




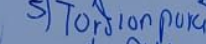

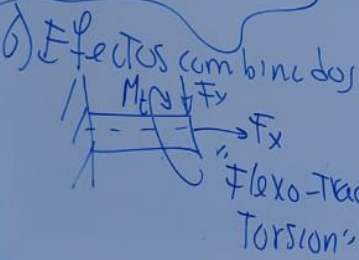
# **CAP VII.- TORSION**

Profesor: Ing. Guido Gomez U.

Dpto de: Ingeniería Mecánica

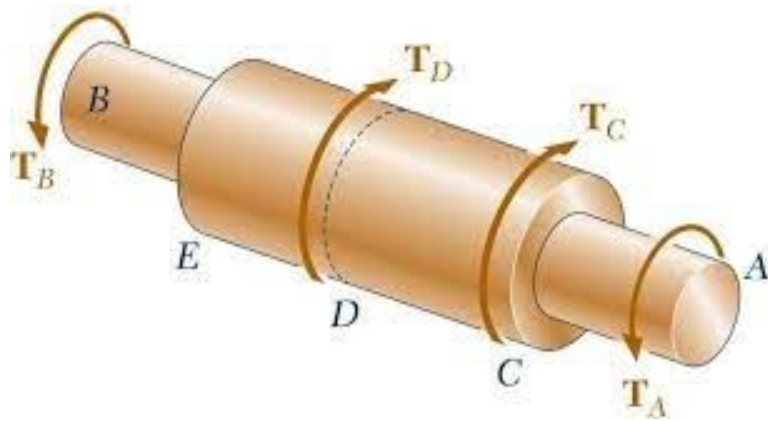
FCyT- UMSS

# RESUMEN CONTENIDO RESISTENCIA DE MATERIALES I

Sistema de fuerzas	Efectos Solido	Tipos de tensiones
Concurrente	1) Traccion pura  2) Compresion pura 	<u>Traccion</u> ① $\sigma_{max} = \frac{F}{A} \leq \bar{\sigma}_t$ ② $\sigma_{min} = \frac{F}{A} \leq \bar{\sigma}_c$ ③ $\tau_{max} = \frac{F}{A} \leq \bar{\tau}$
No concurrente	3) Cortante pura  4) Flexion pura  5) Torsion pura 	<u>Cortante</u> $\sigma_c = (2-3)\sigma_t$ $\sigma_t \rightarrow$ (Catalogo) $\tau = 0, 5\sigma_t$ <u>Ductiles</u> <u>Fragiles</u> <u>Flexion</u> $\sigma_{max} = \frac{M_{max} y_{max}}{I} \leq \bar{\sigma}_t$ $\tau_{max} = \frac{V_{max} A' \bar{y}'}{I_b} \leq \bar{\tau}$ <u>Torsion</u> $\tau_{max} = \frac{M_{max} R_{max}}{J} \leq \bar{\tau}$
5) Efectos combinados		<u>Ecuacion de Tensiones</u> 1) Traccion pura $\sigma_{max} = \frac{F}{A} \leq \bar{\sigma}_t$ 2) Compresion pura $\sigma_{min} = \frac{F}{A} \leq \bar{\sigma}_c$ 3) Cortante pura $\tau_{max} = \frac{F}{A} \leq \bar{\tau}$ 4) Flexion pura $\sigma_{max} = \frac{M_{max} y_{max}}{I} \leq \bar{\sigma}_t$ $\tau_{max} = \frac{V_{max} A' \bar{y}'}{I_b} \leq \bar{\tau}$ 5) Torsion pura $\tau_{max} = \frac{M_{max} R_{max}}{J} \leq \bar{\tau}$

$$\tau_{max} = \sigma_{max} = \frac{M_{max} * R_{max}}{J} \leq \{ \bar{\sigma} \text{ o } \bar{\tau} \} \rightarrow \text{Al m\u00e1s critico...}$$

# OBJETIVOS



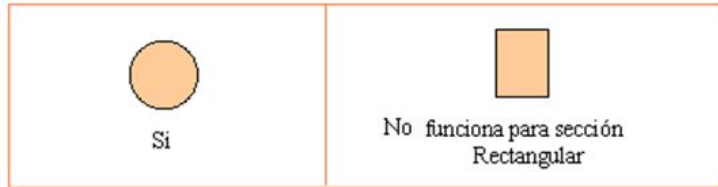
## OBJETIVOS:

- Determinar que tipo de tensiones produce??
- Como varian con la longitud y el diametro de la viga??
- Establecer criterios de dimensionamiento.

# HIPOTESIS

## HIPOTESIS

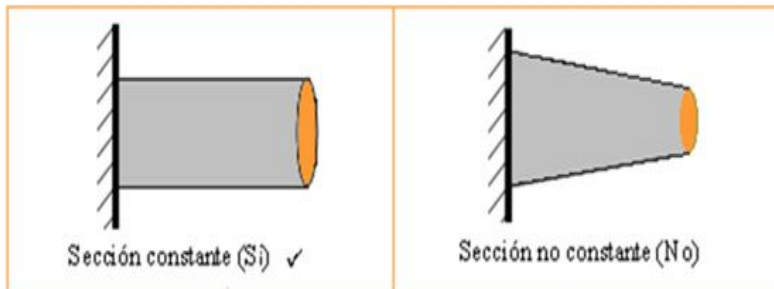
- Las secciones tienen que ser circulares.



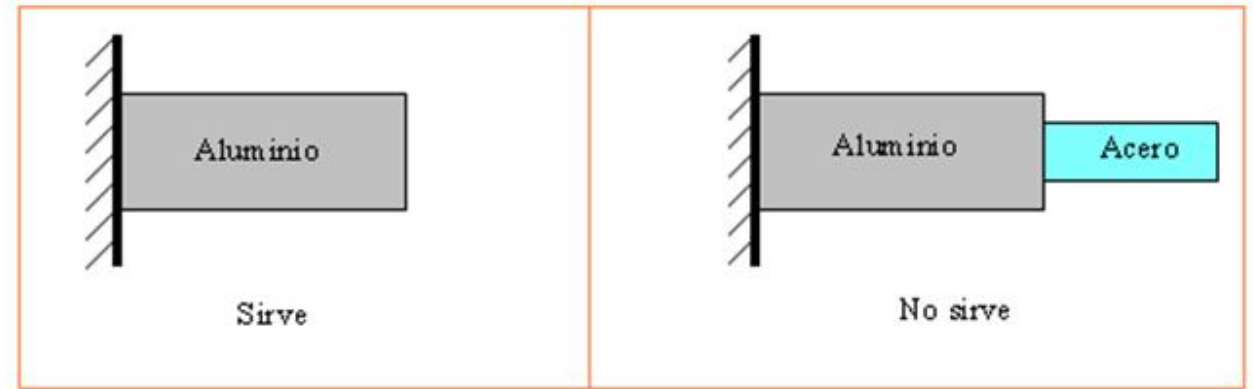
- El momento torsión actúa en el plano perpendicular al eje de la viga.



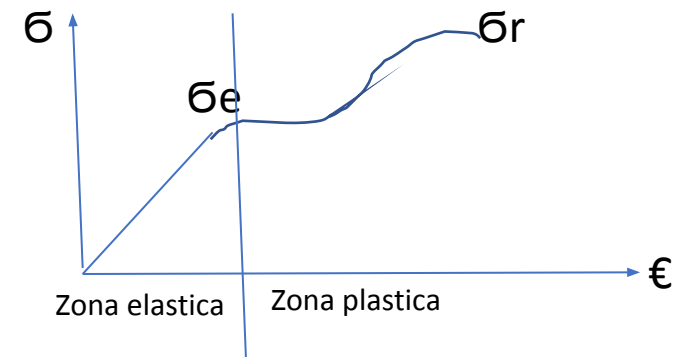
- La sección tiene que ser constante.



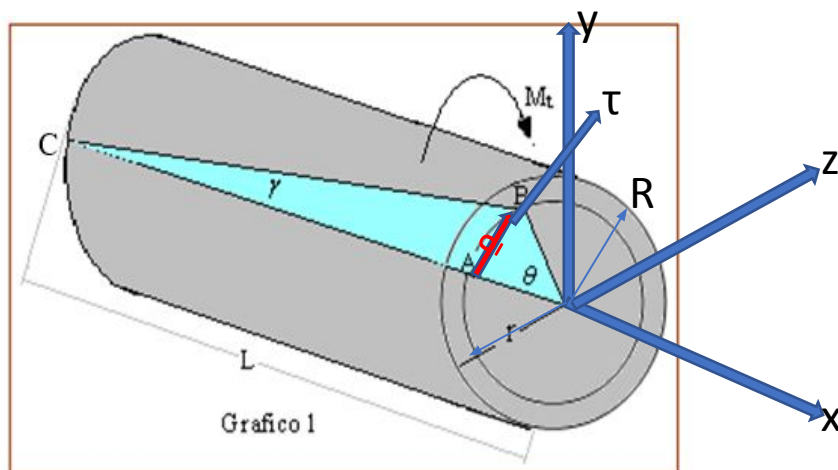
- Material homogéneo en toda la longitud.



- Cumple la ley de Hooke (teoría elástica)



# CORTANTE DEBIDO A LA TORSION



Consideremos una fibra C-A situada a un radio “r” del centro de gravedad del círculo, que al aplicarse el momento torsor “M” tomará la posición C-B:

De la ecuación de la tensión cortante simple del capítulo III se tiene que:

$$\tau = G * \gamma \dots\dots\dots (8.1)$$

De la gráfica 1  $\tan \gamma = \frac{AB}{L}$  y  $\tan \gamma \cong \gamma$ , por tanto se tiene  $\gamma = \frac{AB}{L} \dots\dots\dots$

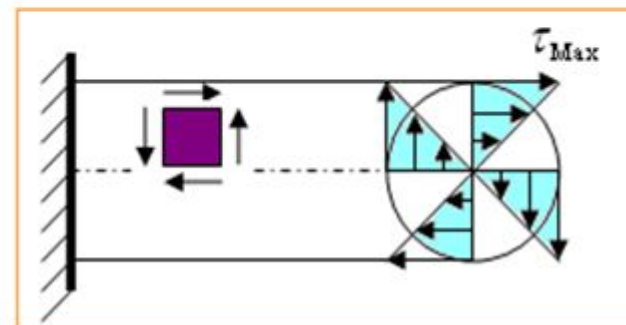
De la gráfica 1 también se tiene que  $AB = \theta * r \dots\dots\dots$

