

# NOTA PARA TECNOLOGÍA DE MANTENIMIENTO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS:

## Concentración de tensiones y coeficientes de seguridad



Autor:

Prof Javier Borda Elejabarrieta, Dr. Ingeniero Industrial, Msc Math models, MBA, Presidente de Sisteplant

Ambas, Concentración de tensiones (CT) y coeficientes de seguridad (CS) están íntimamente relacionadas dado que:

Los Coeficientes de Seguridad (CS) deben utilizarse únicamente como cobertura de imponderables aleatorios

### Algunos de estos imponderables se dan en:

a) Por el tipo de trabajo

- El pandeo, por la dificultad de fijar la desalineación carga-centro neutro,

Aplicar el CS a la fuerza, no a la geometría

- La flexión pura trabajando cerca del punto de fluencia con materiales, dúctiles

Aplicar CS a la geometría, disminuyendo la tensión total máxima

- Flexión dinámica, fatiga, peligro de armónicos en resonancia,

Aplicar CS a la fuerza y a la geometría alejando la frecuencia natural

(el trabajo dinámico con materiales frágiles debe evitarse siempre)

b) Por la calidad constructiva y de materiales

- Fisuras y microgrietas no detectadas,

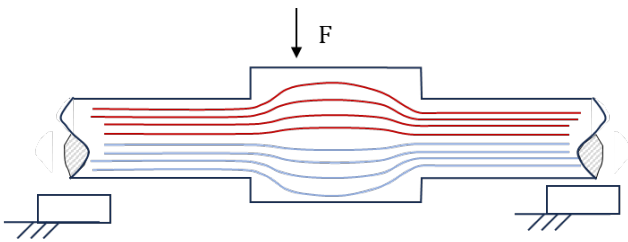
Aplicar el CS a la geometría

- Imprecisiones de cálculo por geometría compleja,

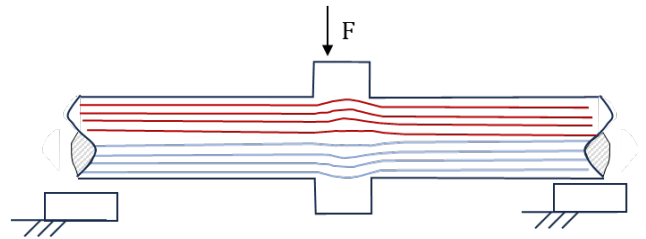
Aplicar CS a la carga

En trabajo dinámico alternativo, los puntos de concentración de tensiones (K) deben evitarse o minorarse en el proyecto o MRO

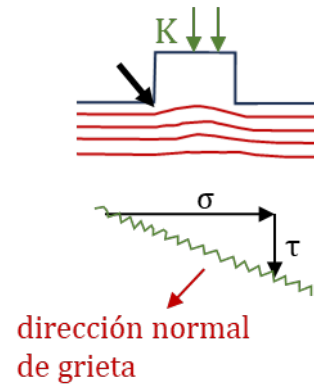
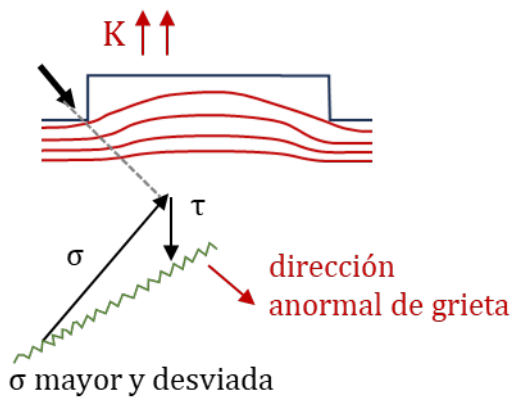
**Algunos ejemplos en flexión de ejes o vigas:**



**MAL:** las tensiones “penetran” en el refuerzo, es un elemento más del eje mal concebido



**BIEN:** las tensiones “no penetran” en el refuerzo.



$\sigma$  = tensión longitudinal  
 $\tau$  = tensión de cortadura

OBSERVEMOS que: los coeficientes de concentración de tensores K se dan porque en el punto crítico las líneas de igual tensión se juntan y se hacen iguales a la mayor más exterior,

