

## EJE DE TRANSMISIÓN

"Elemento cilíndrico de sección circular que transmite un momento de giro y que puede llevar montados distintos elementos mecánicos de transmisión de potencia (engranajes, poleas, volantes, etc.)"

Árbol → Sometido a torsión, transmisión de potencia

Eje → No está sometido a torsión, sin transmisión de potencia

### Tipos de cargas

- Flexión
  - Tracción / Compresión
  - Torsión
- (Solos ó combinadas)*



## DISEÑO DEL EJE

Predimensionamiento mediante estudio estático



Optimización mediante estudio dinámico



**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

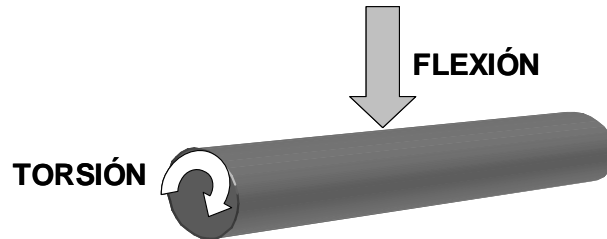
---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Cartagena99

## CÁLCULO DE UN EJE PARA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS

*Ejemplo: Eje que transmite potencia (TORSIÓN) sobre el que está montada una rueda de dentado recto (FLEXIÓN)*



$$\text{FLEXIÓN} \quad \sigma_x = \frac{M \cdot d / 2}{I} = \frac{32 \cdot M}{\pi \cdot d^3}$$

$$\text{TORSIÓN} \quad \tau_{xy} = \frac{T \cdot d / 2}{J} = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3}$$

$\sigma_x$  = Tensión de flexión (esfuerzo normal según la dirección x).

$\tau_{xy}$  = Tensión de torsión (esfuerzo tangencial en el plano xy).

M = Momento flector en la sección crítica.

I = Momento de inercia transversal del eje =  $\frac{\pi \cdot d^4}{64}$

T = Momento torsor en la sección crítica.

J = Momento de inercia polar del eje =  $\pi \cdot d^4$

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Cartagena99

Cálculo de la tensión cortante máxima

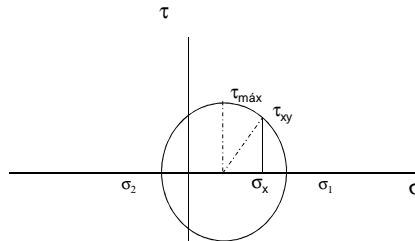
$$\tau_{\max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\tau_{\max} = \frac{16}{\pi \cdot d^3} \sqrt{M^2 + T^2}$$

Teoría E.C.M.

$$S_{sy} = S_y / 2 \quad n = S_{sy} / \tau_{\max}$$

$$d = \left[ \frac{32 \cdot n}{\pi \cdot S_y} (M^2 + T^2)^{1/2} \right]^{1/3}$$



Teoría V.M.

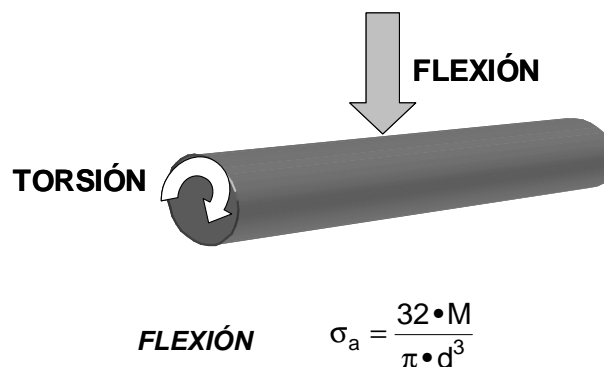
$$S_{sy} = 0.577 \cdot S_y \quad n = S_{sy} / \tau_{\max}$$

$$d = \left[ \frac{27.7 \cdot n}{\pi \cdot S_y} (M^2 + T^2)^{1/2} \right]^{1/3}$$



Área de Ingeniería Mecánica

## CÁLCULO DE UN EJE PARA RESISTENCIA A CARGAS DINÁMICAS



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## CÁLCULO DE UN EJE PARA RESISTENCIA A CARGAS DINÁMICAS

## TEORÍAS

- **Teoría de Sines:** “La resistencia a fatiga por flexión no varía por la existencia de un esfuerzo medio de torsión hasta que  $\tau_{max} = 1,5 S_{sy}$ ”

$$n = \frac{S_e}{\sigma_a} \Rightarrow n = \frac{S_e}{\frac{32 \cdot M}{\pi \cdot d^3}} \Rightarrow d = \left[ \frac{32 \cdot n \cdot (M)}{\pi \cdot S_e} \right]^{1/3}$$

✓ Comprobación de fluencia

- **Teoría de Soderberg**

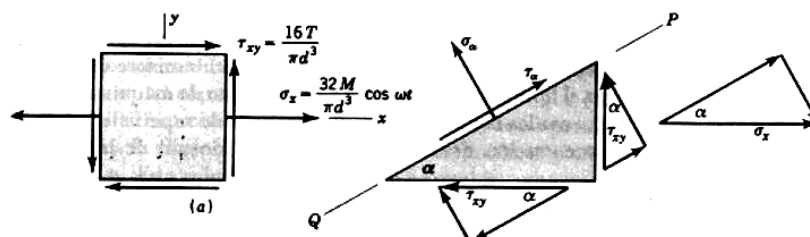
- **Teoría de Goodman**



Área de Ingeniería Mecánica

## Ejemplo de análisis de un eje a fatiga Teoría de Soderberg + T.C.M.

Elemento de esfuerzo en la superficie de un eje macizo de sección circular girando a una velocidad de  $\omega$  rad/s.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