Sustituyendo las ecuaciones (8.2) y (8.3) en (8.1) se tiene que:

$$\tau = G * \frac{\theta * r}{L} \dots\dots\dots$$

**Análisis de la ecuación :**

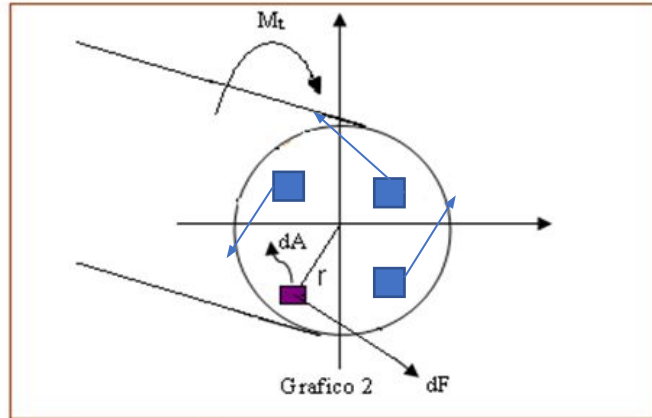
$$\begin{aligned} \tau &= 0 && \text{cuando } r=0 \\ \tau &= \tau_{\text{max}} && \text{cuando } r= R \end{aligned}$$



**Conclusiones:**

- La torsión produce tensiones cortantes en el plano Y-Z
- Son máximos en la superficie y nulo en el centro
- Su variación es lineal con el radio

# TENSION CORTANTE Y DEFORMACION ANGULAR



Del capítulo 3 se tiene que:  $\tau = \frac{F}{A} \Rightarrow dF = \tau * dA$

De la gráfica 2, aplicando las condiciones de equilibrio se tiene:

$$M_t = \int (\tau * dA) * r \dots\dots\dots (8.5)$$

Sustituyendo (4) en (5) se tiene  $M_t = \int \left( \frac{G * \theta * r}{L} \right) * r * dA \Rightarrow$

$$M_t = \frac{G * \theta}{L} \int r^2 * dA \dots\dots\dots$$

$\int r^2 * dA = I_p$  es la inercia con respecto al polo (inercia polar). Con lo cual se tiene que

$M_t = \frac{G * \theta * I_p}{L}$  despejando  $\theta$  tenemos el ángulo de torsión

$$\theta = \frac{M_t * L}{G * I_p} \dots\dots\dots$$

$$\tau = \frac{G * R * \left( \frac{M_t * L}{G * I_p} \right)}{L}$$

$\Rightarrow$

$$\tau = \frac{M_t * R}{I_p}$$

Ecuación general de la torsión

## RESUMEN

<p>Ecuación general de la Deformación angular</p> $\theta = \frac{M_t * L}{G * I_p}$	<p>Ecuación general de la Cortante a torsión</p> $\tau = \frac{M_t * R}{I_p}$
--	---

$G = E / 2(1 + \nu)$

$\nu$  = Coeficiente de POISSON

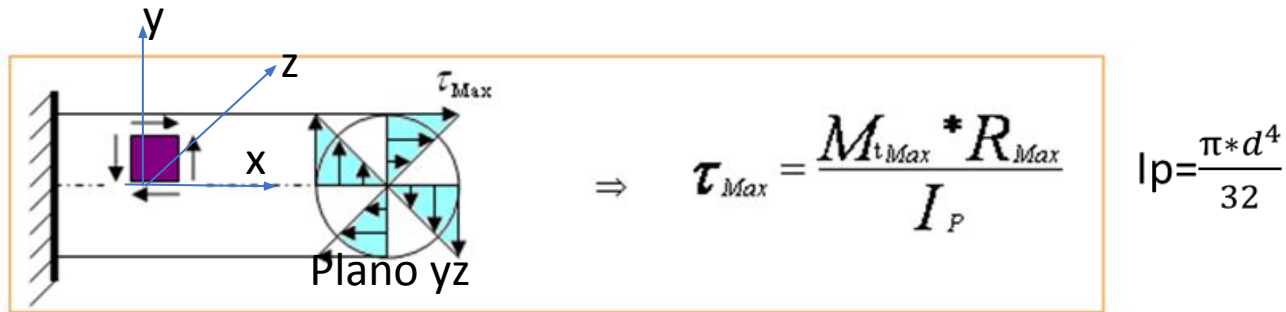
E = Modulo de elasticidad

U(acero) = 0,3

U(aluminio, bronce) = 0,4



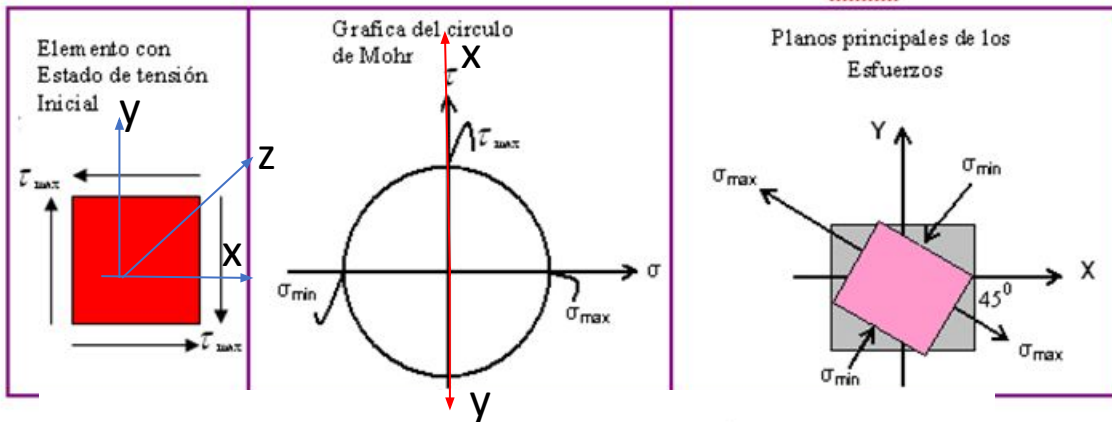
# TENSIONES NORMALES DEBIDO A LA TORSION



## Conclusiones:

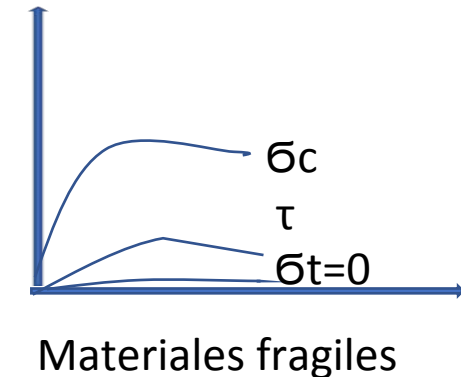
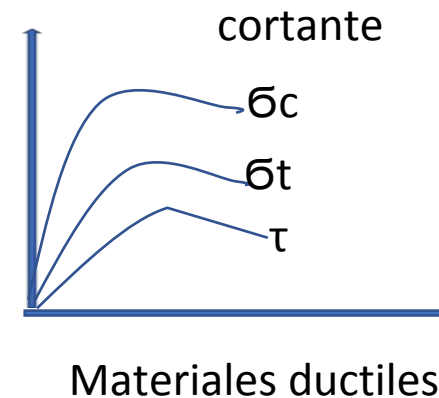
- La torsión también produce tensiones normales de tracción y compresión
- Su valor máximo se da en un plano a 45° de la cortante
- Tiene el mismo valor que la cortante
- Para materiales dúctiles  $\tau \leq \sigma$  por lo que generalmente se dimensiona a la cortante

Para encontrarlas tensiones normales se analiza con el círculo de Mohr.



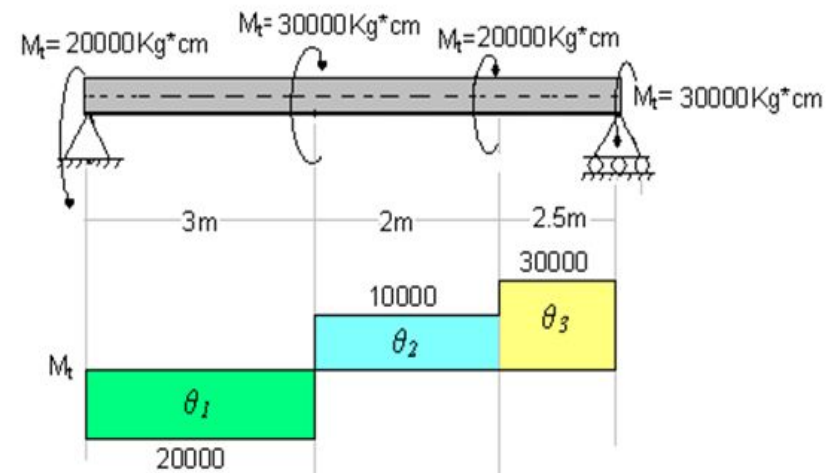
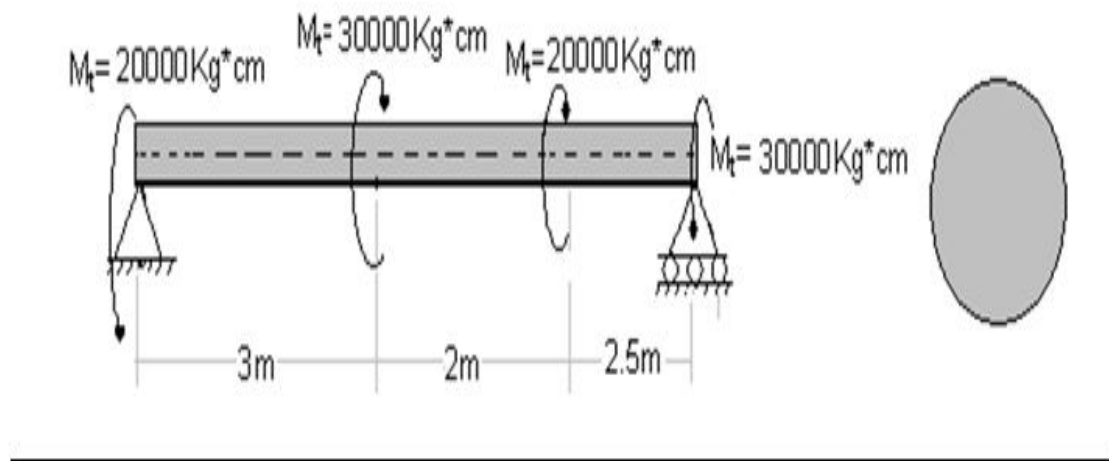
$$\tau_{Max} = \sigma_{Max} = \frac{M_{tmax} * R_{Max}}{I_P} \leq \{ \bar{\sigma} \quad \bar{\tau} \} \rightarrow \text{Al más crítico...}$$

Formula reducida  $\tau_{max} = \frac{M_{tmax}}{Z_p} \leq \tau_{adm}$   $Z_p = \frac{\pi * d^3}{16}$



# EJERCICIOS

1.- Calcular el diámetro y ángulo de torsión de una viga de sección circular: Si  $\sigma_f = 2100 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\tau_f = 0.5\sigma_f$ ,  $n=2$ ,  $\mu = 0.3$  y  $E = 1.8 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$ .



