

# Resistencia de Materiales 1A

Profesor Herbert Yépez Castillo

2014-2

# Capítulo 1. Esfuerzos

- 1.1 Introducción
- 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable
- 1.3 Esfuerzo
- 1.4 Esfuerzo normal promedio
- 1.5 Esfuerzo cortante promedio
- 1.6 Esfuerzo permisible (admisible)
- 1.7 Diseño de conexiones simples

# 1.1 Introducción

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones

- La Resistencia de Materiales es una rama de la Mecánica.
- Desarrolla relaciones entre las cargas externas e internas de un cuerpo deformable.
- Estática: Determina las cargas externas e internas de un cuerpo rígido.
- Resistencia de Materiales: Determina el estado tensional (esfuerzos) de un cuerpo deformable.

## 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones

- La estática desempeña un papel importante en el desarrollo de la resistencia de materiales.
- Las ecuaciones de equilibrio que gobiernan a un cuerpo rígido, son igual de válidas para el análisis de un cuerpo deformable.
- A continuación se describe algunos principios importantes de la estática.

## 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones

### 1. Carga externa.

Fuerza causada de forma directa (contacto de otro componente) o indirecta (gravedad).

### 2. Reacciones en los apoyos.

Fuerzas que representan la restricción de traslación o giro.

