la calzada

5.1- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por la Adherencia

- Teniendo en cuenta el equilibrio de fuerzas de la figura adjunta.





5.1- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por la Adherencia

- Teniendo en cuenta que el esfuerzo está limitado por la adherencia neumático-calzada (μ) Calculamos momentos respecto del punto A (eje trasero)

$$\left(\frac{P}{g} \cdot a + F_{xa} + P \cdot \text{Sen}\theta \right) \cdot h + R_b \cdot h_b - (P \cdot \text{Cos}\theta - F_{za}) \cdot l_2 + F_{zd} L - M_{ya} = 0$$



5.1- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por la Adherencia

- De esta forma podemos determinar la fuerza dinámica en el **eje Delantero**

$$F_{zd} = \frac{P \cdot \cos\theta \cdot l_2 - \left(\frac{P}{g} \cdot a + F_{xa} + P \cdot \sin\theta \right) \cdot h - R_b \cdot h_b - F_{za} \cdot l_2 + M_{ya}}{L}$$



5.1- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por la Adherencia

- Tomando momentos respecto del punto B (Eje delantero) Obtenemos la Fuerza Dinámica en el **eje Trasero**

$$F_{zt} = \frac{P \cdot \cos\theta \cdot l_1 - \left(\frac{P}{g} \cdot a + F_{xa} + P \cdot \sin\theta \right) \cdot h + R_b \cdot h_b - F_{za} \cdot l_2 - M_{ya}}{L}$$



5.1- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por la Adherencia

- Si ahora suponemos:
 - θ pequeño
 - $h_b = h$
 - Acciones de sustentación aerodinámica y cabeceo pequeñas frente al resto de esfuerzos



5.1- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por la Adherencia

$$F_{zd} = \frac{l_2}{L} P - \frac{h}{L} \left(\frac{P}{g} \cdot a + F_{xa} + P \cdot \text{Sen}\theta + R_b \right)$$

$$F_{zt} = \frac{l_1}{L} P + \frac{h}{L} \left(\frac{P}{g} \cdot a + F_{xa} + P \cdot \text{Sen}\theta + R_b \right)$$



5.1- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por la Adherencia

- Considerando ahora el equilibrio en dirección longitudinal

$$\left(\frac{P}{g} \cdot a + F_{xa} + P \cdot \text{Sen}\theta + R_b \right) = F_T - R_r$$

$$F_{zd} = \frac{l_2}{L} P - \frac{h}{L} (F_T - R_r)$$

$$F_{zt} = \frac{l_1}{L} P + \frac{h}{L} (F_T - R_r)$$



5.1- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por la Adherencia

- **Una vez conocidas las fuerzas adherentes en cada uno de los ejes para calcular la fuerza tractora máxima que se puede transmitir entre el neumático y la calzada debemos tener en cuenta el coeficiente de rozamiento μ**
- **Se pueden dar tres casos posibles.**
 - **Tracción Delantera**
 - **Tracción Trasera**
 - **Tracción Total.**



5.1- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por la Adherencia

➤ Tracción Delantera:

$$F_{Td}(\max) = \mu \cdot F_{zd} = \mu \left[\frac{l_2}{L} P - \frac{h}{L} (F_{Td\max} - R_r) \right]$$

➤ Despejando $F_{Td\max}$.

$$F_{Td}(\max) = \frac{\mu \cdot P [l_2 + h \cdot f_r]}{L + \mu h}$$



5.1- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por la Adherencia

➤ Tracción Trasera:

$$F_{Tt}(\max) = \mu \cdot F_{zt} = \mu \left[\frac{l_1}{L} P + \frac{h}{L} (F_{Tt\max} - R_r) \right]$$

➤ Despejando $F_{Tt\max}$.

$$F_{Tt}(\max) = \frac{\mu \cdot P [l_1 - h \cdot f_r]}{L - \mu h}$$



5.1- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por la Adherencia

➤ **Tracción Total:**

$$F_T(\max) = \mu \cdot P \cdot \cos\theta \approx \mu \cdot P$$



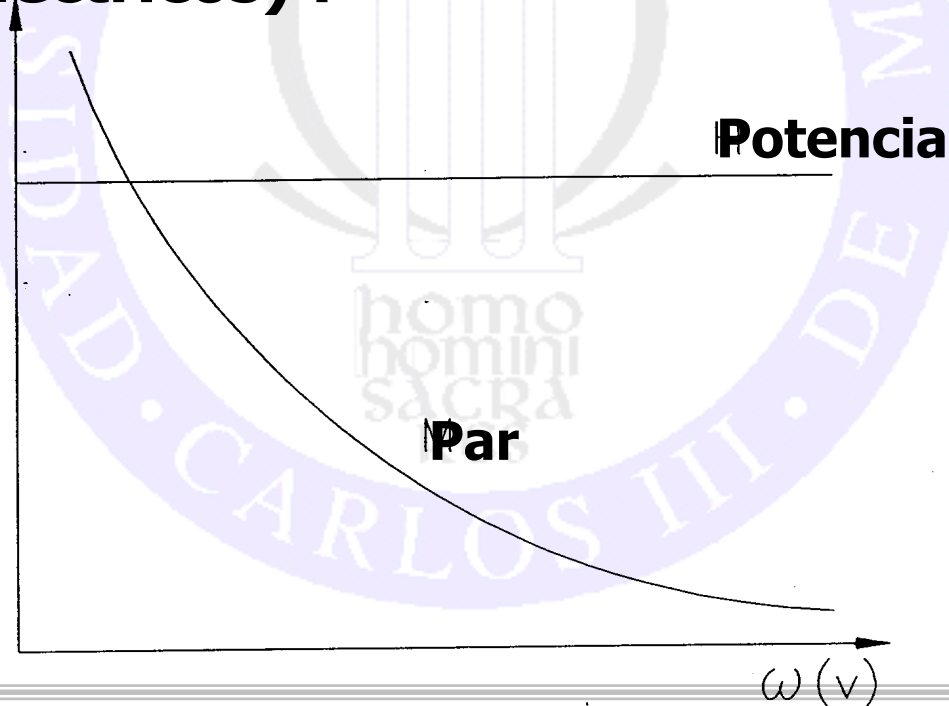
5.2.- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por el Sistema Motriz