$$\tau_{Max} = \frac{M_{tmax} * R_{Max}}{I_p} \leq 525 \Rightarrow \frac{30000 * \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{32} * d^4} \leq 525 \Rightarrow d \geq 6.63 \text{ cm} \Rightarrow d = 7 \text{ cm}$$

$$\theta_1 = \frac{M_t * L_1}{G * I_p} \Rightarrow \theta_1 = \frac{20000 * 300}{\frac{1.8 \times 10^6}{2(1+0.3)} * \frac{\pi}{32} * (7)^4} \Rightarrow \theta_1 = 0.03677 * 57.3 \Rightarrow \theta_1 = 2.11^\circ$$

$$\theta_2 = \frac{M_t * L_2}{G * I_p} \Rightarrow \theta_2 = \frac{10000 * 200}{\frac{1.8 \times 10^6}{2(1+0.3)} * \frac{\pi}{32} * (7)^4} \Rightarrow \theta_2 = 0.0122557 * 57.3 \Rightarrow \theta_2 = 0.70225^\circ$$

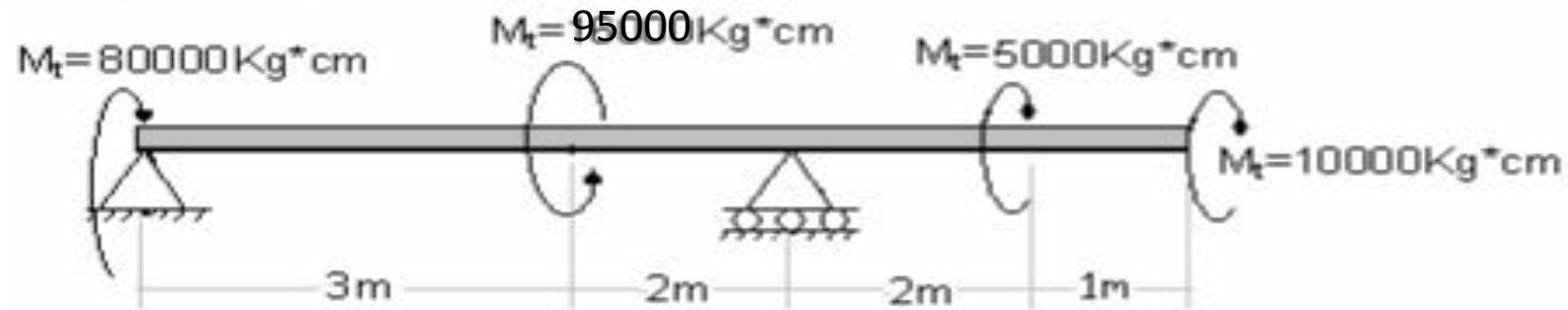
$$\theta_3 = \frac{M_t * L_3}{G * I_p} \Rightarrow \theta_3 = \frac{30000 * 250}{\frac{1.8 \times 10^6}{2(1+0.3)} * \frac{\pi}{32} * (7)^4} \Rightarrow \theta_3 = 0.045958 * 57.3 \Rightarrow \theta_3 = 2.6334^\circ$$

$$\theta_T = \sum \theta_i \Rightarrow \theta_T = -\theta_1 + \theta_2 + \theta_3 \Rightarrow \theta_T = -2.11^\circ + 0.70225^\circ + 2.6334^\circ \Rightarrow \theta_T = 1.226^\circ$$

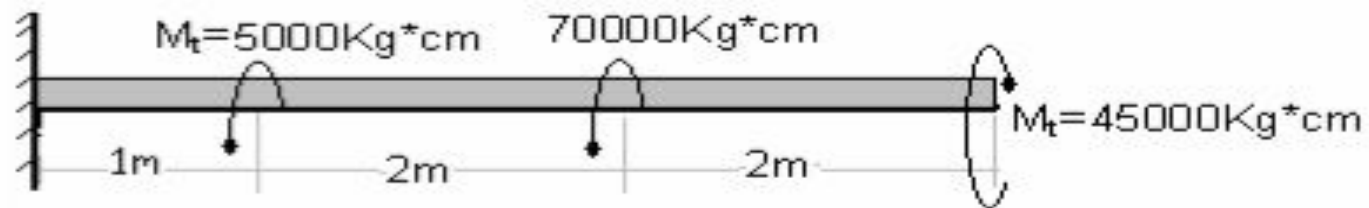


# PRACTICA

**9.3.-** Calcular la dimensión de una viga de sección circular, para el sistema mostrado a continuación: Si  $E=2.1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\bar{\theta} = 0.8^\circ$  y  $\mu=0.2$ .  $\sigma_f = 2100 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $T_f=0,5$   $\sigma_f$  con  $n=2$

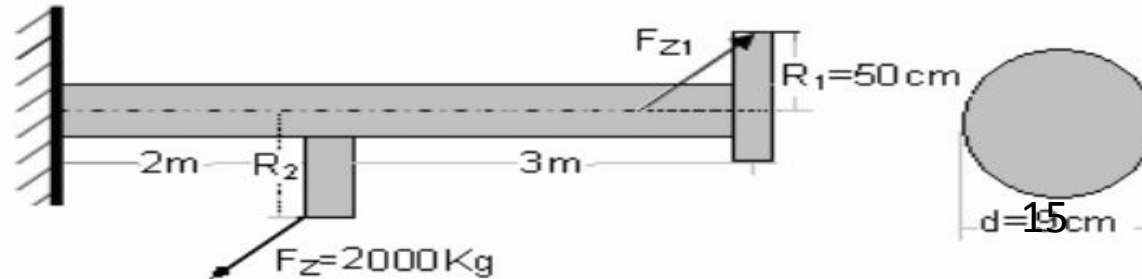


**9.4.-** Calcular la dimensión de una viga de sección transversal circular, para el sistema mostrado a continuación: Si  $E=2.1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\bar{\theta} = 1.2^\circ$  y  $\mu=0.3$ .  $\sigma_f = 2100 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $T_f=0,5$   $\sigma_f$  con  $n=2$

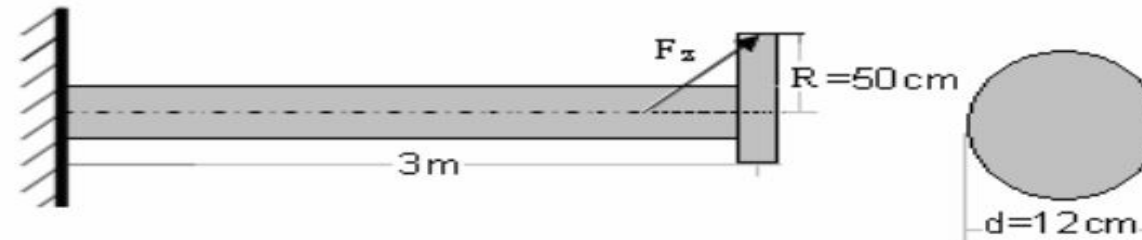


# PRACTICA

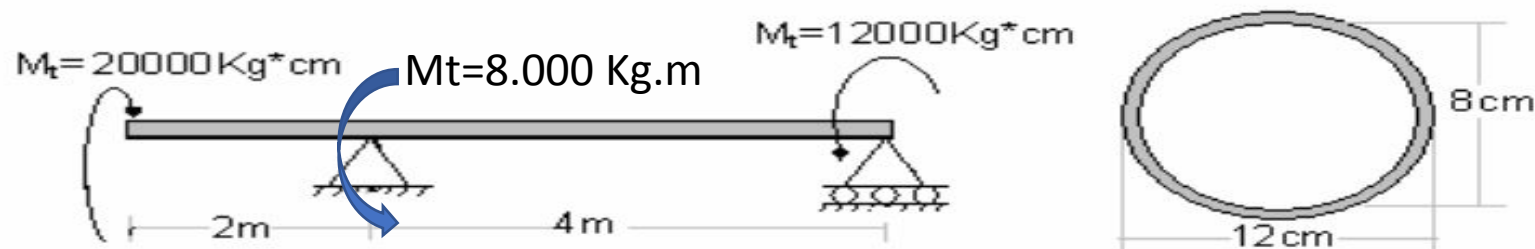
**9.7.-** Calcular el ángulo de torsión total de una viga de sección transversal circular de diámetro de 15cm: Si  $F_{Z1}=4000\text{Kg}$ ,  $R_2=20\text{cm}$ ,  $\mu = 0.3$  y  $E = 1.5 \times 10^6 \text{Kg/cm}^2$ .



**9.8.-** Calcular el ángulo de torsión total de una viga de sección transversal circular de diámetro de 12cm,  $F_Z=2500\text{Kg}$ : Si,  $\mu = 0.3$  y  $E = 2.1 \times 10^6 \text{Kg/cm}^2$ .



**9.9.-** Calcular la tensión cortante máxima y mínima de la sección transversal.



**ANEXOS**

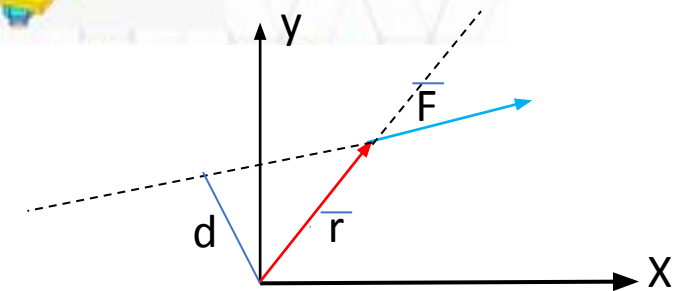
# FUERZA - TORQUE

## Fuerza:

- Es un ente físico que aplicado sobre un cuerpo produce un movimiento rectilíneo acelerado. Unidades: Nt ... Kgf
- Es un vector:
  - En el plano:  $\vec{F} = (F_x, F_y)$       En el espacio  $\vec{F} = (F_x, F_y, F_z)$
- Resultante de un sistema de fuerzas:
  - En el plano:  $\vec{R} = (R_x, R_y)$ 
    - $R_x = \sum F_{xi}$
    - $R_y = \sum F_{yi}$
  - En el espacio:  $\vec{R} = (R_x, R_y, R_z)$ 
    - $R_x = \sum F_{xi}$
    - $R_y = \sum F_{yi}$
    - $R_z = \sum F_{zi}$

## Torque:

- Es un ente físico que aplicado sobre un cuerpo produce un movimiento angular acelerado. Unidades: Nt-mt...Kg-m
- El torque producido por una fuerza es el producto vectorial por su posición
  - $\vec{T} = \vec{F} \times \vec{r}$
- Es un vector:
  - En el plano:  $\vec{T} = (T_x, T_y)$       En el espacio  $\vec{T} = (T_x, T_y, T_z)$
- Su magnitud también puede hallarse como:
  - $T = F \cdot d$     donde d= brazo mas corto de su línea de acción



$$|\vec{T}| = |\vec{F} \times \vec{r}| = F \cdot d$$

# TRABAJO - ENERGIA

## Trabajo:

El trabajo realizado por una fuerza es el producto de su componente en dirección del desplazamiento por la distancia recorrida:

$$W = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

## Energía:

Es un atributo de todo cuerpo o sistema material, en virtud al cual pueden transformarse su situación o estado

## Energía cinética:

Todo cuerpo en movimiento posee energía cinética que puede transformarse en energía potencia o transferirlos a otros y efectuar un trabajo

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

## Energía Potencial gravitatoria:

Todo cuerpo situado a una altura tiene una energía potencial que puede transformarse en energía cinética o efectuar un trabajo.