# 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

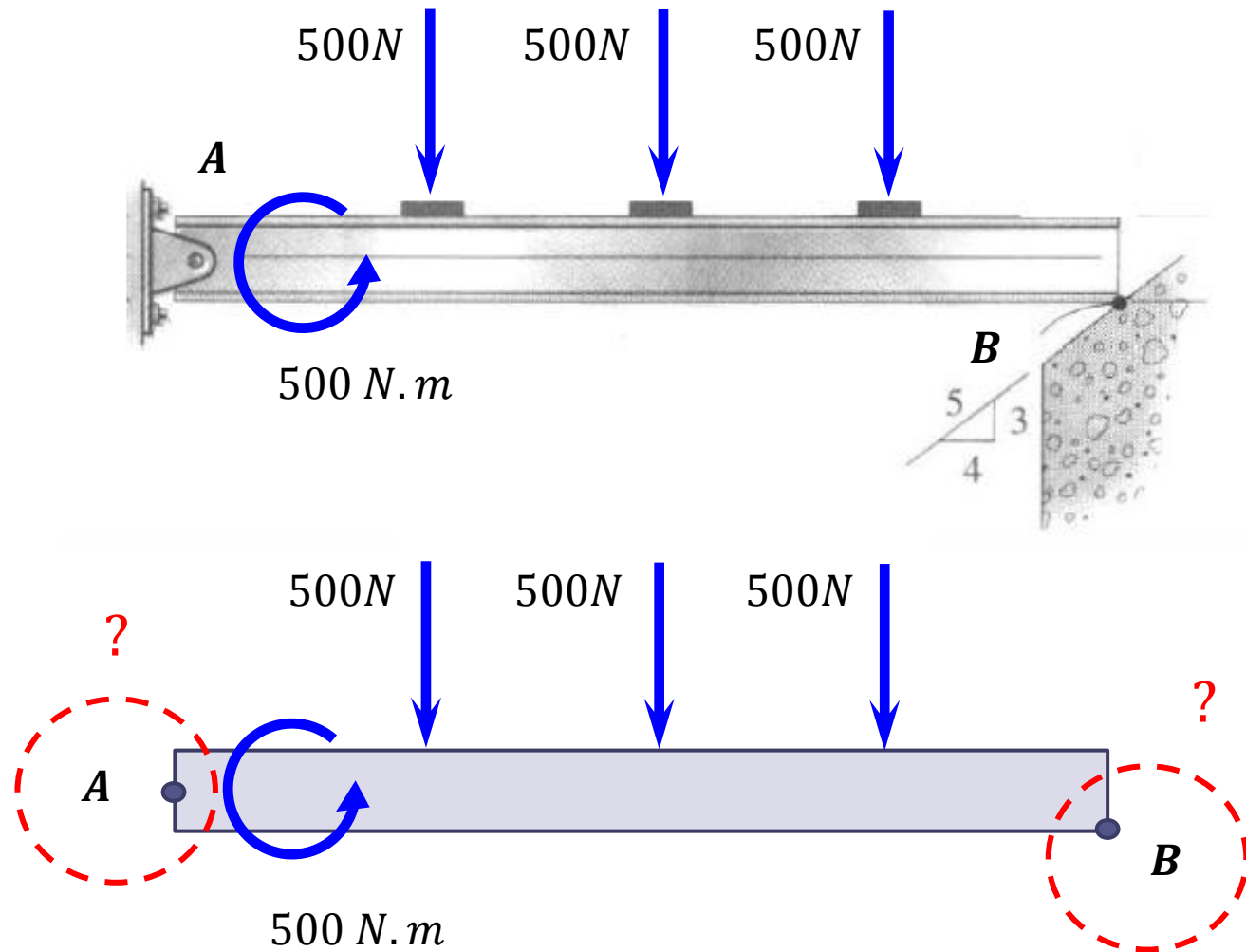
Esfuerzo

Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones

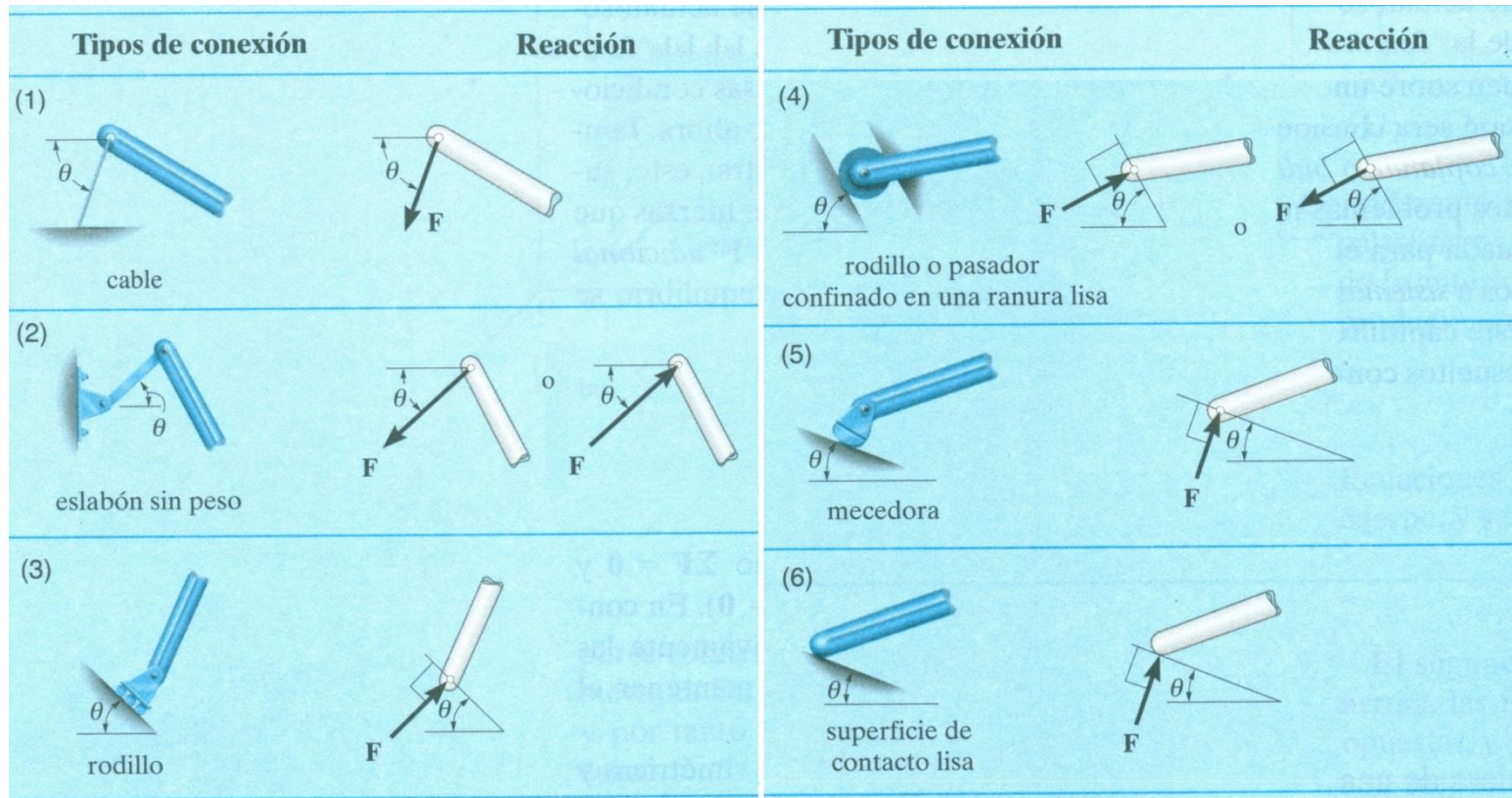


# 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

# 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

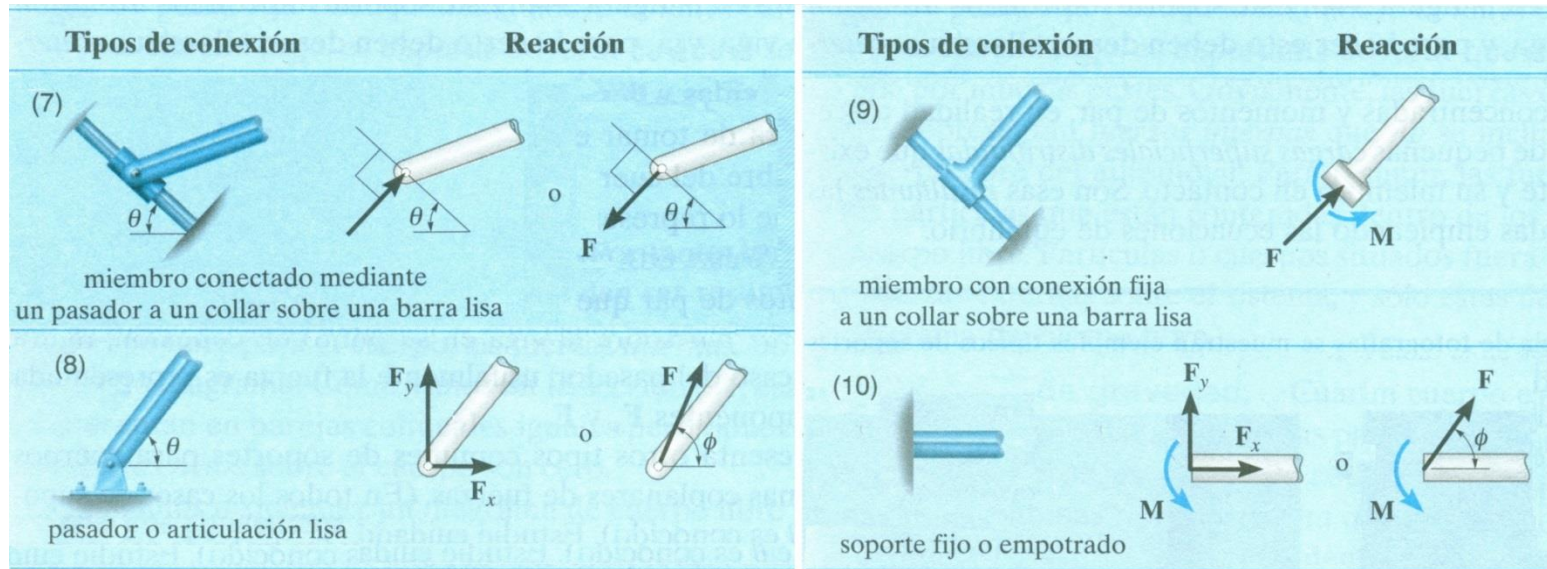
Esfuerzo

Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

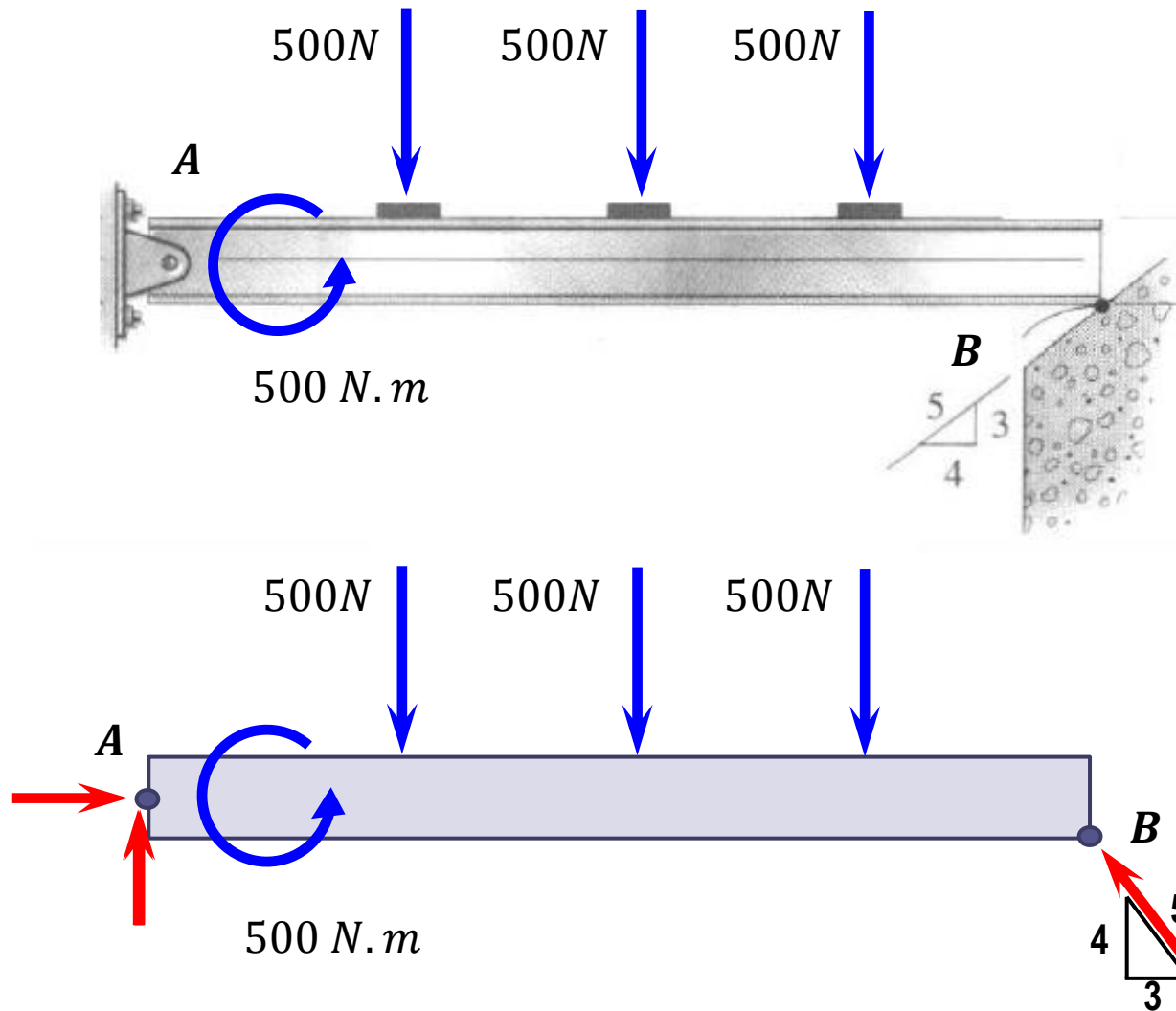
Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones





## 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable



## 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

### 3. Ecuaciones de equilibrio.

Cuando un cuerpo está sometido a un sistema de fuerzas, las ecuaciones de equilibrio son:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum F_z = 0$$

$$\sum M_x = 0$$

$$\sum M_y = 0$$

$$\sum M_z = 0$$

6 ecuaciones ► 6 variables

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones

## 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

### 4. Cargas internas.

Un tema muy importante de la estática es la determinación de fuerzas y momento que actúan dentro de un componente, para lo cual se requiere aplicar el método de las secciones.