- **Entendemos por Sistema Motriz al conjunto formado por:**
 - **El motor del vehículo.**
 - **La caja de cambios**
 - **El sistema de transmisión de potencia hasta los neumáticos**



5.2.- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por el Sistema Motriz

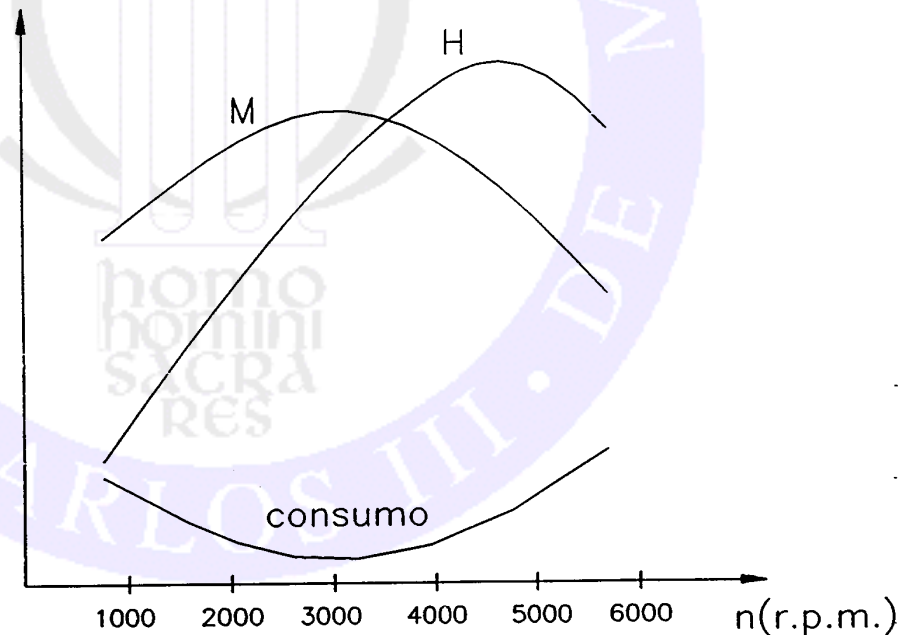
- La curva de comportamiento de un motor ideal sería la que se muestra en la figura adjunta (típica de motores eléctricos) :





5.2.- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por el Sistema Motriz

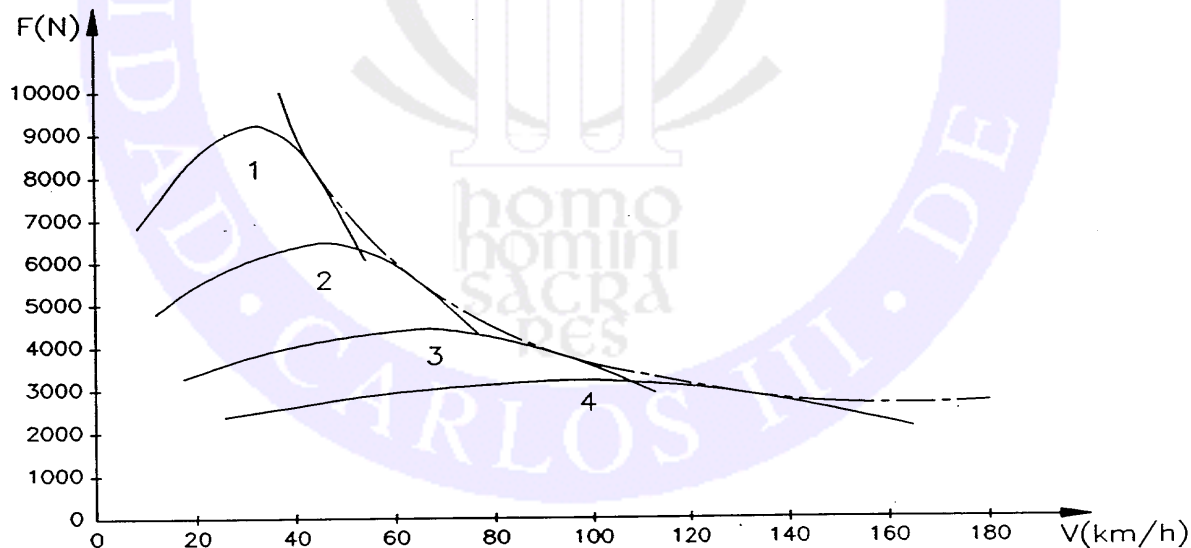
- Sin embargo los motores de combustión interna alternativos que son los que se utilizan en el 99 % de los vehículos tienen un comportamiento como el que se indica:





5.2.- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por el Sistema Motriz

- Con objeto de adaptar la curva de funcionamiento de un motor de combustión a la curva de tracción ideal, se añade al sistema una caja de cambios que permite solapar el funcionamiento.





5.2.- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por el Sistema Motriz

- A demás de la caja de cambios se añaden otros elementos al sistema para permitir transmitir el movimiento desde el motor a las ruedas:
 - Embrague (permite desconectar el motor de las ruedas)
 - Caja de cambios (permite adaptar la curva del motor a la curva ideal)
 - Grupo diferencial (permite tomar las curvas sin pérdidas de adherencia)
 - Ejes y juntas de transmisión.