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

## Energía potencial elástica:

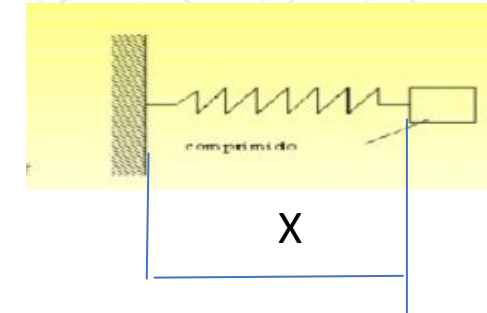
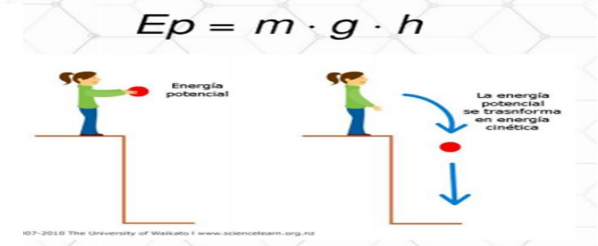
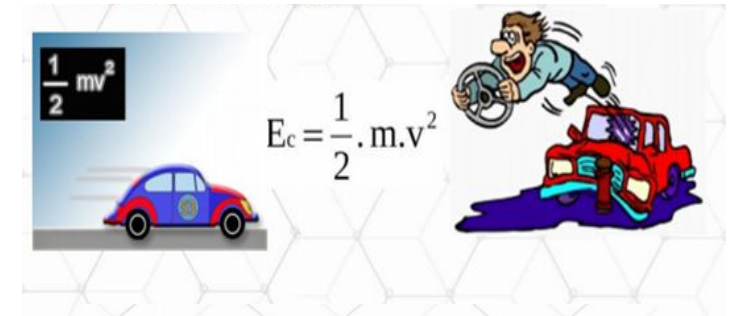
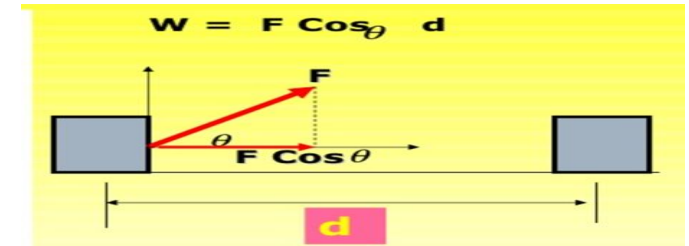
Es la energía almacenada en un cuerpo elástico, que puede transformarse en energía cinética o efectuar un trabajo

$$E_k = \frac{1}{2} K \cdot X^2$$

## Energía de rozamiento:

Es la energía perdida debido a la fuerza de rozamiento que hay entre dos superficies

$$E_f = f_r \cdot d \dots f_r = \mu \cdot N$$





# TRABAJO - ENERGIA

## □ Energía química:

Es la energía interna que posee un cuerpo o una sustancia, en base a los tipos de uniones químicas que se producen entre sus componentes y a la cantidad de energía que puede liberarse a partir de reacciones entre ellos. Esto puede ocurrir en presencia de fuentes de calor o de otras sustancias con las que se produce un intercambio de partículas.



## □ Energía eléctrica:

La **energía eléctrica** es una forma de **energía** que se deriva de la existencia en la materia de cargas **eléctricas** positivas y negativas **que se** neutralizan. La **energía eléctrica** puede transformarse en muchas otras formas de **energía**, tales como la **energía** luminosa o luz, la **energía** mecánica y la **energía** térmica.

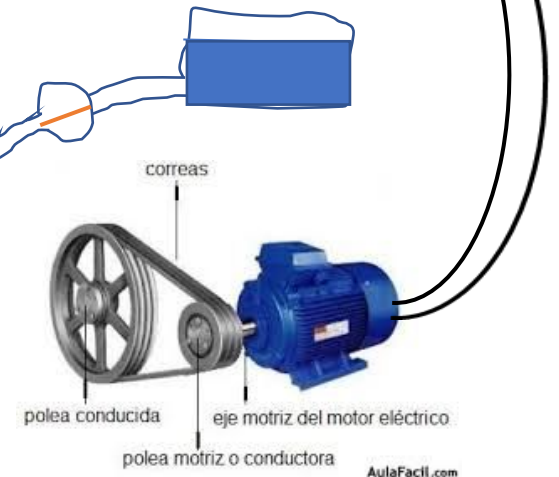
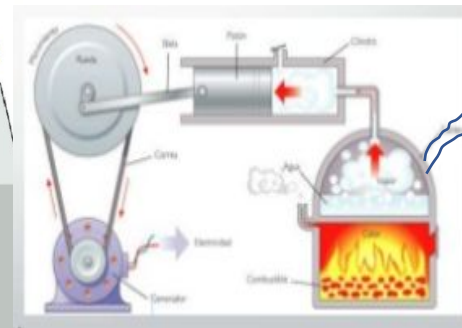
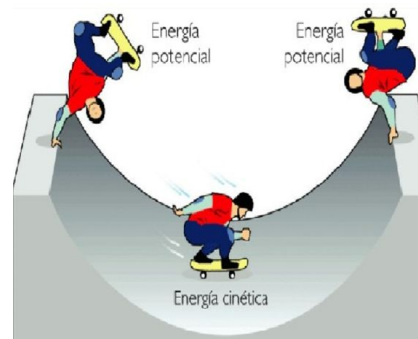


$$W = U \cdot I \cdot t \quad (\text{joules})$$

U= Tensión (volts)  
I= Corriente (amperes)  
t= Tiempo (seg)

## □ Conservación de la energía:

“La energía en un sistema no se crea ni se destruye solo se transforma”



## □ Cantidad de movimiento:

$$P = m \cdot v$$

## ➤ Fuerza de impacto:

$$F = \frac{m (V1 - V2)}{t}$$



# POTENCIA = Energía por unidad de tiempo

## ➤ Potencia:

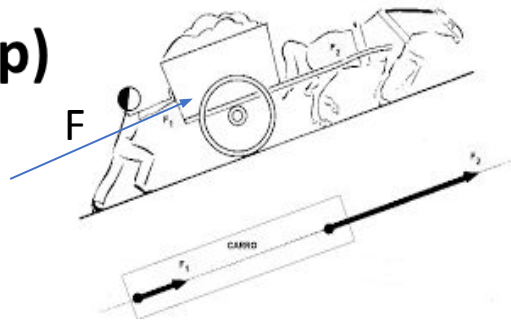
- Es la velocidad de la transformación de energía
- $Pot = \frac{E}{t}$  (Watz).... E= (joules) t=(seg)

- el **kiloWatio (kW)**, cuya equivalencia es: 1 kW = 1000 W
- el **Caballo de vapor (CV)**, cuya equivalencia es: 1 CV = 735 W

## ➤ Potencia para traslación:

$$Pot = \frac{F \cdot V}{75} \text{ (Hp)}$$

- F (Kgf)
- V (m/seg)



## ➤ Potencia para rotación:

$$Pot = \frac{Mt \cdot w}{75} \text{ (Hp)}$$

- Mt (Kgf-m)
- W (rad/seg)
- n (rpm)



## ➤ Potencia para corte:

$$Pot = \frac{Fc \cdot Vc}{75} \text{ (Hp)}$$

- Fc = Fuerza de corte (Kgf)
- Vc = Velocidad de corte (m/seg)



## ➤ Potencia para vencer inercias

$$Pot = \frac{Mt \cdot w}{75} \text{ (Hp)}$$

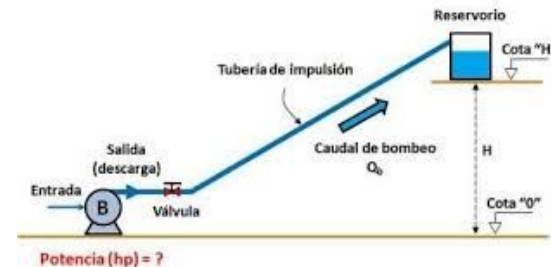
- $Mt = I \cdot \alpha = (Nt \cdot m) \cdot 1/9,8 = (Fgf \cdot m)$
- $I = \sum m \cdot r^2 = (kg \cdot m^2)$
- $\alpha = \frac{W}{t} \text{ (rad/seg}^2\text{)}$
- t= Tiempo para entrar en régimen permanente t= 0,1..... 28 Seg



## ➤ Potencia hidráulica

$$Pot = \frac{P \cdot Q}{75} \text{ (Hp)}$$

- $P = \gamma \cdot h = (Kgf/m^2)$
- $Q = (m^3/seg)$



## □ Potencia eléctrica:

$$P = V \cdot I$$

Donde:  
P es la potencia en vatios (W).  
V es el voltaje (V).  
I es la intensidad (A).

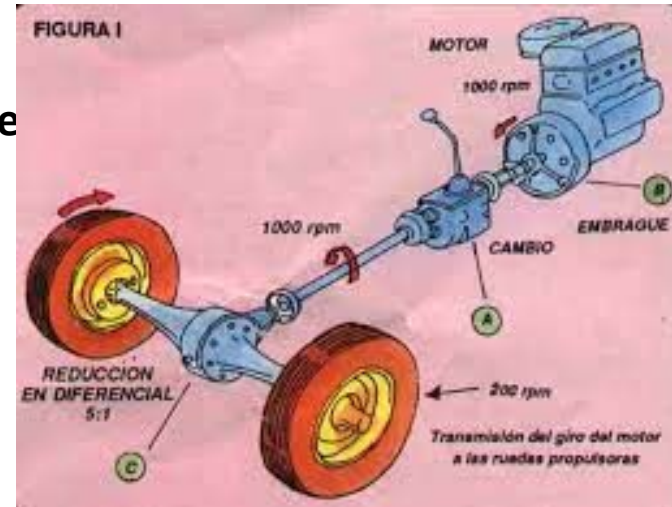
# MOTORES ELECTRICOS

## □ Conservación de la potencia:

“La potencia en un sistema no se crea ni se destruye solo se transforma”

Motor	Rotación sincrónica	
	60 Hz	50 Hz
2 polos	3.600 rpm	3.000 rpm
4 polos	1.800 rpm	1.500 rpm
6 polos	1.200 rpm	1.000 rpm
8 polos	900 rpm	750 rpm