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

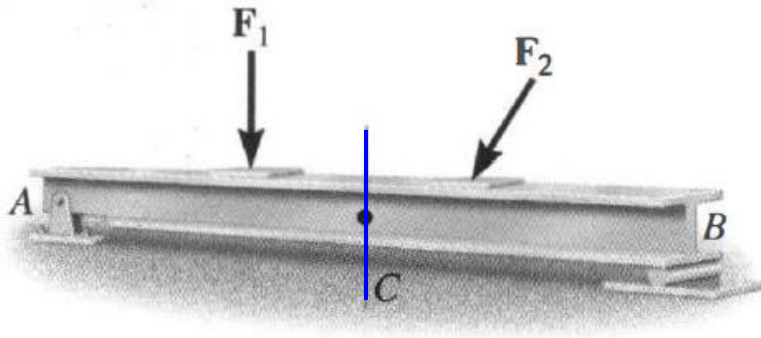
Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

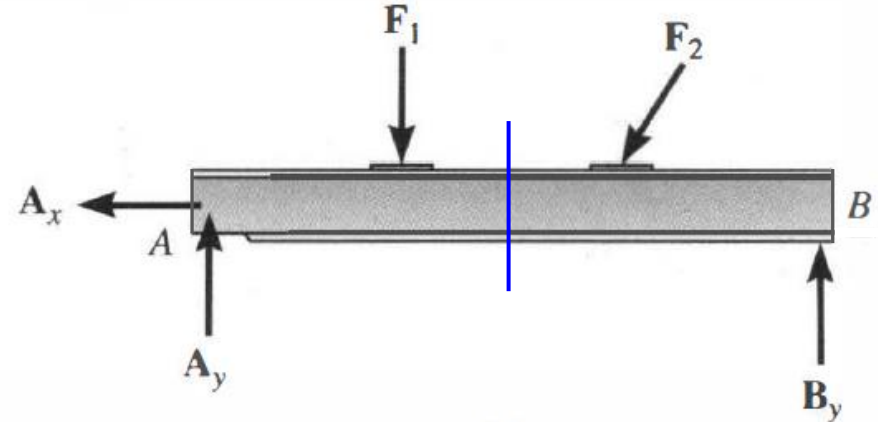
Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones

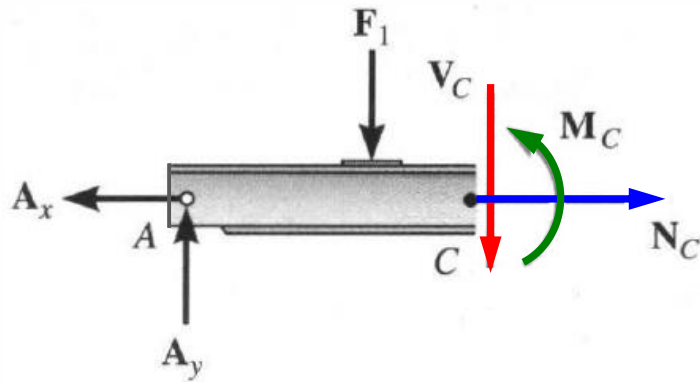
## 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable



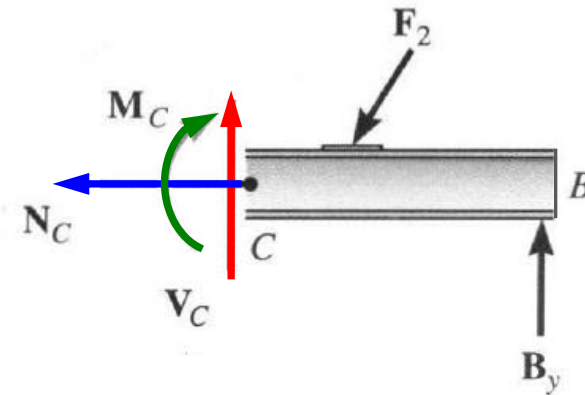
(a)



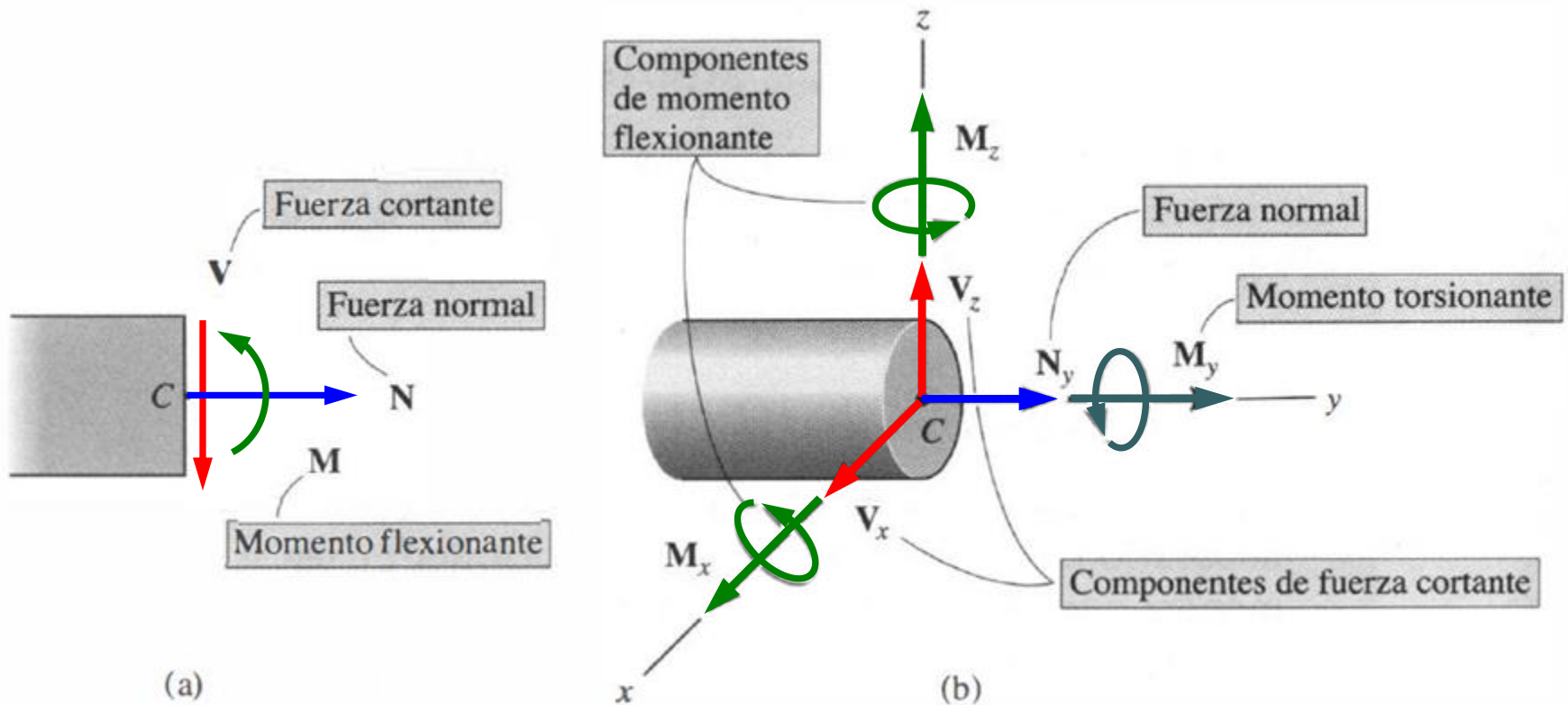
(b)



(c)



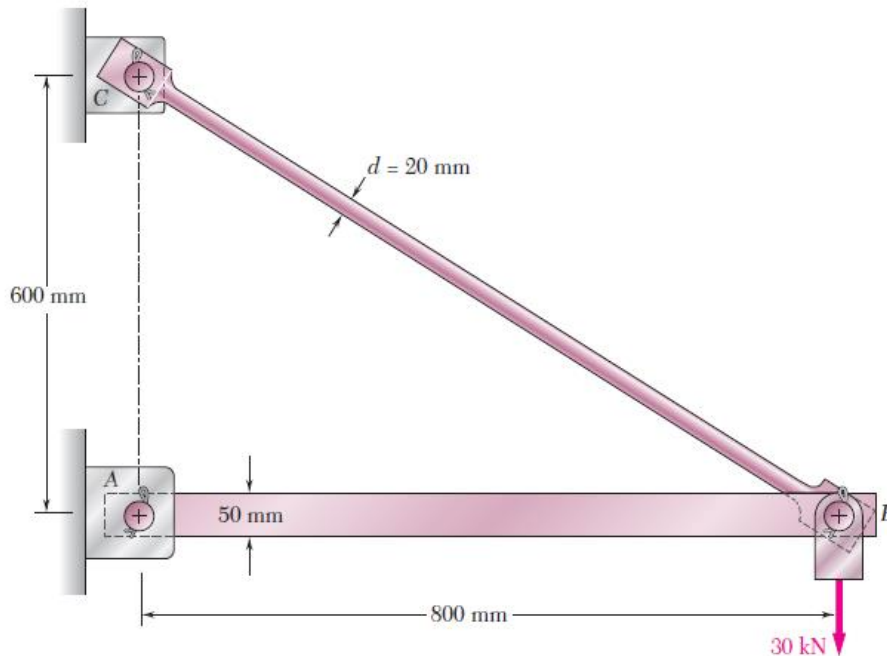
## 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable



## 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

### Problema 01.

Determinar las fuerzas internas de las barras AB y BC.