5.2.- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por el Sistema Motriz

- **Para poder adaptar la curva del motor a la curva ideal se deben seleccionar las relaciones de la caja de cambios en función de las prestaciones del motor (Par y régimen de giro).**
 - **Suponemos un sistema de transmisión mecánico.**
 - **Suponemos una relación del grupo cónico fija**
 - **Suponemos una caja de Q relaciones (normalmente 5 o 6)**



5.2.- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por el Sistema Motriz

- La relación de transmisión entre el motor y las ruedas será:

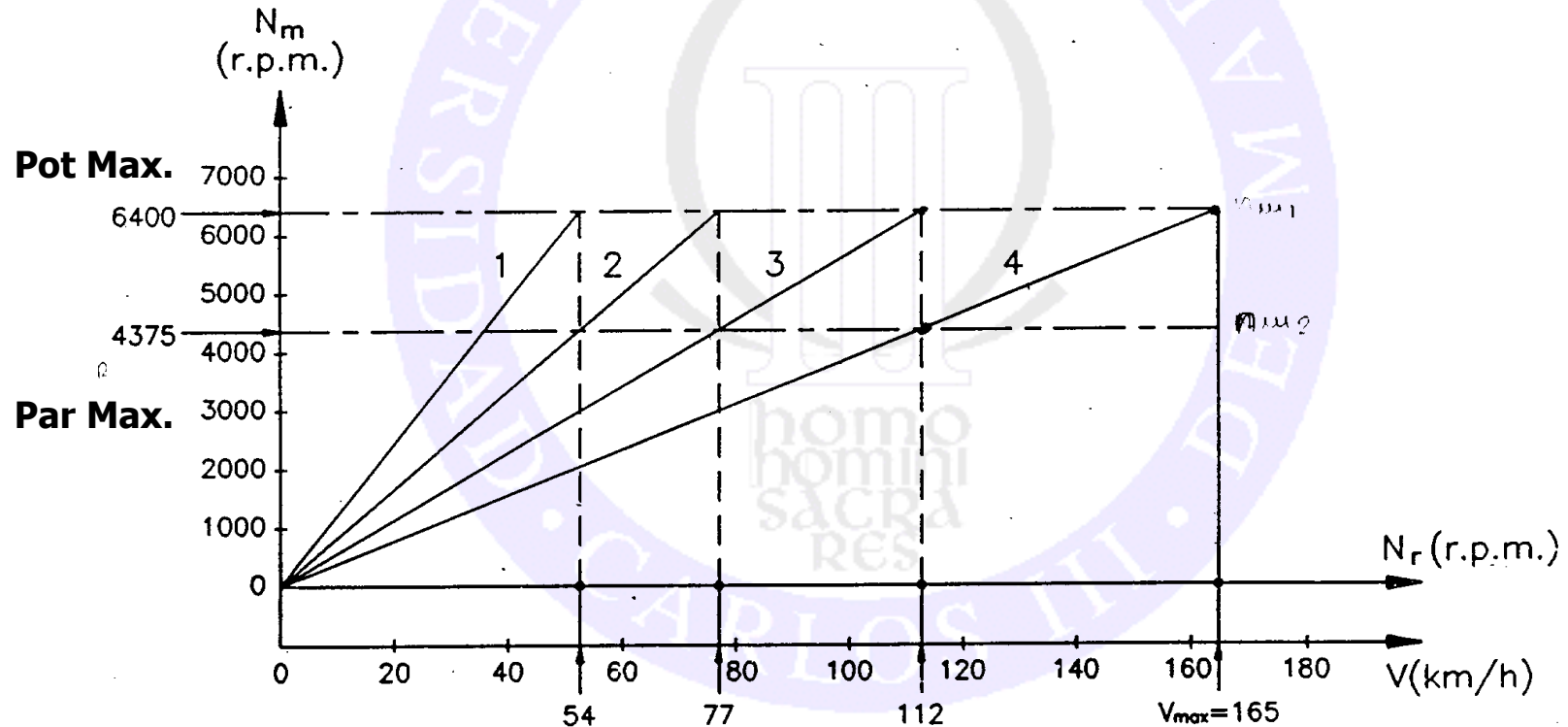
$$\xi_j = \xi_c * \xi_j'$$

- Para el cálculo de las relaciones intermedias hay que fijar en primer lugar el número de relaciones y el régimen de giro del motor para el Par máximo y Potencia máxima y la velocidad máxima que queremos conseguir.



5.2.- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por el Sistema Motriz

➤ A continuación realizaremos la siguiente gráfica:





5.2.- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por el Sistema Motriz

➤ Las relaciones deben cumplir:

$$\xi_q = \frac{n_{m1}}{n_q} = \frac{n_{m2}}{n_{q-1}}$$

$$\xi_{q-1} = \frac{n_{m1}}{n_{q-1}} = \frac{n_{m2}}{n_{q-2}}$$

$$\xi_1 = \frac{n_{m1}}{n_1}$$



5.2.- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por el Sistema Motriz

➤ Dividiendo dos a dos las anteriores:

$$\frac{\xi_q}{\xi_{q-1}} = \frac{\xi_{q-1}}{\xi_{q-2}} = \dots = \frac{\xi_2}{\xi_1} = \frac{n_{m2}}{n_{m1}} = K$$