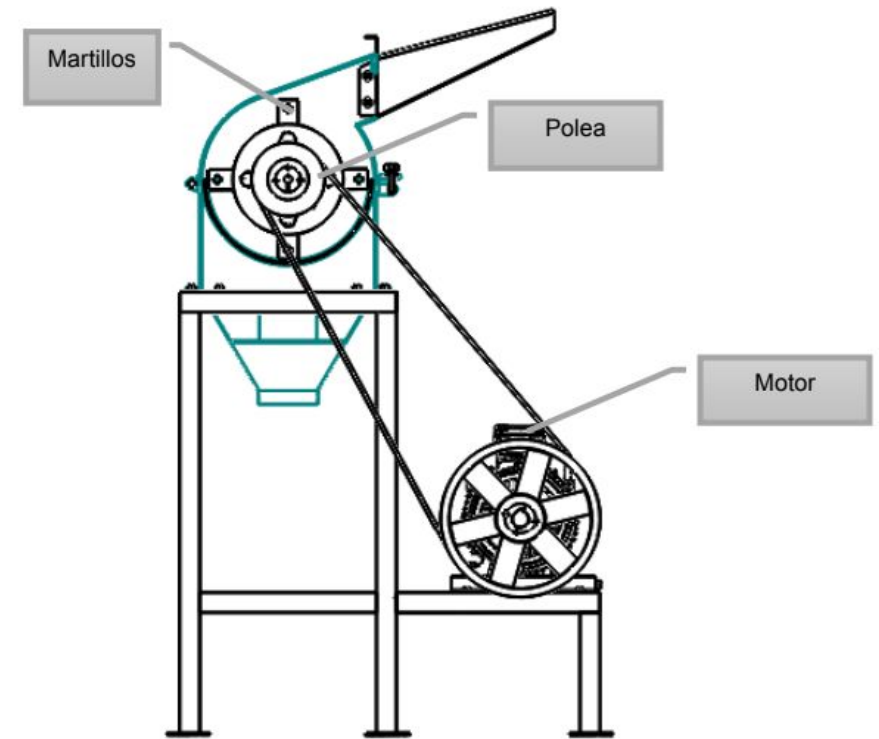
$$Pot = \frac{Mt \cdot w}{75} = \text{ctte}$$



Alumno: J.Torres // Prof: F. Calvo  
Ciclo: CFGS Desarrollo proy. mec.// 08-09



Potencia	Potencia	Corriente nominal	Corriente de arranque	Velocidad	Rendimiento	Cos φ
0,5 CV	0,37 kW	1,09 A	4,4 Xn	1.390 rpm	74%	0,7
0,75 CV	0,55 kW	1,43 A	7 Xn	1.440 rpm	75%	0,79
1 CV	0,75 kW	1,92 A	6,5 Xn	1.415 rpm	76%	0,92
1,5 CV	1,9 kW	2,75 A	5,5 Xn	1.440 rpm	77%	0,79
2 CV	1,50 kW	3,37 A	7,5 Xn	1.420 rpm	90%	0,94
3 CV	2,20 kW	4,91 A	7,5 Xn	1.420 rpm	93%	0,92
4 CV	3 kW	6,42 A	7,5 Xn	1.420 rpm	94%	0,95
5,5 CV	4 kW	9,45 A	7,5 Xn	1.430 rpm	96%	0,94
7,5 CV	5,5 kW	11,9 A	7,3 Xn	1.470 rpm	99%	0,95
9 CV	7,5 kW	15,1 A	7,5 Xn	1.470 rpm	99%	0,95
15 CV	11 kW	22,9 A	7 Xn	1.470 rpm	90%	0,94
20 CV	15 kW	30,3 A	6 Xn	1.460 rpm	91%	0,93
25 CV	19,5 kW	36,5 A	7,5 Xn	1.470 rpm	92%	0,94
30 CV	22 kW	42,2 A	7,5 Xn	1.475 rpm	92%	0,96

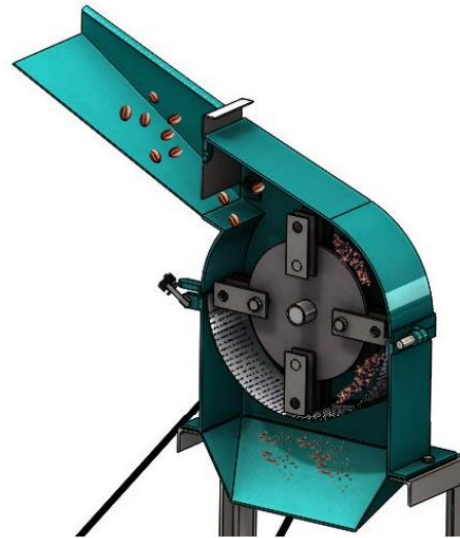


# PASOS PARA EL CALCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE UNA MAQUINA

**Paso 1.-** Diseño del mecanismo de aplicación (corazón de la máquina)

**Fuentes:**

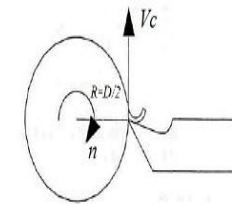
- Bibliografía
- Catálogos
- Internet
- Maquinas similares
- Diseño propio



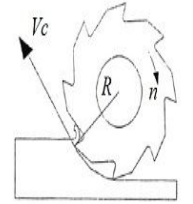
**Paso 2.-** Determinar la **velocidad optima** de procesamiento

**Fuentes:**

- Bibliografía
- Catálogos
- Internet
- Maquinas similares
- Pruebas de laboratorio



Velocidad de corte en torneado



Velocidad de corte en fresado

**Paso 3.-** Determinar la **potencia efectiva** de procesamiento Y SELECCIONAR EL MOTOR ELECTRICO

**Fuentes:**

- Bibliografía
- Internet
- Modelo propio

**Paso 4.-** Análisis comparativo de la potencia calculada

**Fuentes:**

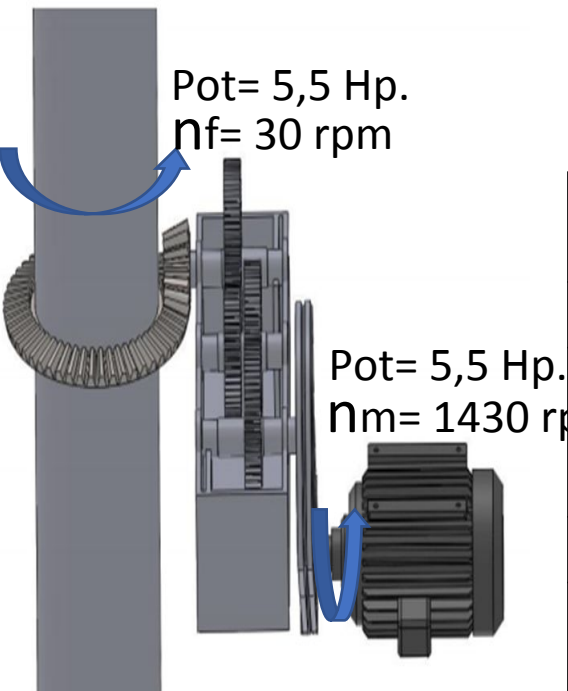
- Catálogos
- Internet
- Maquinas similares



## Paso 5.- Diseño del tren de velocidades:

Relacion de velocidades máximas recomendadas:

- Correas  $i = 6/1$
- Cadenas  $i = 8/1$
- Engranajes  $i = 4/1$



Características de los mecanismos de transmisión

Característica	Ruedas fricción	Engranajes rectos	Correas planas	Correas trapezoidales	Correas síncronas	Cadena
Potencia máx. [kW]	80	80000	200	350	120	400
Par máximo [kNm]	5	7000	3	5	1	40
Velocidad lineal máx [m/s]	20	30	100	30	60	10
Rendimiento	0.95	0.97	0.87	0.97	0.96	0.95
Velocidad mínima (rpm)	s	n	200	150	n	n
$I = W1/W2$ máxima	3/1	4/1	20/1	6/1	8/1	8/1
Tensión requerida	s	n	s	s	n	n
Carga en rodamiento	alta	baja	alta	alta	baja	baja
Precisión	media	alta	baja	baja	baja	media
Deslizamiento	s	n	s	s	n	n
Ruido	bajo	medio	bajo	bajo	bajo	alto
Limitador de carga	s	n	s	s	n	n
Precio	bajo	alto	bajo	medio	medio	medio

Velocidad muy baja < 100 rpm

Velocidad baja : 100 rpm .. 500 rpm

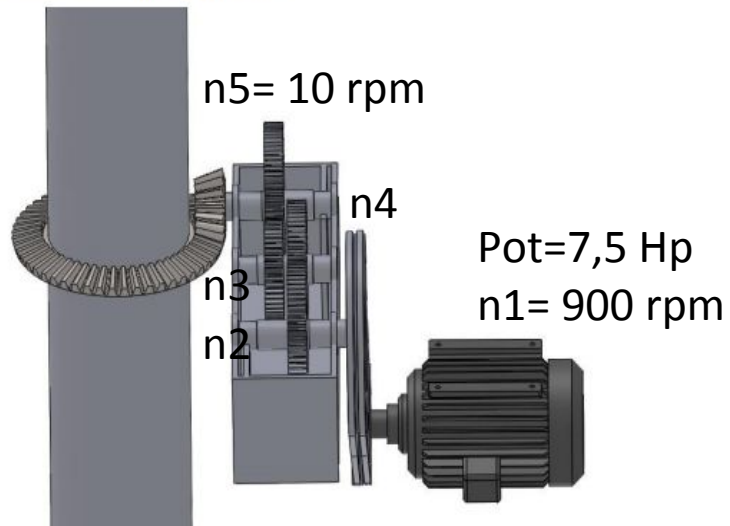
Velocidad medias : 1000 a 2000 rpm

Velocidad alta: 2000 a 3500 rpm

Velocidad muy altas > 3500 rpm

## Paso 6.- Calculo y dimensionamiento de elementos de maquinas

- 6.1.- Dimensionamiento de Engranajes
- 6.2.- Dimensionamiento de correas
- 6.3.- Dimensionamiento de cadenas
- 6.4.- Dimensionamiento de ejes
- 6.5.- Dimensionamiento de chavetas
- 6.6.- Dimensionamiento de cojinetes



### 6.5.- Dimensionamiento de ejes.-

#### Datos:

- Pot (hp)
- n (rpm)
- Material del eje

#### ➤ Potencia para rotación :

$$\text{Pot} = \frac{Mt * w}{75} \text{ (Hp)}$$

- Mt (Kgf-m)
- W (rad/seg)
- n (rpm)

$$W = \frac{2\pi * n}{60}$$

$$\tau_{\max} = \frac{Mt_{\max}}{Z_p} \leq \tau_{\text{adm}} \quad Z_p = \frac{\pi * d^3}{16}$$

# EJEMPLO 1: Calculo y dimensionamiento de un guinche

## Datos:

- Capacidad max.= 500 Kg
- Trabajo: 8 Hrs./dia

## Paso 1.- Diseño del mecanismo :

## Paso 2.- Determinación de la velocidad optima de proceso:

- De catálogos:  $V = 10 \dots 40 \text{ m/min}$
- Sea  $V = 20 \text{ m/min} = 0,33 \text{ m/seg.}$