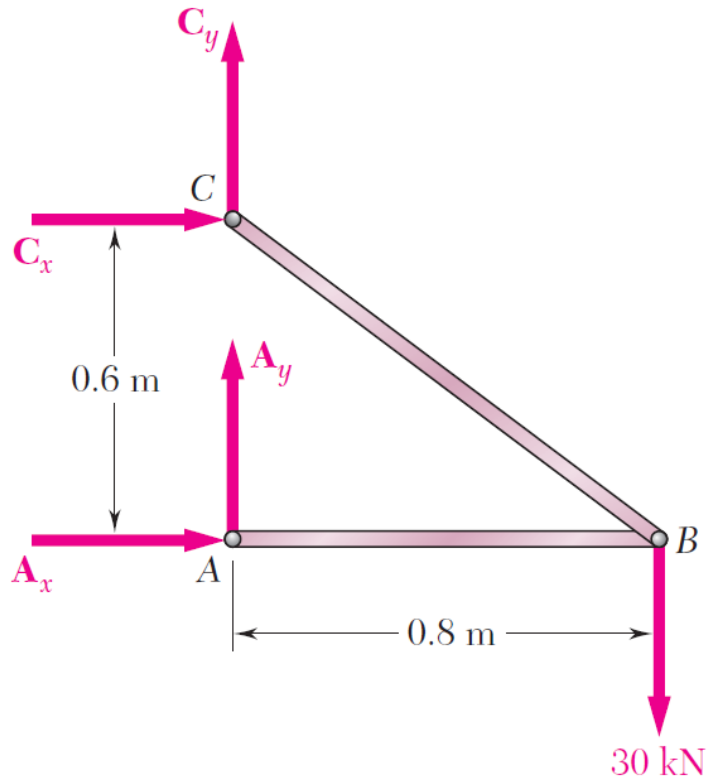


# 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

## Problema 01.

### 1. DCL

### 2. Equilibrio del sistema

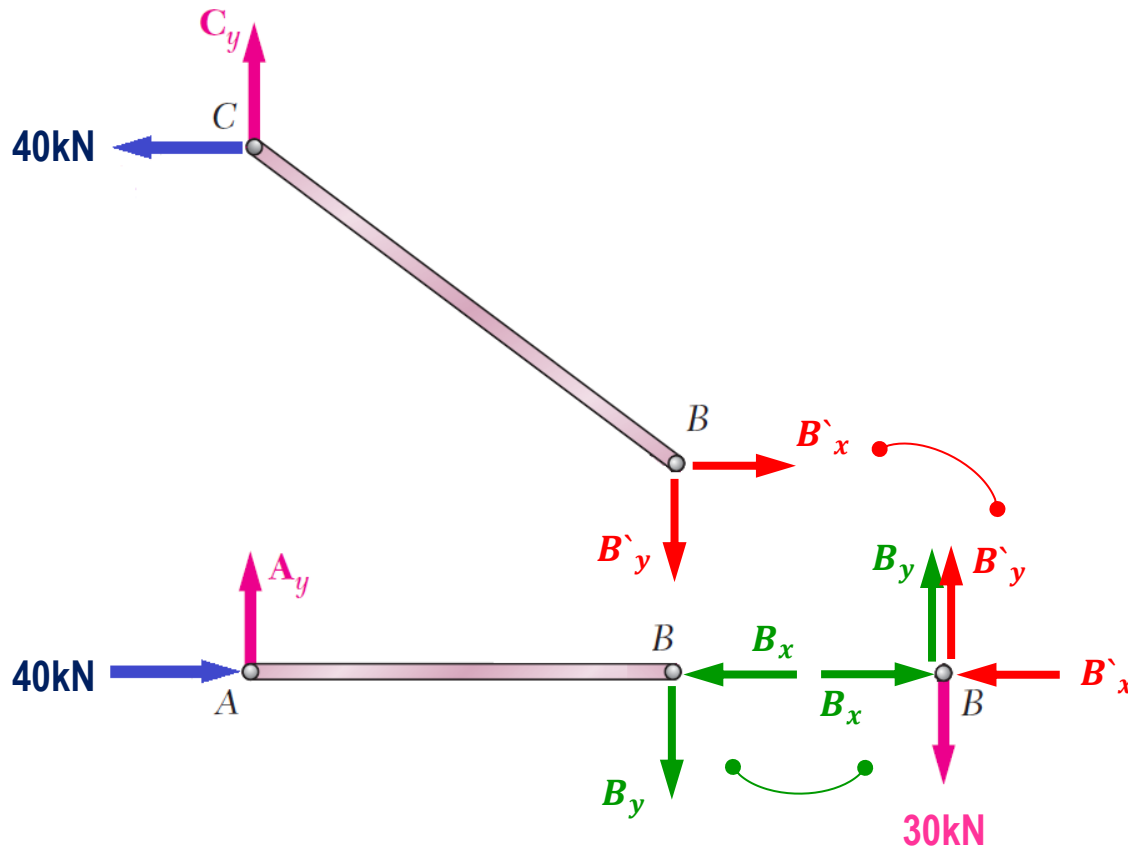


## 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

Problema 01.

3. DLC de cada elemento

4. Equilibrio de cada elemento

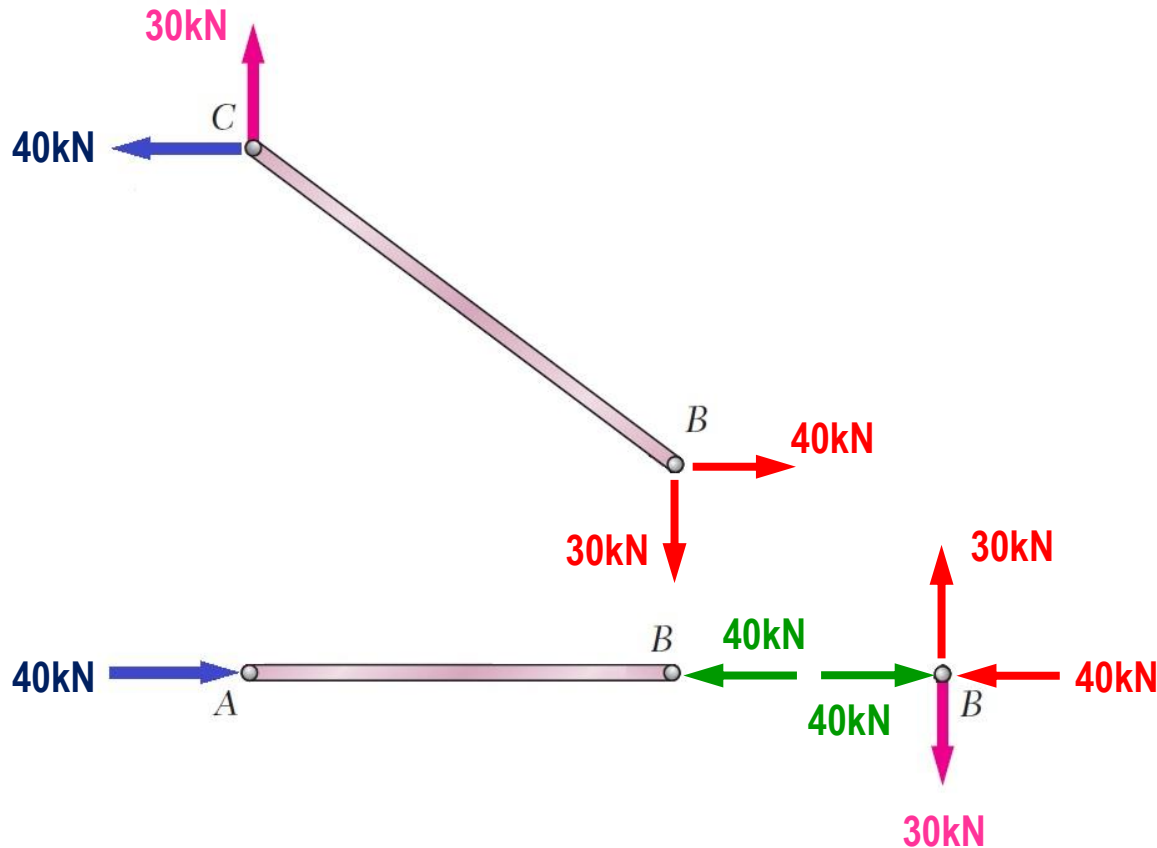




## 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

Problema 01.