➤ De donde resulta que:

$$K = \left(\frac{\xi_q}{\xi_1} \right)^{\frac{1}{q-1}}$$



5.2.- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por el Sistema Motriz

- Para calcular el valor de K , tenemos que:
 - Definir el valor de ξ_q en función de la velocidad máxima que deseamos alcanzar.
 - Definir el valor de ξ_1 en función de la rampa máxima que queremos subir.
 - Definir el valor del número de relaciones de la caja "q"

$$\xi_j = K \cdot \xi_{j-1} \quad \xi_j' = \frac{\xi_j}{\xi_c}$$



5.2.- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por el Sistema Motriz

- Para calcular la relación que permite la velocidad máxima:

$$\omega_m = \xi_j \cdot \omega_r$$

$$V = \omega_r \cdot r_e = \frac{\omega_m}{\xi_j} \cdot r_e$$

- Siendo r_e el radio efectivo de la rueda:

$$r_e = r_n (1 - i)$$



5.2.- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por el Sistema Motriz

➤ **Sustituyendo**

$$V = \frac{\pi \cdot n_m \cdot r}{30 \cdot \xi_j} \cdot (1 - i)$$

➤ **Haciendo $V = V_{max}$; $n_m = n_{m1}$; $\xi_j = \xi_q$**

$$\xi_q = \frac{\pi \cdot n_{m1} \cdot r}{30 \cdot V} \cdot (1 - i)$$



5.2.- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por el Sistema Motriz

- Calculamos ahora la relación e transmisión que nos permite ascender por la pendiente máxima:

$$R_{T1} = P \cdot \text{Sen}\theta_1 + f_r \cdot P \cdot \text{Cos}\theta_1 + \frac{P}{g} \cdot a$$

$$R_{T2} = P \cdot \text{Sen}\theta_2 + f_r \cdot P \cdot \text{Cos}\theta_2$$

- Considerando que en los ascensos $a = 0.5 \text{ m/s}^2$
- También consideramos que $\theta_1 < \theta_2$



5.2.- Esfuerzo Tractor Máximo limitado por el Sistema Motriz

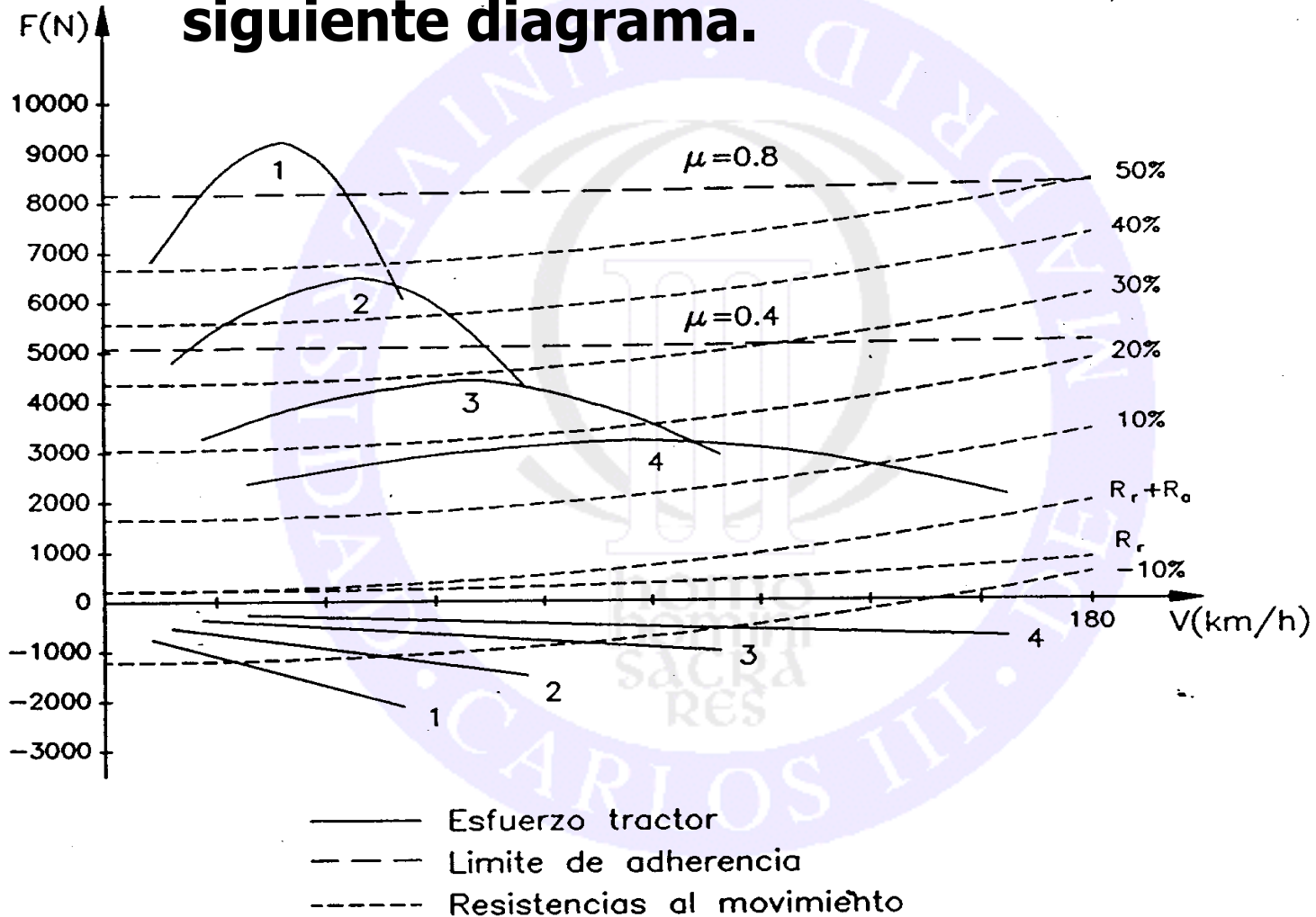
- El rendimiento de la transmisión depende de la relación de transmisión engranada:

$$\xi = 1 \Rightarrow \eta = 0.9 \Rightarrow \textit{relaciones Directas}$$

$$\textit{Otras Relaciones} \Rightarrow \eta = 0.85$$

$$\textit{Relaciones de alta Reducción} \Rightarrow \eta = 0.75 \approx 0.8$$

➤ De esta forma se puede representar el siguiente diagrama.