## Paso 3.- Cálculo de la potencia efectiva:

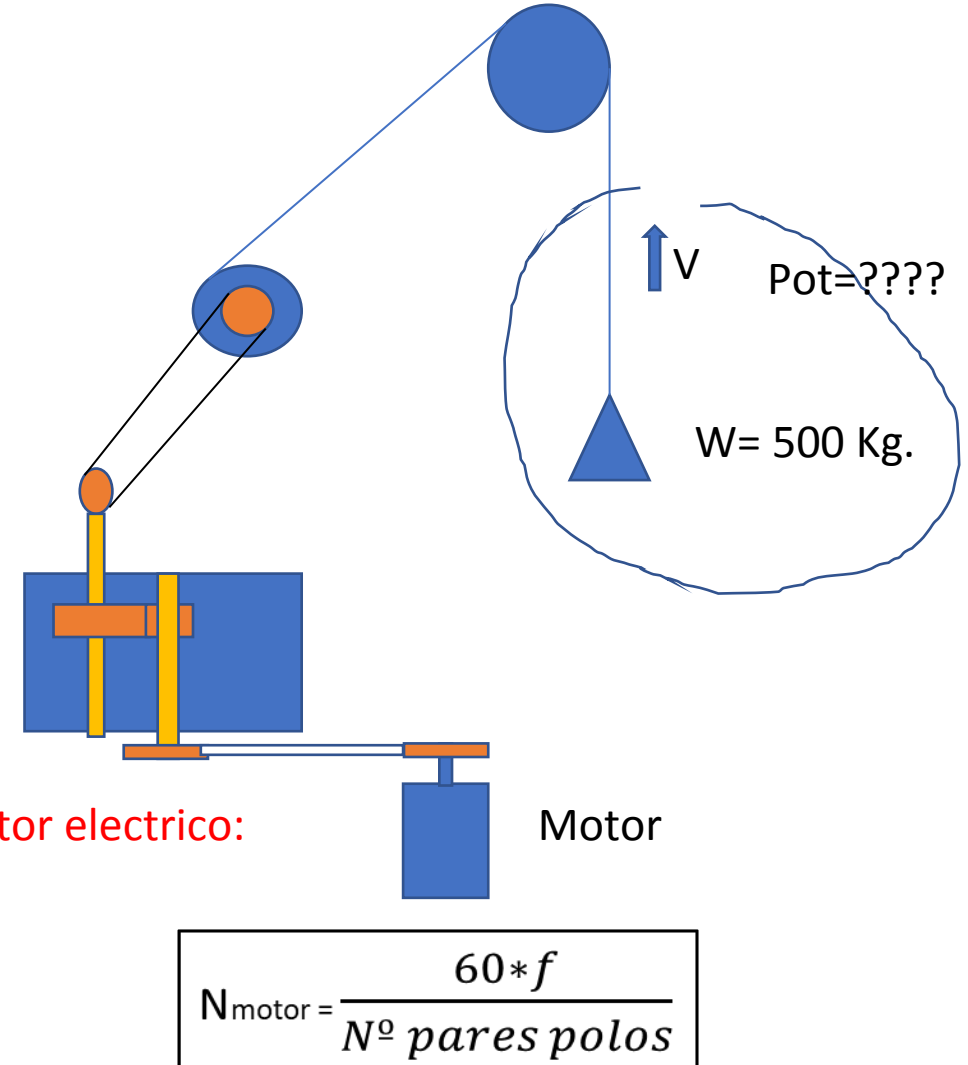
$$\text{Pot} = \frac{F \cdot V}{75} = \frac{500 \cdot 0,33}{75} = 2,2 \text{ hp}$$

## Paso 4.- Cálculo de la potencia requerida:

$$\text{Potr} = \text{Pot} / \eta = 2,2 / 0,9 = 2,40 \text{ hp}$$

## Paso 5.- Selección del motor electrico:

- Pot= 3 hp
- $n = 1420 \text{ rpm}$





# EJEMPLO 1: Calculo y dimensionamiento de un guinche

Paso 6.- Diseño del mecanismo de reducción de velocidades:

**Velocidad del tambor:**

$$V = W \cdot R = 2\pi \cdot n \cdot R$$

Sea diametro del tambor= 30 cm= 0,3 m

$$n = \frac{V}{2\pi \cdot R} = \frac{20}{2\pi \cdot 0,15} = 21 \text{ rpm}$$

**n4= 21 rpm**

**Selección de velocidades:**

**1era aproximación:**

$$I_{34} = \text{Cadena} = \frac{n_3}{n_4} = \frac{4}{1} \dots\dots\dots n_3 = 4 \cdot 21 = 84$$

$$I_{23} = \text{Engranaje} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{2}{1} \dots\dots\dots n_2 = 2 \cdot 84 = 168$$

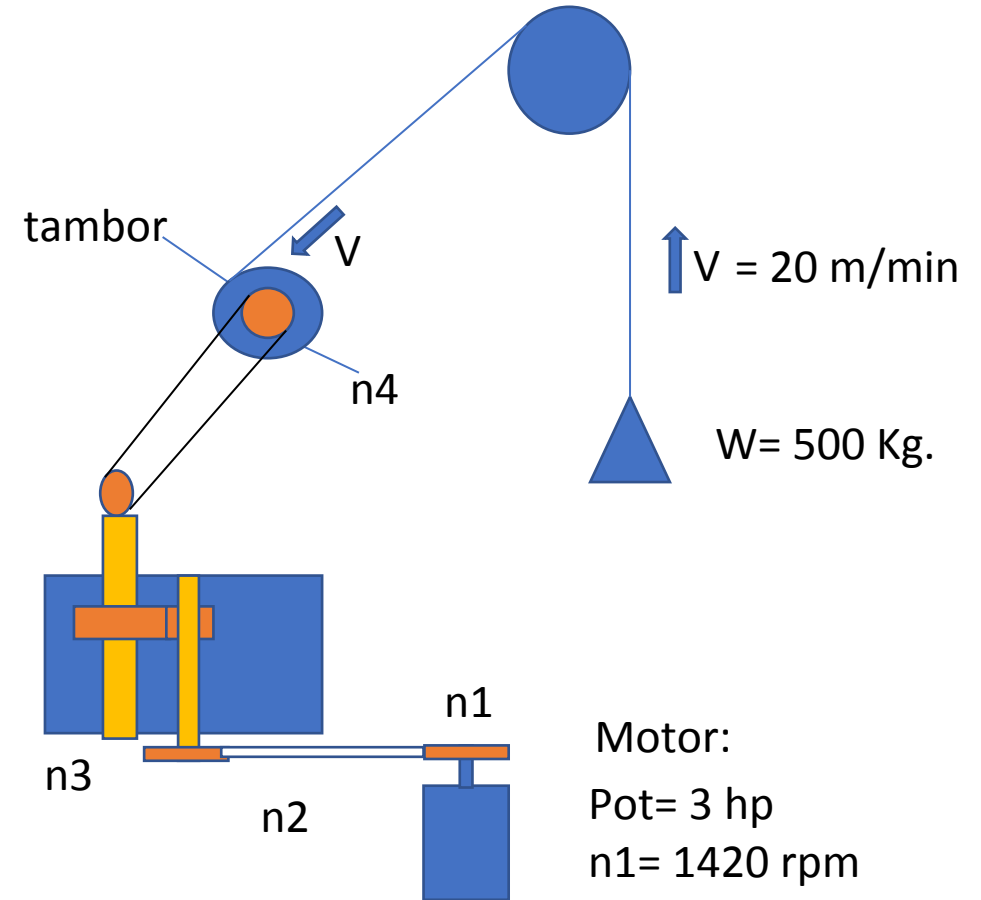
$$I_{12} = \text{Correa} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1420}{168} = \frac{8,4}{1} \dots\dots\dots \text{Muy grande... no cumple}$$

**2da aproximación:**

$$I_{34} = \text{Cadena} = \frac{n_3}{n_4} = \frac{5}{1} \dots\dots\dots n_3 = 5 \cdot 21 = 105$$

$$I_{23} = \text{Engranaje} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{3}{1} \dots\dots\dots n_2 = 3 \cdot 105 = 315$$

$$I_{12} = \text{Correa} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1420}{315} = \frac{4,5}{1} \dots\dots\dots \text{cumple}$$



$$Pot = \frac{M_t \cdot W}{75}$$

$$W = \frac{2\pi n}{60}$$

$$\frac{M_t}{Z_p} \leq \tau_{adm}$$

Motor:  
Pot= 3 hp  
n1= 1420 rpm

# EJEMPLO 1: Calculo y dimensionamiento de un guinche

Paso 7.- Dimensionamiento de los ejes:

Eje 2:

Datos:

Pot= 3 Hp

n2 = 315 rpm

Material : SAE 1040

$\sigma_f = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

$\tau_f = 0,5 \sigma_f$

n = 2

$$\text{Pot} = \frac{Mt \cdot W}{75}$$

$$W = \frac{2\pi n}{60} = 32,99 \text{ rad/seg}$$

$$Mt = \frac{75 \cdot 3}{32,99} = 6,82 \text{ Kg.m}$$

$$\frac{Mt}{Z_p} \leq \tau_{adm} \quad Z_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot Mt}{\pi \cdot \tau}}$$

$$d \geq 1,49 \text{ cm} \dots d = 5/8'' = 1,58 \text{ cm}$$

Eje 3:

Datos:

Pot= 3 Hp

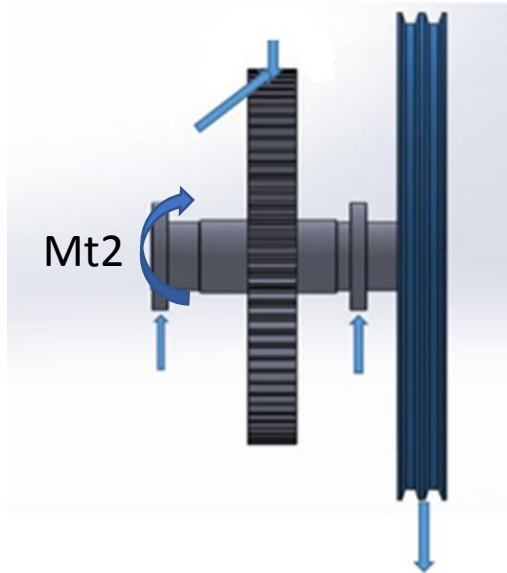
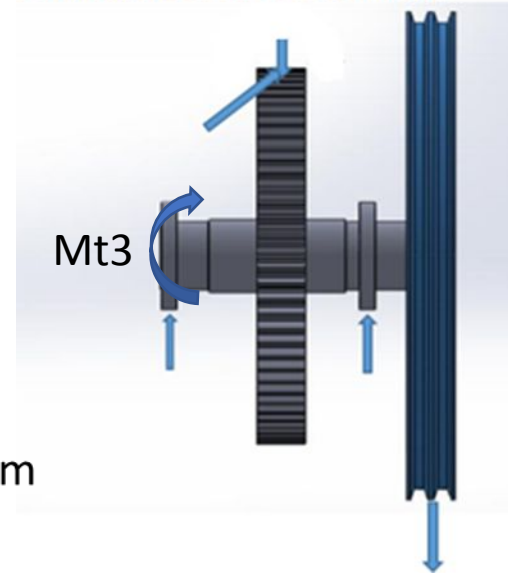
n3 = 105 rpm

$$W_3 = \frac{2\pi \cdot 105}{60} = 10,9 \text{ rad/seg}$$

$$Mt_3 = \frac{75 \cdot \text{Pot}}{W_3} = 20,64 \text{ Kg.m}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot Mt}{\pi \cdot \tau}}$$