4. Equilibrio de cada elemento

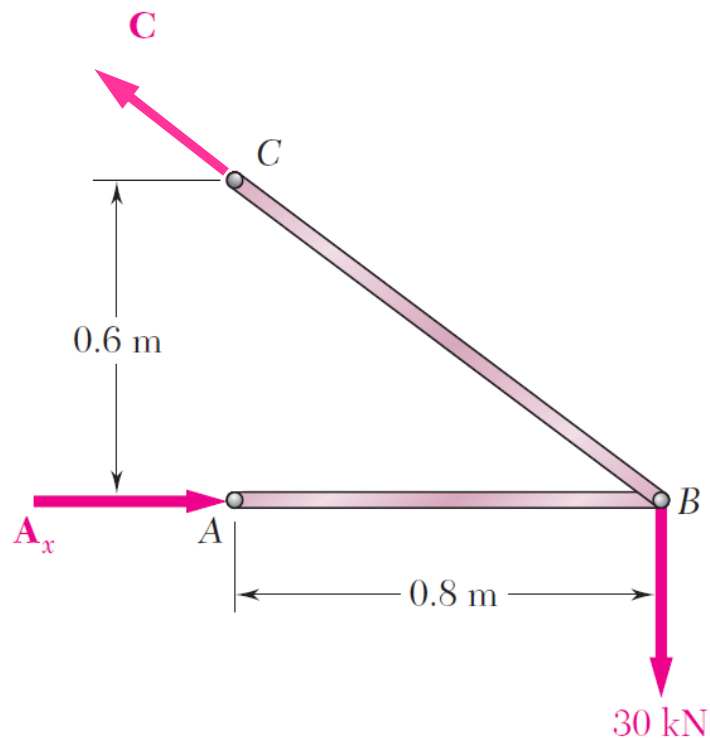


## 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

### Problema 01.

#### 1. DCL

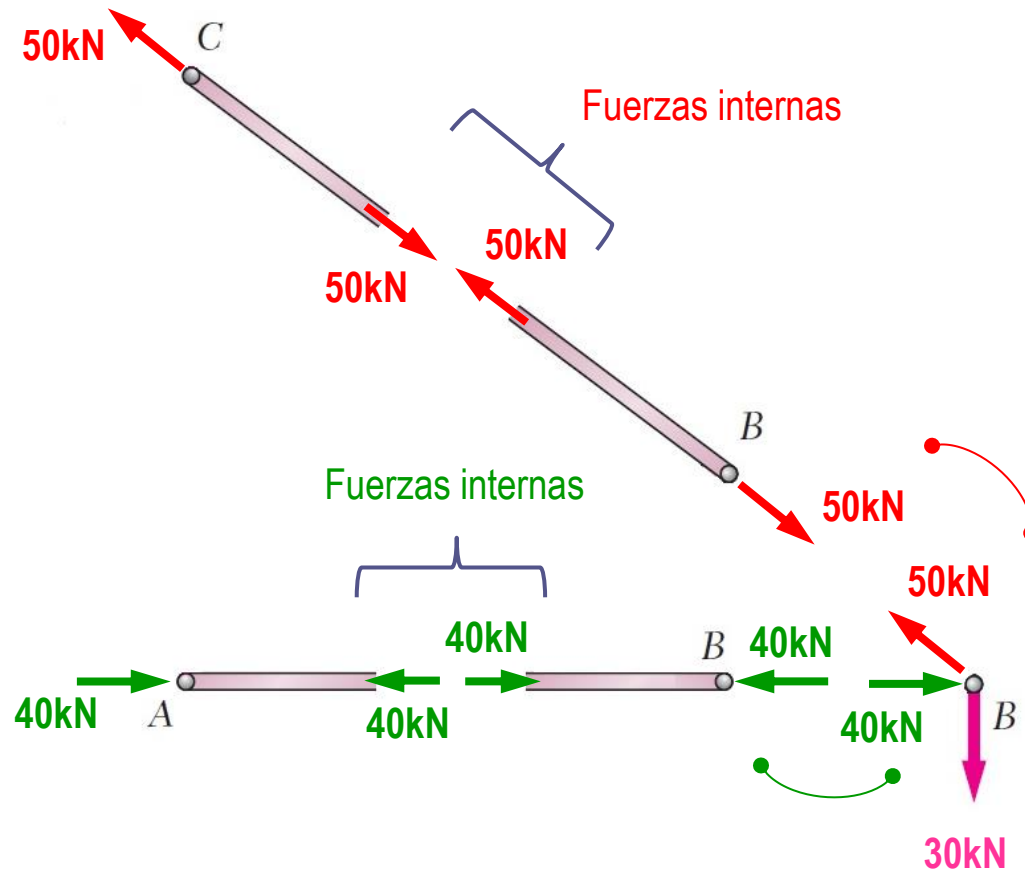
#### 2. Equilibrio del sistema



# 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

Problema 01.

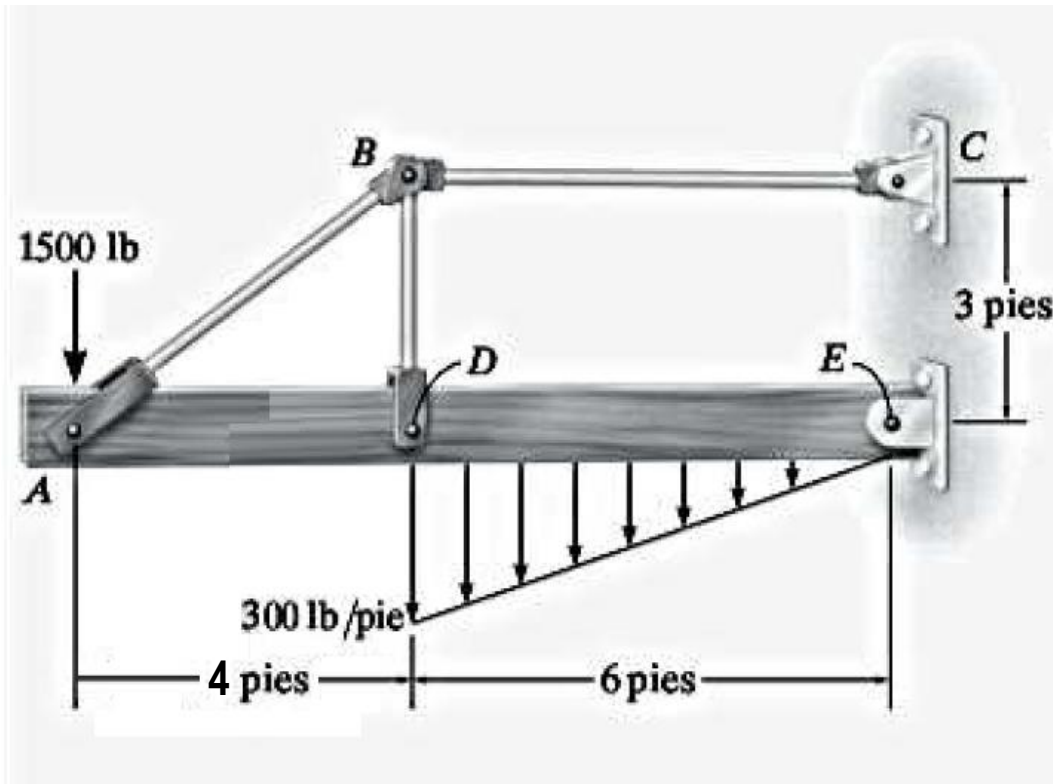
Rpta.



## 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

### Problema 02.

Determinar las fuerzas internas de la barra ADE.

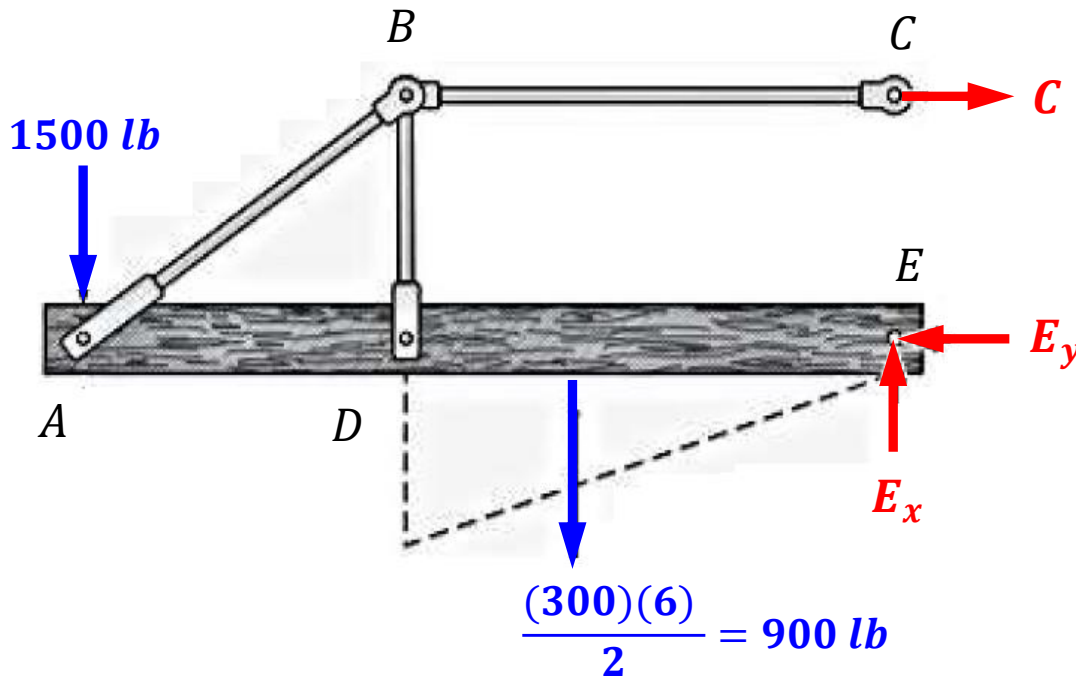


## 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

Problema 02.