6.- Cálculo de las Prestaciones

6.1.- Velocidad Máxima

- **Suponemos circulación por una superficie horizontal $\rightarrow \theta = 0$**
- **La velocidad Máxima se obtiene para el régimen de potencia Máxima.**
- **Se tiene que igualar la potencia disponible en las ruedas para el régimen de potencia máxima con las resistencias al movimiento para esta velocidad**



6.1.- Velocidad Máxima

➤ P_{ot} máxima disponible = P_{ot} máxima Motor $\cdot \eta_t$

$$Pot_{mot} \cdot \eta_t = V \cdot \left(f_r \cdot P + \frac{1}{2} \rho \cdot C_x \cdot A_f \cdot V^2 \right)$$



6.1.- Velocidad Máxima

➤ Se puede despejar la velocidad como:

$$V_{\max} = A_1 \cdot \left(\sqrt[3]{B_1 + 1} - \sqrt[3]{B_1 - 1} \right)$$

➤ Siendo:

$$A_1 = \sqrt[3]{\frac{P_{ot.Max} \cdot \eta_t}{2(P \cdot f_r + 0.5 \cdot \rho \cdot C_x \cdot A_f)}}$$

$$B_1 = \sqrt[3]{1 + \frac{4 \cdot P^2 \cdot f_r^3}{27 \cdot P_{ot.max} \cdot \eta_t \cdot \left(f_r + 0.5 \cdot \frac{\rho \cdot C_x \cdot A_f}{P} \right)}}$$



6.2.- Aceleración

- **La fuerza necesaria para acelerar el vehículo tiene que vencer dos tipos de inercias:**
 - **La inercia debida a la masa del vehículo (m)**
 - **La inercia necesaria para hacer girar las masa rotativas (I)**

6.2.- Aceleración

- **Calculamos el momento necesario para acelerar las masas rotativas**

$$M' = \sum I_r \cdot \alpha_r + \sum I_t \cdot \alpha_t \cdot \xi_t$$

$$M' = \sum I_r \cdot \frac{a}{r_e} + \sum I_t \cdot \frac{a}{r_e} \cdot \xi_t^2$$



6.2.- Aceleración

➤ Suponemos que el $r_c = r_e = r$

➤ Podemos definir un

“Factor de masas Equivalente” = γ_m

$$\gamma_m = \left(1 + \sum \frac{I_r}{m \cdot r^2} + \sum \frac{I_t \cdot \xi_t^2}{m \cdot r^2} \right)$$

6.2.- Aceleración

- Existe una fórmula empírica para calcular el valor del Factor de masas Equivalente (γ_m)

$$\gamma_m = 1.04 + 0.0025 \cdot \xi_j^2$$

Tipo de Vehículo	Relaciones de Transmisión			
	Altas	Segunda	Primera	Bajas
Turismo grande	1.09	1.14	1.3	--
Turismo Pequeño	1.11	1.2	1.5	2.4
Camión	1.09	1.2	1.6	2.5



6.2.- Aceleración

➤ De esta forma:

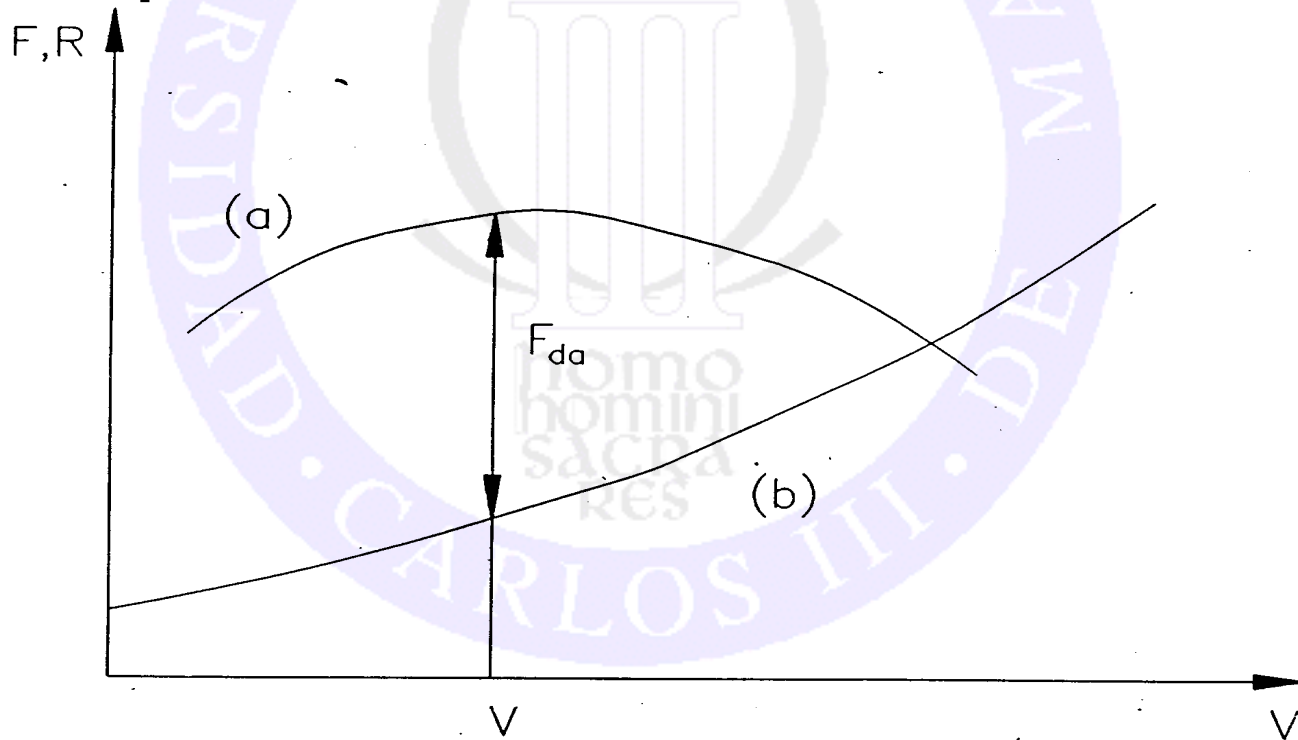
$$F_{da} = \gamma_m \cdot m \cdot a$$

➤ La aceleración será una función de:

$$a(V, \xi_j, \theta) = \frac{F_{da}(V, \xi_j, \theta)}{\gamma_m \cdot m}$$

6.2.- Aceleración

- Considerando las curvas de esfuerzo motor y la curva de resistencia al movimiento con la velocidad. Existirá posibilidad de acelerar siempre que para una velocidad dada exista Fuerza tractora disponible.