LO QUE CREA UN MAYOR ESFUERZO EN UNA DIRECCIÓN NO PREVISTA

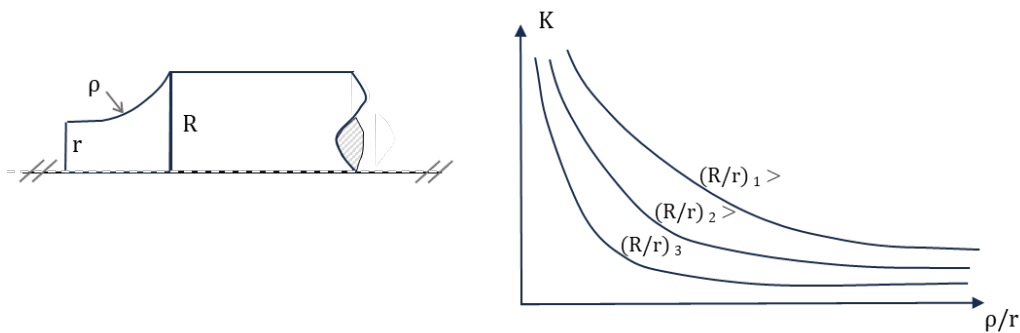
## Ejes giratorios de transmisión de potencia (diámetro d)

$$\sigma_{MÁX} \approx \frac{16}{\pi d^2} \sqrt{(C_m \cdot M)^2 + (C_t \cdot T)^2}$$

Momento flector
Momento torsor

	Cm	Ct
Aplicación gradual de potencia	1,5	1,3
Aplicación brusca de potencia	2,5	2,3

## Aliviar el problema



FACTORES DE CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS

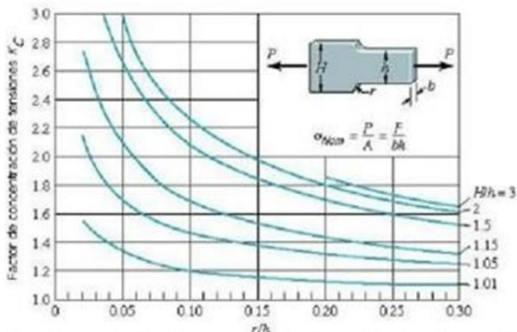


Figura 1: concentración de tensiones para plancha sometida a tracción con radio de acuerdo