1. DCL

2. Equilibrio del sistema

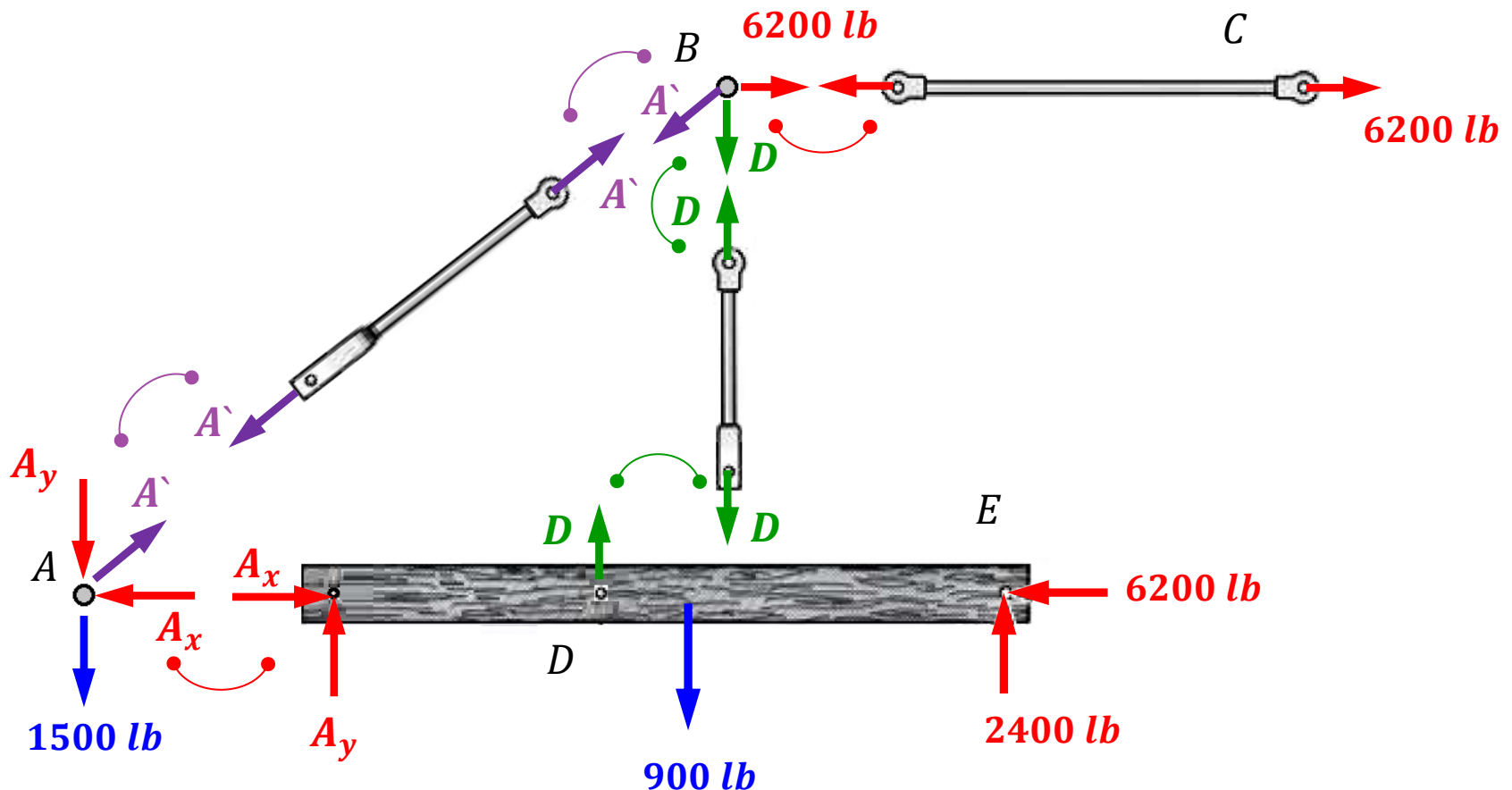


# 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

## Problema 02.

3. DLC de cada elemento

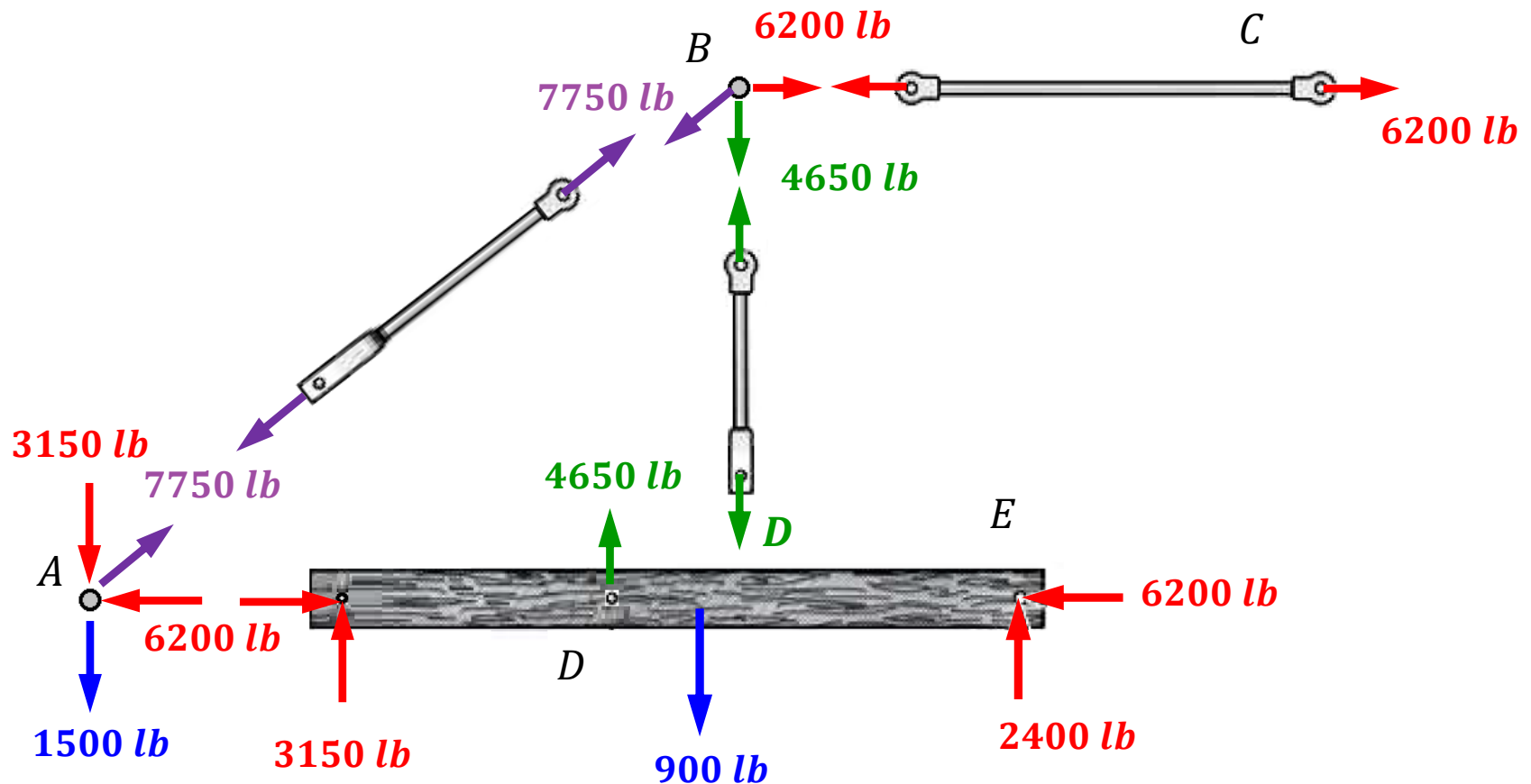
4. Equilibrio de cada elemento



## 1.2 Equilibrio de un cuerpo deformable

Problema 02.