6.2.- Aceleración

- De esta forma para determinar el tiempo necesario para acelerar el vehículo entre dos velocidades dadas será.

$$dt = \frac{dV}{a} = \gamma_m \cdot m \cdot \frac{dV}{F_{da}(V)}$$

$$t_{1,2} = \gamma_m \cdot m \cdot \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{F_{da}(V)}$$

- Normalmente se utiliza como valor de aceleración el tiempo para pasar de 0 a 100 km/h



6.2.- Aceleración

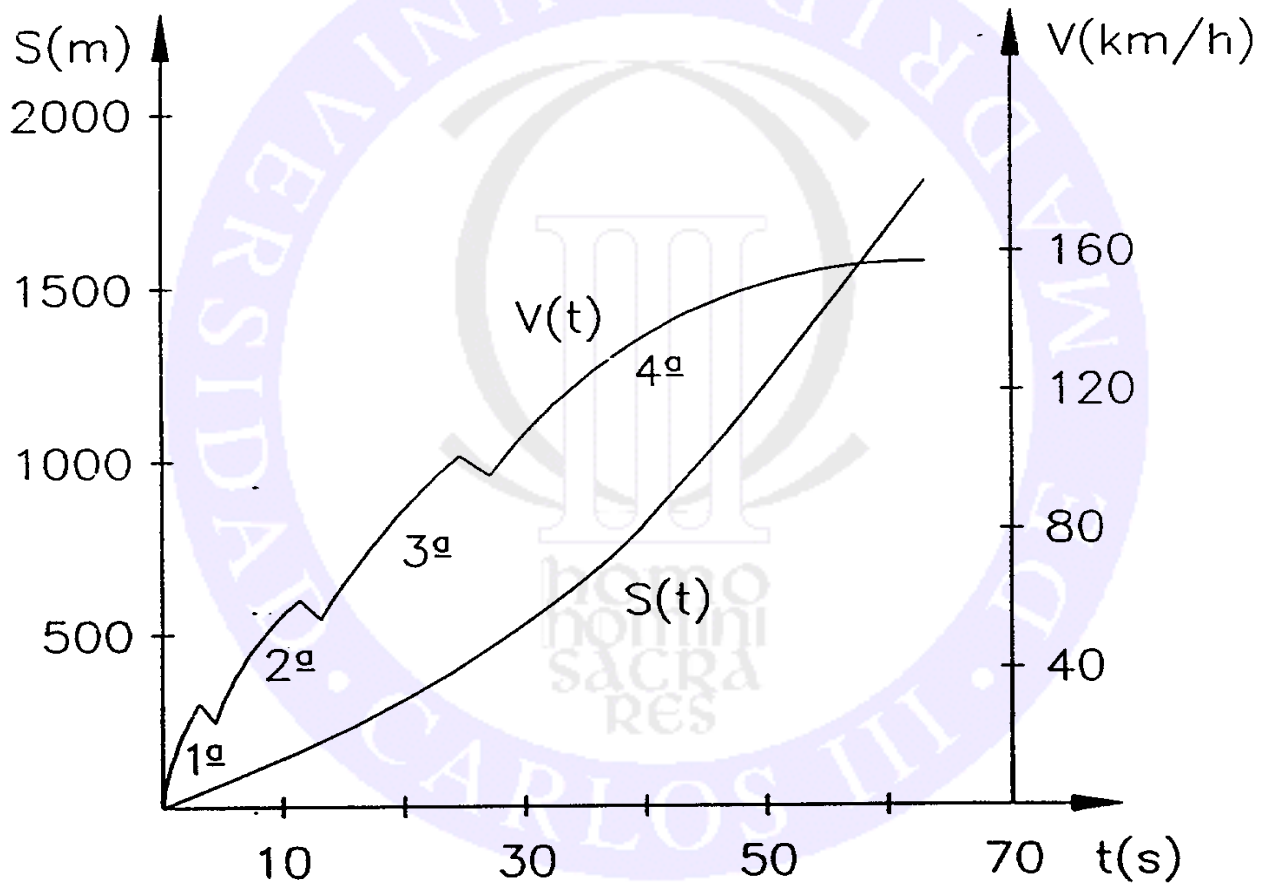
➤ Se puede también calcular el espacio recorrido

$$dS = V \cdot dt = \gamma_m \cdot m \cdot \frac{V \cdot dV}{F_{da}(V)}$$

$$S_{1,2} = \gamma_m \cdot m \cdot \int_{V_1}^{V_2} \frac{V \cdot dV}{F_{da}(V)}$$



6.2.- Aceleración





6.3.- Rampa Máxima

- **Se considera que:**
 - **Se asciende a velocidad constante.**
 - **Debido a la baja velocidad se desprecia la resistencia aerodinámica**

$$R_T = P \cdot \text{Sen} \theta + P \cdot f_r$$

$$F_{T \max} = R_T = P \cdot \text{Sen} \theta + P \cdot f_r$$



6.3.- Rampa Máxima

➤ **Despejando θ**

$$\theta = \text{Arcsen} \frac{F_{T \max} - P \cdot f_r}{P}$$

➤ **Simplificando:**

$$j = \frac{F_{T \max} - P \cdot f_r}{P}$$



PRACTICA DE PRESTACIONES

Será necesario obtener información de las características mecánicas de un vehículo a elegir por el alumno.