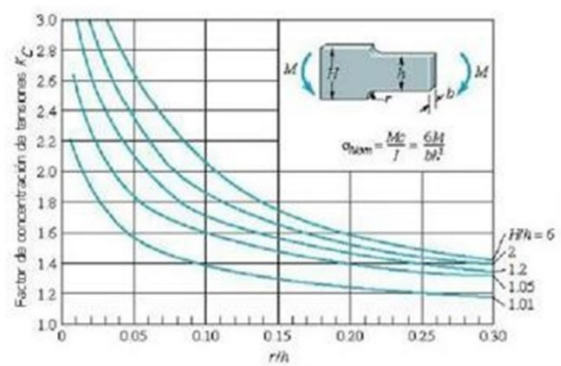
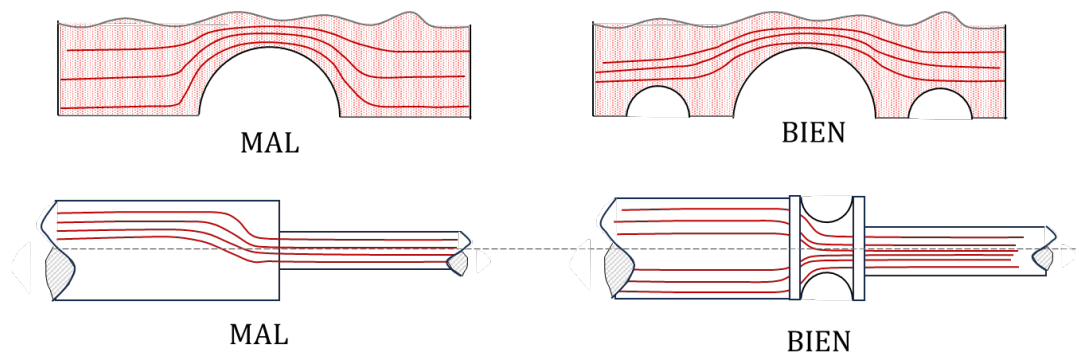
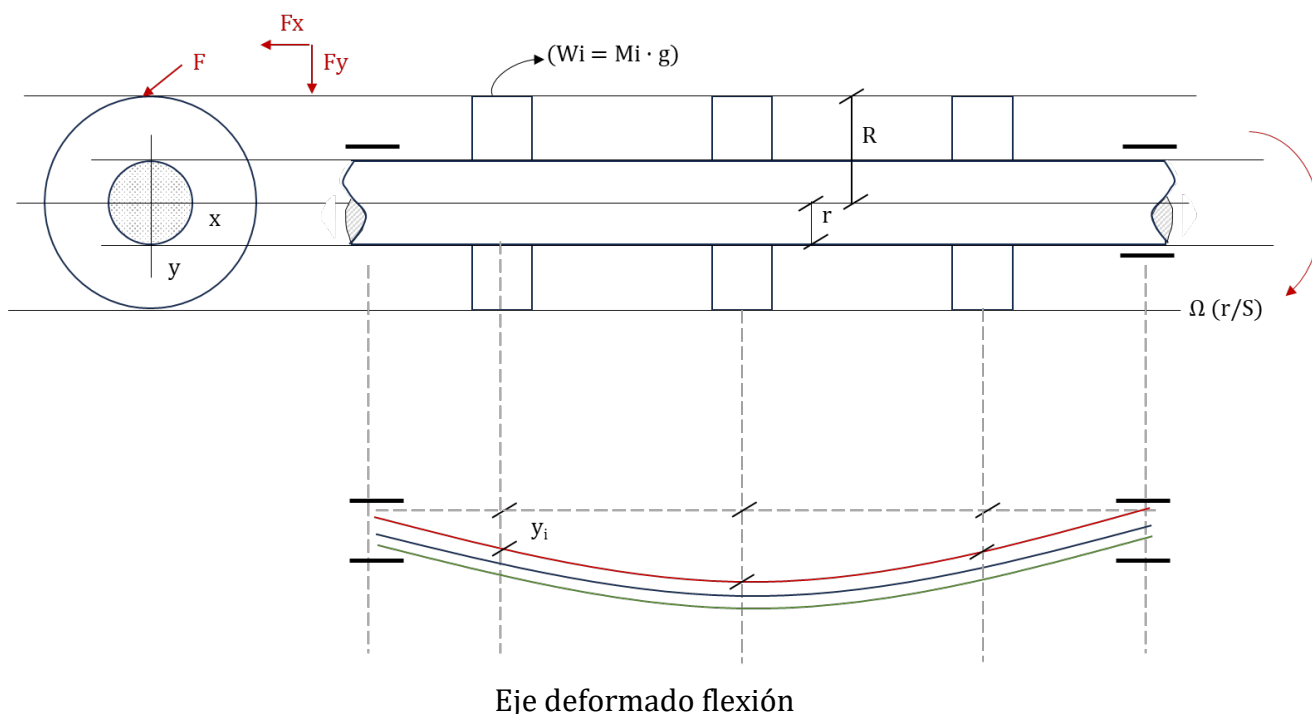


Figura 2: Concentración de tensiones para plancha flexionada con radio de acuerdo

También, aunque aparentemente sea contraintuitivo, puede hacerse así:



**Evitar resonancia ejes:**



Se trata de evitar aumentar las  $y_i$  y partir del eje por resonancia con la frecuencia natural de oscilación  $\omega_n$

$$\omega_n (r/s) \approx \sqrt{\frac{g \cdot \sum W_i \cdot y_i}{\sum W_i \cdot y_i^2}}$$

→

Evitar que la pulsación de giro  $\Omega$  se acerque a este valor

Las flechas  $y_i$  son fácilmente deducibles por cálculo, o directamente por medición láser.

-----  
Javier Borda, Set. 2023