Rpta.



# 1.3 Esfuerzo

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones

## 1. Hipótesis respecto a las propiedades del material.

- **Homogéneo**

En cualquier punto del material sus propiedades son iguales.

- **Continuo**

El material ocupa plenamente el volumen del cuerpo.

- **Isotrópico**

El material posee las mismas propiedades en todas las direcciones.



# 1.3 Esfuerzo

Introducción

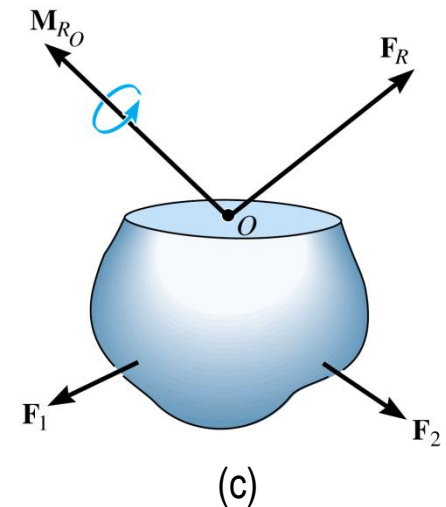
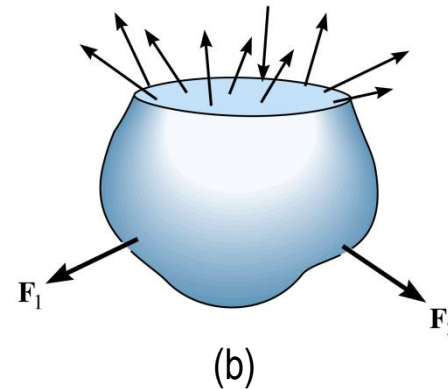
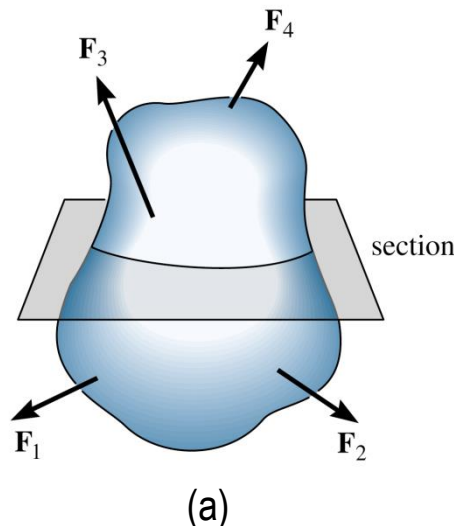
Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

## 2. Definición de esfuerzo

- Un cuerpo que se encuentra en equilibrio bajo cargas externas (a), es seccionado con el objetivo de analizar las fuerzas internas.
- Sobre el área seccionada existe una distribución de la fuerza interna (b).
- Aunque la distribución es desconocida, con apoyo de la estática es posible determinar una fuerza y momento resultantes,  $F_R$  y  $M_{RO}$  (c).



## 1.3 Esfuerzo

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

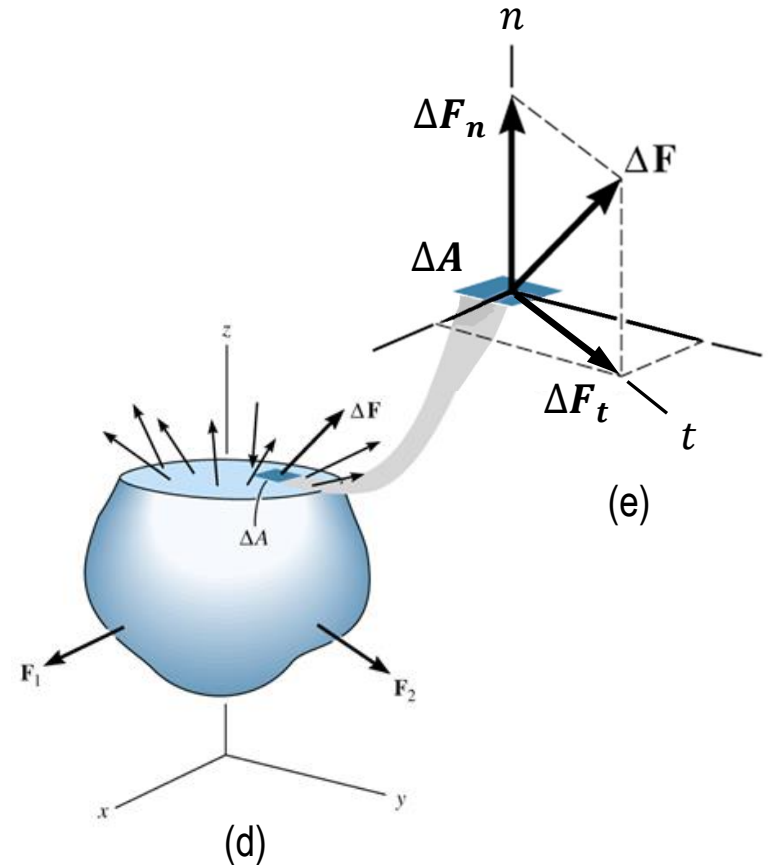
Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones

- Si el área seccionada se subdivide en pequeñas áreas  $\Delta A$ , la distribución de la fuerza resulta uniforme (d).
- La figura (e) muestra una fuerza  $\Delta F$ , finita pequeña, que actúa sobre  $\Delta A$ .
- Esta fuerza tendrá una dirección particular, pero se la puede reemplazar por sus componentes  $\Delta F_n$  y  $\Delta F_t$ , normal y tangencial (e).



# 1.3 Esfuerzo

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

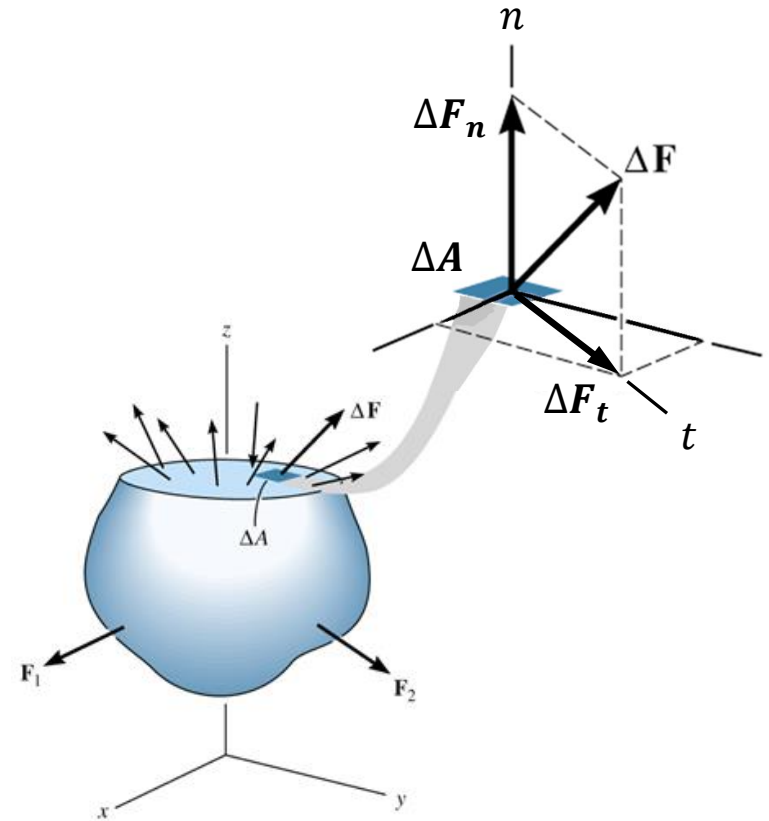
Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones

*“El cociente de la fuerza entre el área se llama esfuerzo, y describe la intensidad de la fuerza interna sobre un plano específico que pasa por un punto”.*



# 1.3 Esfuerzo

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones

## 3. Esfuerzo normal

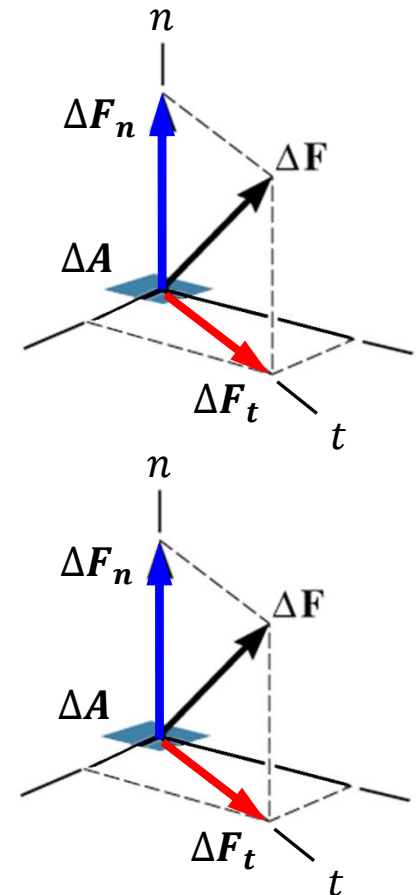
La intensidad de la fuerza que actúa normal a  $\Delta A$ .

$$\sigma = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_n}{\Delta A}$$

## 4. Esfuerzo cortante

La intensidad de la fuerza que actúa tangente a  $\Delta A$ .

$$\tau = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_t}{\Delta A}$$



# 1.3 Esfuerzo

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

## 5. Componentes cartesianas del esfuerzo

La intensidad de una fuerza interna se mide usando tres componentes del esfuerzo, uno normal y dos cortantes.