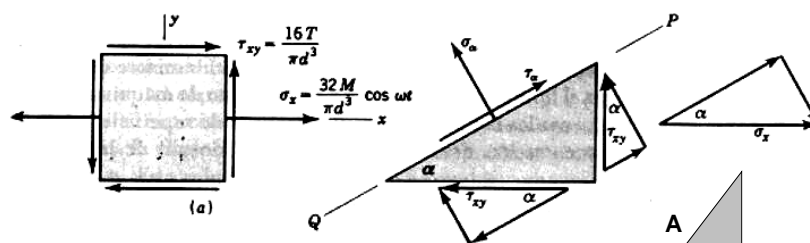
Cartagena99

*Ejemplo de análisis de un eje a fatiga Teoría de Soderberg + T.C.M.*

**¿Cuál será el valor de las tensiones en función de la variación del ángulo?**



**DETERMINACIÓN DEL PLANO DE FALLA**



**Equilibrio de esfuerzos cortantes**

$$A \cdot \tau_{\alpha} + A_1 \cdot \sigma_x \cdot \cos \alpha + A_1 \cdot \tau_{xy} \cdot \sin \alpha - A_2 \cdot \tau_{xy} \cdot \cos \alpha = 0$$

Cartagena99

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

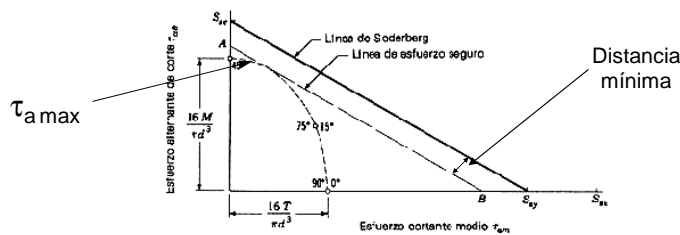
**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

**Equilibrio de esfuerzos cortantes**

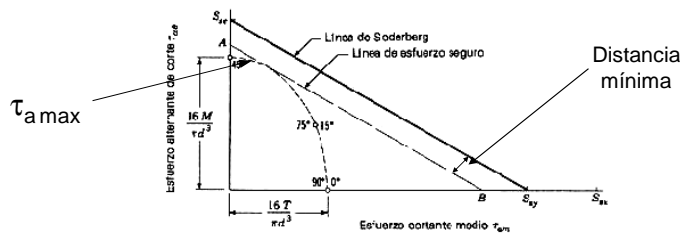
$$\tau_{\alpha} + \sigma_x \cdot \text{sen}\alpha \cdot \text{cos}\alpha + \tau_{xy} \cdot \text{sen}^2\alpha - \tau_{xy} \cdot \text{cos}^2\alpha = 0$$

$$\sigma_x = \frac{32 \cdot M}{\pi \cdot d^3} \cdot \text{cos}\omega t \quad \tau_{xy} = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3}$$

$$\tau_{\alpha} = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3} \cdot \text{cos}2\alpha - \frac{16 \cdot M}{\pi \cdot d^3} \cdot \text{sen}2\alpha \cdot \text{cos}\omega t$$



$\tau_{a max}$  Punto de la elipse por el cual pasa una recta paralela a la línea de Soderberg y cuya distancia a la misma es mínima



$$\pi \cdot d^3$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



## TABLA RESUMEN

	<b>TEORÍA DE SODERBERG</b>	<b>TEORÍA DE GOODMAN</b>
<b>EXPRESION GENERAL</b>	$d = \left[ \frac{16 \cdot n}{\pi} \left( \left( \frac{T}{S_{sy}} \right)^2 + \left( \frac{M}{S_{se}} \right)^2 \right)^{1/2} \right]^{1/3}$	$d = \left[ \frac{16 \cdot n}{\pi} \left( \left( \frac{T}{S_{su}} \right)^2 + \left( \frac{M}{S_{se}} \right)^2 \right)^{1/2} \right]^{1/3}$
<b>T.C.M.</b> <b>(S<sub>sy</sub> = 0,5 S<sub>y</sub>)</b> <b>(S<sub>se</sub> = 0,5 S<sub>e</sub>)</b>	$d = \left[ \frac{32 \cdot n}{\pi} \left( \left( \frac{T}{S_y} \right)^2 + \left( \frac{M}{S_e} \right)^2 \right)^{1/2} \right]^{1/3}$	$d = \left[ \frac{32 \cdot n}{\pi} \left( \left( \frac{T}{S_u} \right)^2 + \left( \frac{M}{S_e} \right)^2 \right)^{1/2} \right]^{1/3}$
<b>T.V.M.</b> <b>(S<sub>sy</sub> = 0,577 S<sub>y</sub>)</b> <b>(S<sub>se</sub> = 0,577 S<sub>e</sub>)</b>	$d = \left[ \frac{27.7 \cdot n}{\pi} \left( \left( \frac{T}{S_y} \right)^2 + \left( \frac{M}{S_e} \right)^2 \right)^{1/2} \right]^{1/3}$	$d = \left[ \frac{27.7 \cdot n}{\pi} \left( \left( \frac{T}{S_u} \right)^2 + \left( \frac{M}{S_e} \right)^2 \right)^{1/2} \right]^{1/3}$



## CASO GENERAL

*Eje sometido a esfuerzos variables combinados*

**FLEXIÓN**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Medio } (M_m) \\ \text{Alternante } (M_a) \end{array} \right.$       **TORSIÓN**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Medio } (T_m) \\ \text{Alternante } (T_a) \end{array} \right.$

$$\frac{T}{S_y} \equiv \frac{T_a}{S_e} + \frac{T_m}{S_y}$$

$$\frac{M}{S_y} \equiv \frac{M_a}{S_e} + \frac{M_m}{S_y}$$

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Cartagena99