Se pueden obtener de la revista AUTOPISTA o de otras similares.



Para la realización de la práctica se necesita el siguiente material:

- **Un disquete de 3½ formateado.**
- **Seleccionar un vehículo de cualquier revista sobre automóviles (Autopista, Solo-auto, etc...) y determinar los siguientes datos del mismo :**
 - **Curva: par motor / revoluciones (hacer una tabla como la que se indica a continuación con el máximo número de puntos posibles.)**

Régimen de motor (rpm)	1000	1500	2000	2500
Par motor (Nm)	12	14	18	20



- **Peso del vehículo y reparto de pesos por eje**
- **Características del neumático (las necesarias para obtener el radio del mismo)**
- **Relación de transmisión de cada una de las velocidades de la caja y relación final**
- **Coefficiente aerodinámico**
- **Área frontal del vehículo (se puede obtener multiplicando el alto por el ancho del mismo mediante el factor de corrección adecuado)**
- **Régimen de potencia máxima.**
- **Régimen de par máximo**



TRANSMISIÓN

	Tracción integral	Tracción delantera
Tipo	Monodisco en seco	Monodisco en seco
Embrague		
Grupo final	4,235:1 (de 1ª a 4ª)	3,94:1
	3,273:1 (5ª y 6ª)	
Rel. cambio 1ª	3,357:1(8,16)	3,82:1(7,60)
(desarrollo 2ª	2,087:1(13,13)	2,16:1(13,45)
km/h por 3ª	1,469:1(18,66)	1,46:1(19,89)
1.000 rpm) 4ª	1,098:1(24,96)	1,07:1(27,14)
5ª	1,108:1(32,01)	0,87:1(33,38)
6ª	0,927:1(38,26)	0,74:1(39,25)



BASTIDOR

Susp. delantera	McPherson con triángulo inferior	McPherson con triángulo inferior
Elem. elástico	Resorte helicoidal	Resorte helicoidal
Estabilizadora	22 mm de \emptyset	21 mm de \emptyset
Susp. trasera	Independiente, multibrazo	SemIndependiente, por eje torsional
Elem. elástico	Resorte helicoidal	Resorte helicoidal
Estabilizadora	20,7 mm de \emptyset	No
Ayudas al chasis	Servofreno, ABS, EBV, BAS, ASR, MSR, EDS y ESP	Servofreno, ABS, EBV, BAS, TC Plus y ESP Plus
Frenos delanteros	Disco vent. de 312 mm \emptyset	Disco vent de 308 mm \emptyset
Frenos traseros	Disco de 286 mm de \emptyset	Disco de 264 mm de \emptyset
Dirección	Cremallera, con asistencia eléctrica	Cremallera, con asistencia electrohidráulica
Giros/ \emptyset volante	2,9/370 mm	2,7/370 mm
\emptyset de giro	10,7 m (entre bordillos)	10,55 m (entre bordillos)
Neumáticos	225/45 R 17	215/45 R 17
Llantas	7,5 x 17 pulgadas	7 x 17 pulgadas



CARROCERÍA

Estructura	Monocasco en acero	Monocasco en acero
Tipo	Berlina, 5 puertas	Berlina, 5 puertas
Coefficiente Cx	0,32	0,32
Peso oficial	1.470 kg	1.385 kg
Depósito comb.	60 litros	52 litros
Maletero	302 dm ³	350 dm ³

RENDIMIENTOS OFICIALES

Velocidad máx.	234 km/h	230 km/h
Acel. 0-100 km/h	7,1 s	8,2 s
Consumo		
Urbano	12,4 l/100 km	13,1 l/100 km
Extraurbano	6,9 l/100 km	7,1 l/100 km
Mixto	8,9 l/100 km	9,3 l/100 km



RENDIMIENTO EN BANCO

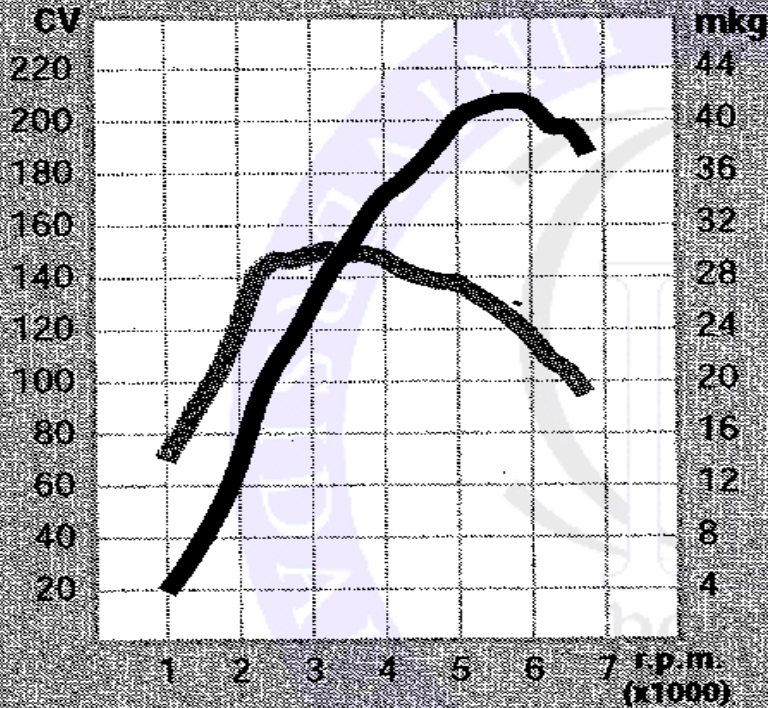
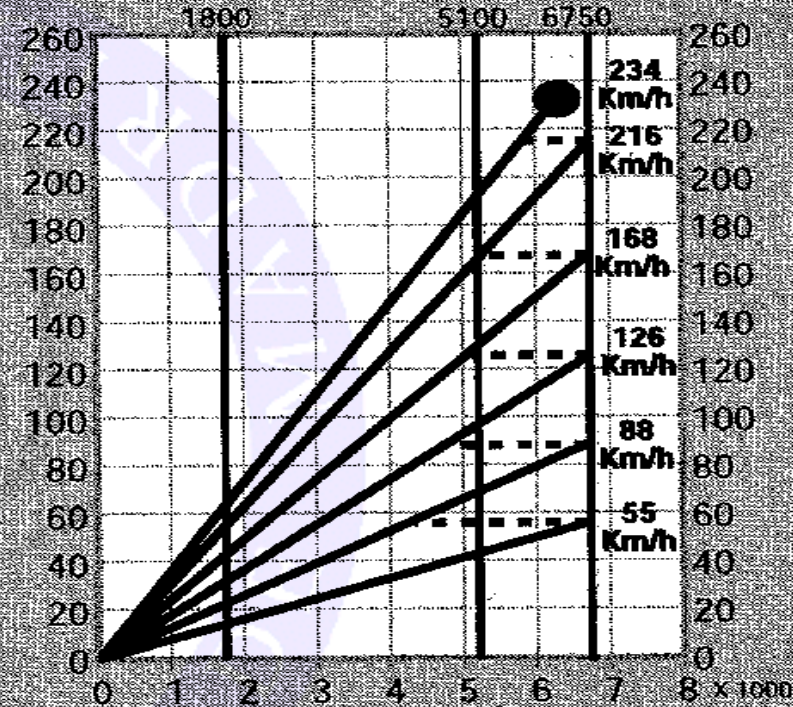