$$d \geq 2,15 \text{ cm} \dots d = 7/8'' = 2,22 \text{ cm}$$

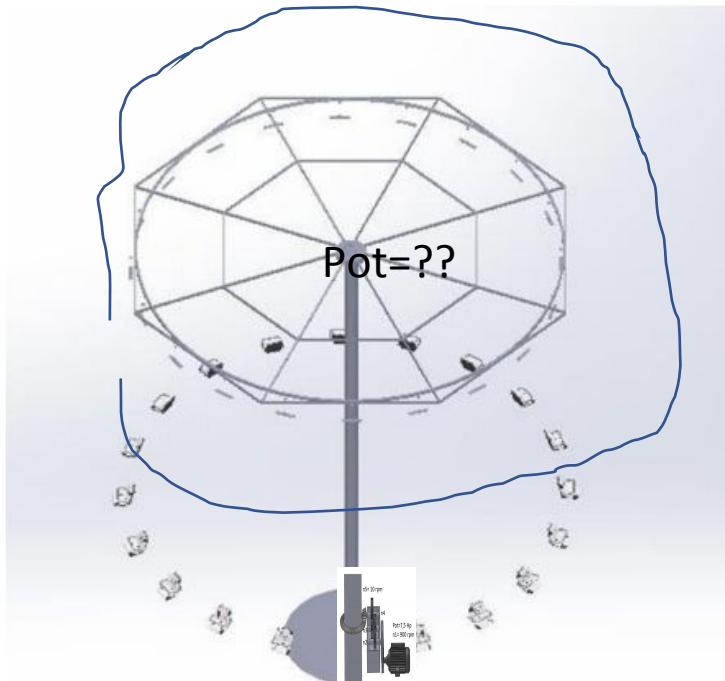


# EJEMPLO 2 – CARRUSEL

## Paso 1.- Diseño del carrusel :

### Datos:

- Capacidad de 20 sillas colgantes
- Peso máximo por silla 100 kg
- Altura del poste de 10 metros
- Distancia entre sillas mínimo de 2 metros



### Calculo del radio minimo del carrusel :

$$\text{Perimetro} = 2\pi R = N(\text{asientos}) * \text{paso}$$

$$R = \frac{N * P}{2\pi} = \frac{20 * 2}{2 * \pi} = 6,37 \text{ m}$$

### Paso 2.- Cálculo de la velocidad de giro

De catálogos.... n= 10---30 rpm

#### 1era aproximación:

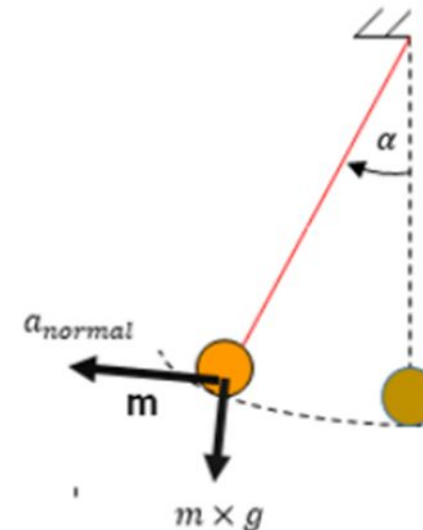
sea n= 20,45 rpm

$$\omega = \frac{2 * 3.14 * 20.45}{60} [\text{rad/s}]$$

$$\omega = 2.14 [\text{rad/s}]$$

$$V = \omega * R = 2,14 * 6.37 = 13,63 \text{ m/seg}$$

$$a_r = \frac{V^2}{R} = 29,16 \text{ m/seg}^2$$



$$\tan \alpha = \frac{m \times a_{normal}}{m \times g}$$

m: masa total

$a_{normal}$ : aceleracion normal

g: gravedad

$$\tan \alpha = \frac{a_{normal}}{g}$$

$$\tan \alpha = \frac{29,16}{9,8}$$

$$\alpha = 71,4^\circ \text{ MUCHOO}$$

# EJEMPLO 2

## Segunda aproximación:

Sea:  $n = 10 \text{ rpm}$

$$W = \frac{2 \cdot \pi \cdot 10}{60} = 1,04 \text{ rad/seg}$$

$$V = W \cdot R = 6,62 \text{ m/seg}$$

$$a_r = \frac{V^2}{R} = 6,87 \text{ m/seg}^2$$

$$\tan \alpha = \frac{a_{normal}}{g}$$
$$\tan \alpha = \frac{6,87}{9,8}$$

$$\alpha = 35^\circ \text{ OK}$$

## Paso 3.- Calculo de la potencia:

$$Pot = \frac{Mt \cdot W}{75} \text{ (Hp)} \quad ; \quad Mt = I \cdot \alpha \quad ; \quad \alpha = \frac{W}{t} \quad ; \quad I = \sum m \cdot r^2 \quad ; \quad W = \frac{2 \pi \cdot n}{60}$$

$$I = 20 \cdot 100 \cdot 6,37^2 = 81153 \text{ Kg} \cdot m^2 \quad \text{Sea: } t = 20 \text{ seg.}$$

$$\alpha = \frac{1,04}{20} = 0,052 \text{ rad/seg}^2$$

$$Mt = 81153 \cdot 0,052 = 4120 \text{ Nt} \cdot m = 430 \text{ Kgf} \cdot m$$

$$Pot = \frac{430 \cdot 1,04}{75} = 5,96 \text{ Hp}$$

$$Pot = Pot_{real} \cdot \eta = 5,96 \cdot 0,8 = 4,77 \text{ Hp}$$

## Calculo de la potencia Corregida:

Máquinas motrices	Motores eléctricos cd = 2 cn Motores térmicos multicilindros > 600 rpm			Motores eléctricos c maxi > 2 cn Monocilindro < 600 rpm		
	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d
Cargas uniformes ligeras: Agitadores para líquidos, bombas y compresores centrifugos-ventiladores hasta 7,5 Kw Pequeños transportadores	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Cargas uniformes medias: Transportadores de cinta (arena, grano) Ventiladores superiores 7,5 Kw Generadores-alternadores, máquinas herramientas Maquinaria artes gráficas, prensas, cizallas, lavadoras, bombas rotativas.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Cargas irregulares con sobrecargas: Maquinaria para ladrillos y cerámica Elevadores con canchales Compresores y bombas de pistones Maquinaria papel. Pulverizadores, Maquinaria textil.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Cargas irregulares y sobrecargas importantes: Molinos, machacadoras, laminadoras, calandras mezcladoras, Gruas, dragas.	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,8
Cargas muy irregulares y grandes sobrecargas.	2	2	2	2	2	2

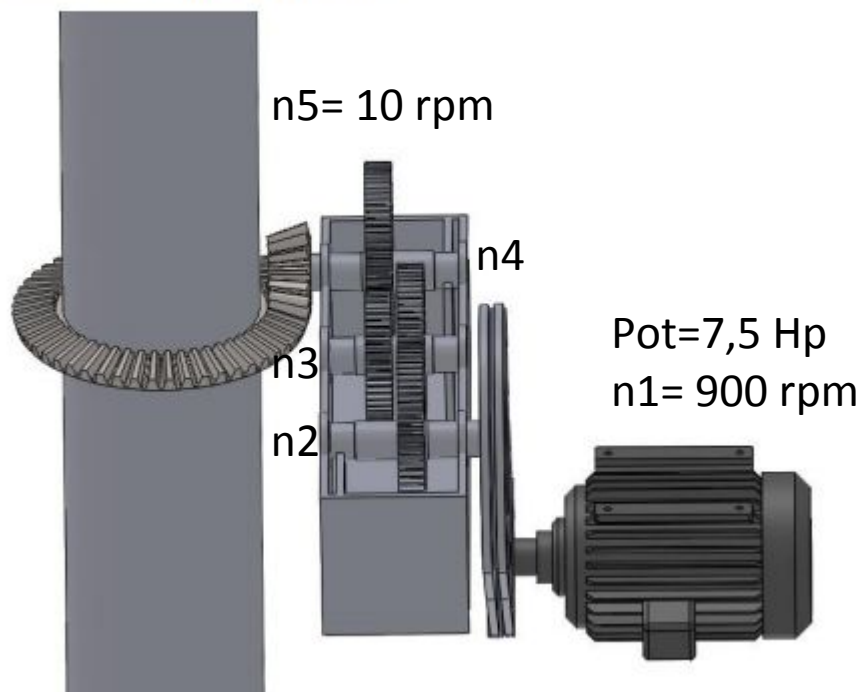
$$P_c = \text{Factor de servicio} \cdot Pot$$

## SELECCION DEL MOTOR

TIPO	MODELO	TENSION TRIFASICO (V)	n (RPM)	Pot (HP)	#PP
	WEG	380	900	7,5	4

# EJEMPLO 2

## Paso 4.- Diseño del mecanismo de reducción de velocidades:



$$i_{54} = \frac{3}{1} \longrightarrow n_4 = 3 \cdot 10 = 30 \text{ rpm}$$

$$i_{43} = \frac{3}{1} \longrightarrow n_3 = 3 \cdot 30 = 90 \text{ rpm}$$

$$i_{32} = \frac{3}{1} \longrightarrow n_2 = 3 \cdot 90 = 360 \text{ rpm}$$

$$i_{21} = \frac{900}{360} = \frac{2,5}{1} \text{ OK}$$

# EJEMPLO 2

## Paso 5.- Dimensionamiento de ejes:

### Eje 2:

Datos:

Pot= 7,5 Hp

n2 = 360 rpm

Material: SAE 4045, n=2

$$W2 = \frac{2\pi \cdot 360}{60} = 37,69 \text{ rad/seg}$$

$$Mt3 = \frac{75 \cdot Pot}{W3} = 14,92 \text{ Kg.m}$$

$$d2 \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot Mt}{\pi \cdot \tau}}$$

$$d2 \geq 1,93 \text{ cm} \dots d2 = 7/8'' = 2,22 \text{ cm}$$

### Eje 3:

Datos:

Pot= 7,5 Hp

n3 = 90 rpm

$$W3 = \frac{2\pi \cdot 90}{60} = 9,42 \text{ rad/seg}$$

$$Mt3 = \frac{75 \cdot Pot}{W3} = 37,7 \text{ Kg.m}$$

$$d3 \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot Mt}{\pi \cdot \tau}}$$

$$d3 \geq 2,63 \text{ cm} \dots d = 1 \cdot 1/8'' = 2,85 \text{ cm}$$

### Eje 4:

Datos:

Pot= 7,5 Hp

n3 = 30 rpm

$$W4 = \frac{2\pi \cdot 30}{60} = 3,14 \text{ rad/seg}$$

$$Mt4 = \frac{75 \cdot Pot}{W3} = 179,1 \text{ Kg.m}$$

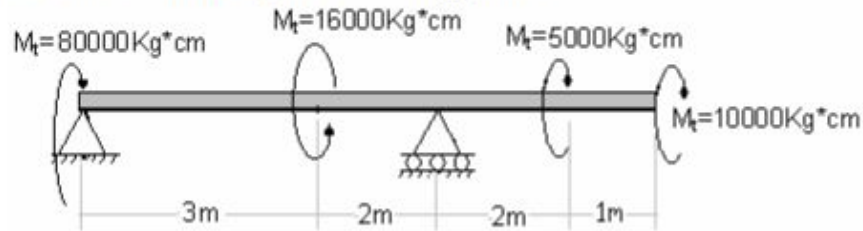
$$d4 \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot Mt}{\pi \cdot \tau}}$$

$$d4 \geq 4,42 \text{ cm} \dots d = 1 \cdot 3/4'' = 4,44 \text{ cm}$$

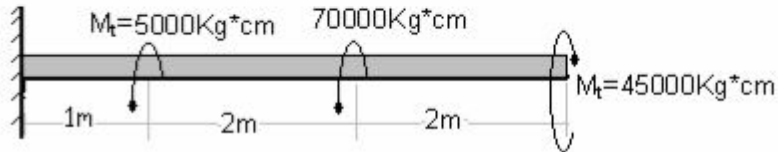


# PRACTICA

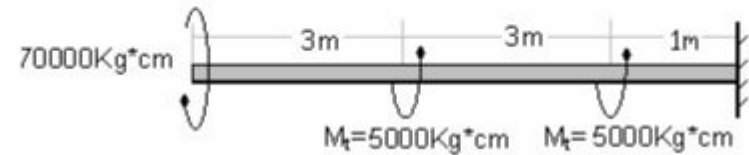
9.3.- Calcular la dimensión de una viga de sección circular, para el sistema mostrado a continuación: Si  $E=2.1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\bar{\theta}=0.8^\circ$  y  $\mu=0.2$ .



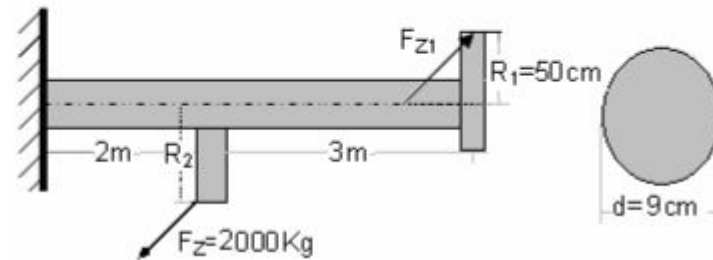
9.4.- Calcular la dimensión de una viga de sección transversal circular, para el sistema mostrado a continuación: Si  $E=2.1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\bar{\theta}=1.2^\circ$  y  $\mu=0.3$ .



9.5.- Calcular el ángulo de torsión total de una viga de sección transversal circular de diámetro  $10\text{cm}$ , para el sistema mostrado a continuación: Si  $E=2.1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$  y  $\mu=0.2$ .

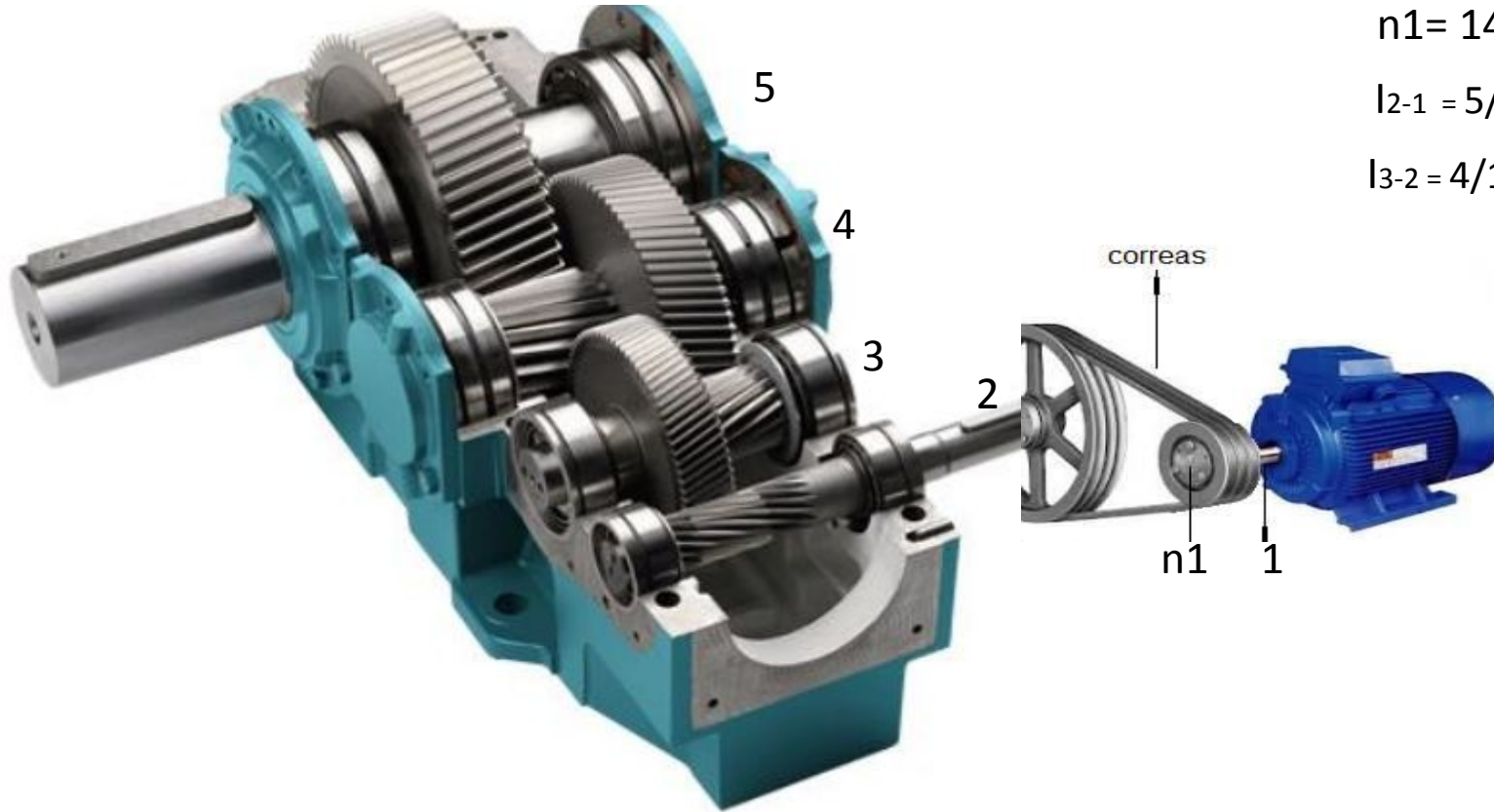


9.7.- Calcular el ángulo de torsión total de una viga de sección transversal circular de diámetro de  $15\text{cm}$ : Si  $F_{Z1}=4000 \text{ Kg}$ ,  $R_2=20\text{cm}$ ,  $\mu=0.3$  y  $E=1.5 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$ .



# PRACTICA

## PREGUNTA 5.-



### Datos:

Pot= 40 Hp

$n_1 = 1450$  rpm

$i_{2-1} = 5/1$     $i_{4-3} = 3/1$

$i_{3-2} = 4/1$     $i_{5-4} = 3/1$

### Material:

SAE 1045

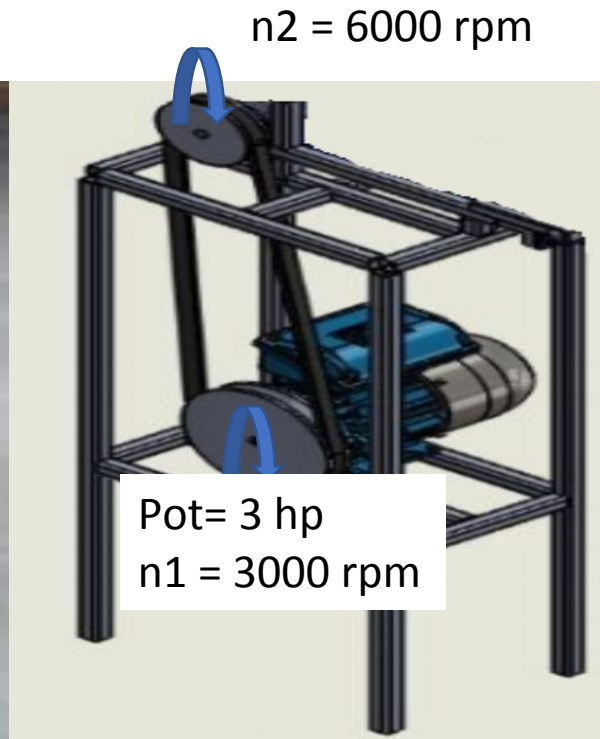
$\sigma_f = 4200$  Kg/cm<sup>2</sup>

$\tau_f = 0,5 \sigma_f$

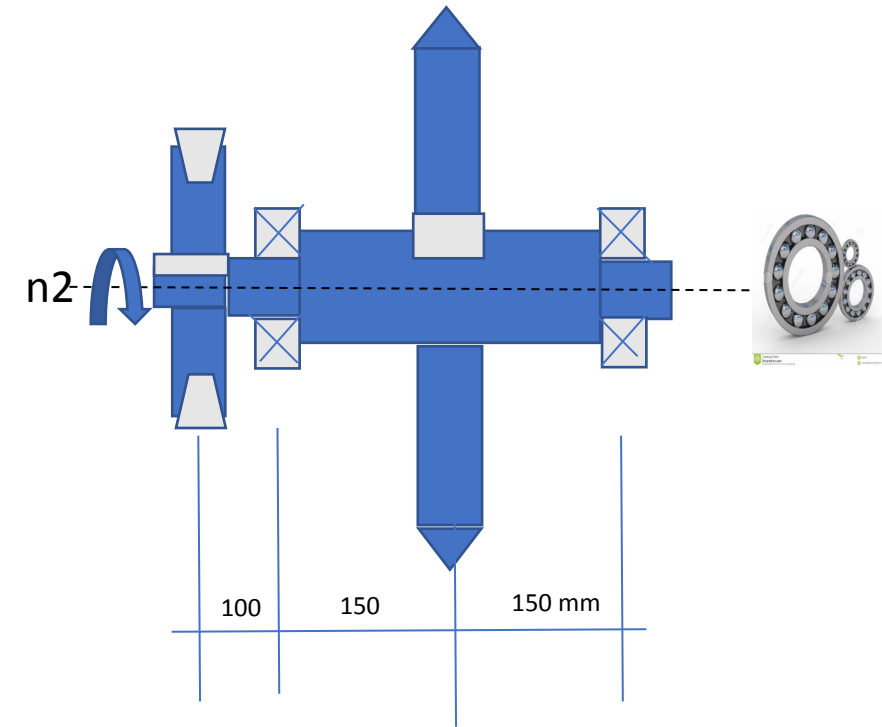
$n = 2$

Hallar el diametro de los ejes

### Pregunta 6.-



Dimensionar el eje a torsión, para un Material SAE 1045





**GRACIAS.....**