DIAGRAMA DE CAMBIO



POTENCIA
MÁXIMA

210,4 CV CEE
a 5.580 rpm

PAR
MÁXIMO

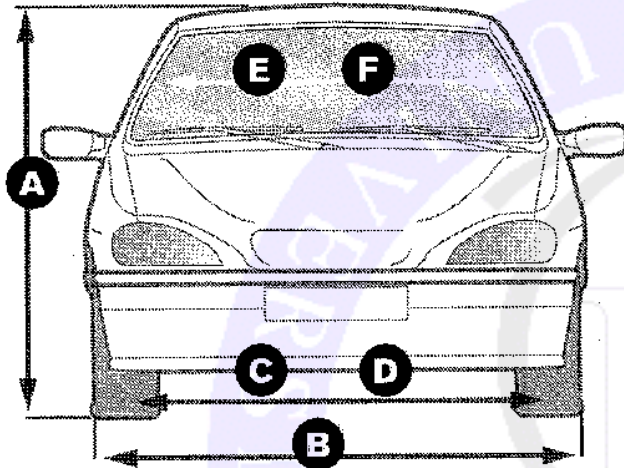
32,0 mkg CEE
a 3.200 rpm

RELACION
PESO/POTENCIA

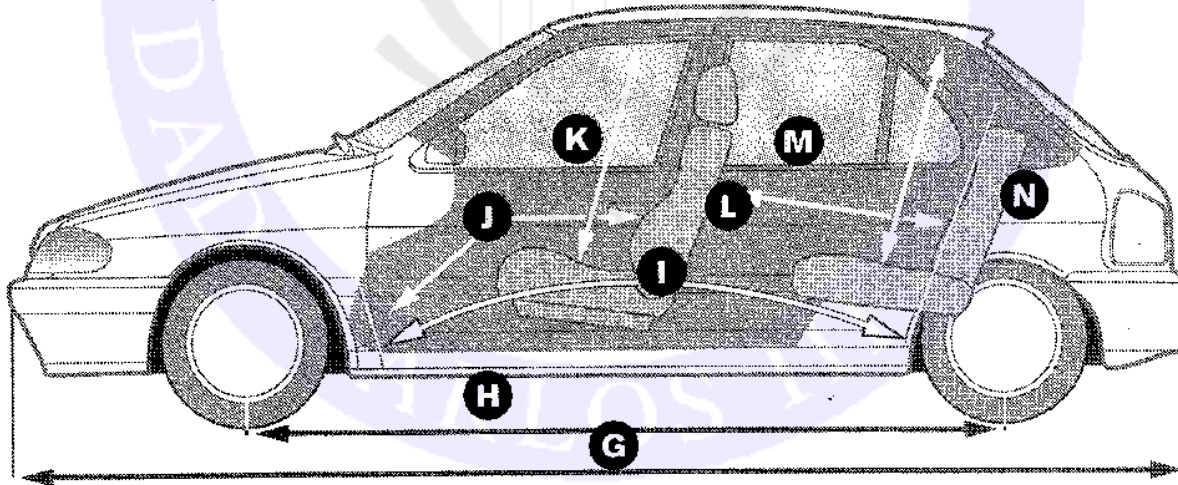
7,4 kg/CV



PESO		
	AUDI	OPEL
Peso en báscula	1.557 kg	1.386 kg
Reparto peso del./tras	59/41%	63/37%



A	Altura	142	146
B	Anchura	177	175
C	Vías delanteras	153	149
D	Vías traseras	152	149
E	Ancho interior del.	138	137
F	Ancho interior tras.	134	134
G	Longitud	429	425
H	Batalla	258	261
I	Longitud interior	180	180
J	Espacio piernas del.	105	105
K	Altura delantera	91/98	93/97
L	Espacio piernas tras.	75/73	75/70
M	Altura trasera	92	96
N	Maletero (dm ³)	310 dm ³	380 dm ³





ACELERACIÓN

Velocidad	Tiempo (s)	Espacio (m)
60 km/h	3,13	32,5
80 km/h	4,74	64,0
100 km/h	7,16	124,6
120 km/h	9,83	206,6
140 km/h	13,56	340,9
160 km/h	18,05	528,6
Espacio	Tiempo (s)	Vel. salida (km/h)
0-400 m	15,04	147
0-1.000 m	27,82	186