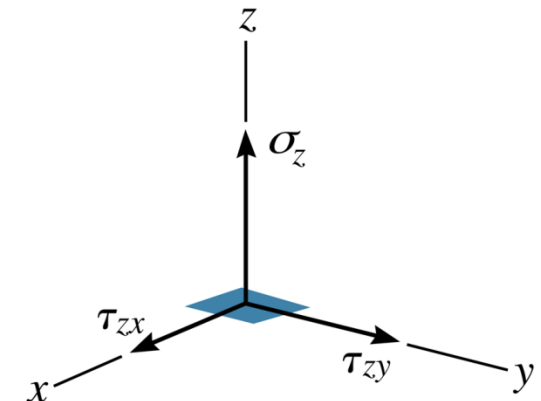
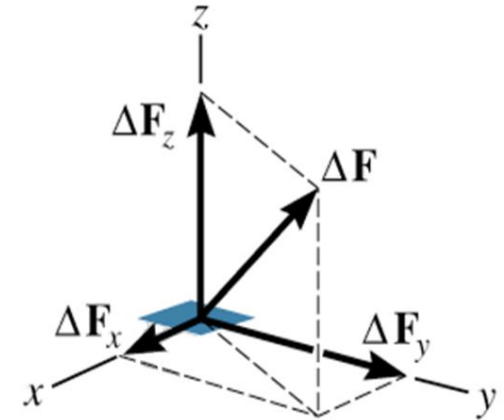
$$\sigma_z = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_z}{\Delta A}$$

$$\tau_{zx} = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_x}{\Delta A}$$

$$\tau_{zy} = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_y}{\Delta A}$$

$\sigma_z$   
↑ dirección normal al área (orientación del plano)

$\tau_{zx}$   
↑↑ dirección de la línea de acción de la fuerza  
↑ orientación del plano



# 1.3 Esfuerzo

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normal

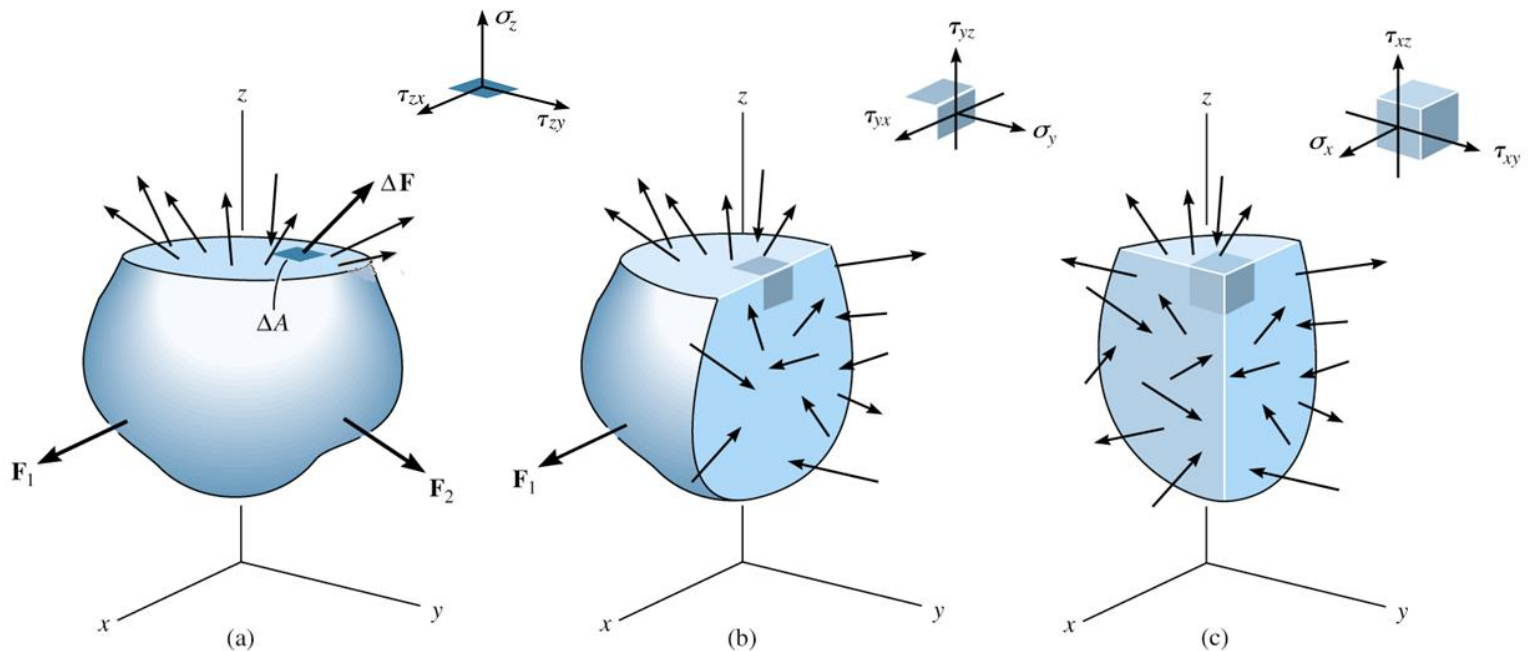
Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones

## 6. Estado de esfuerzos

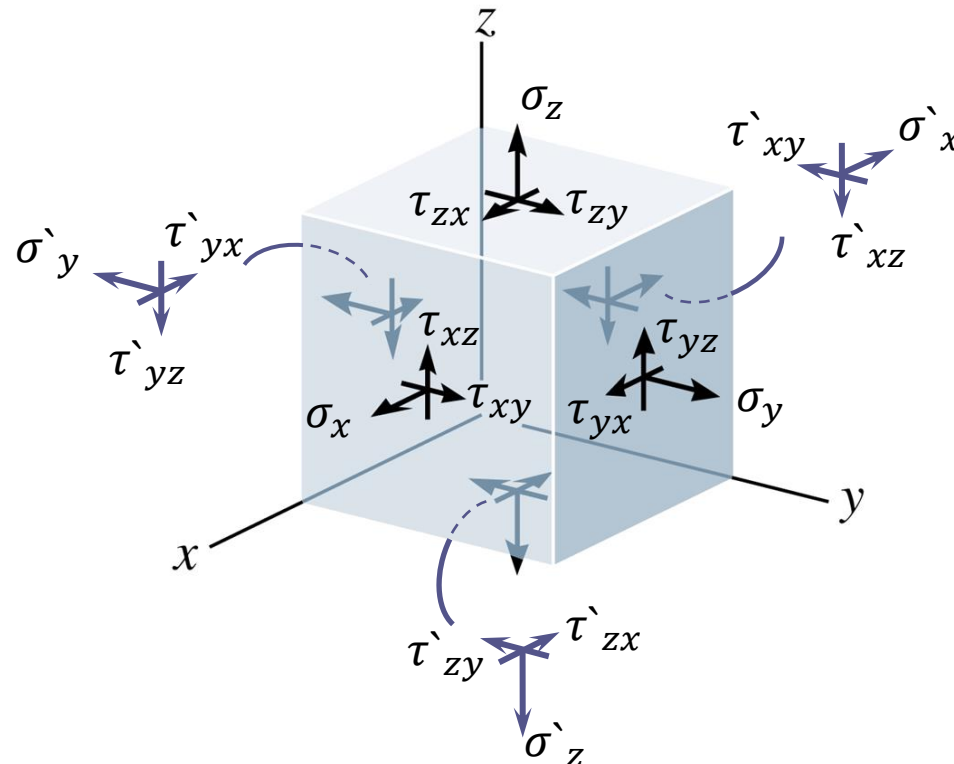
- Una sección paralela al plano  $xy$ , origina  $\sigma_z$ ,  $\tau_{zx}$  y  $\tau_{zy}$  (a).
- Una sección paralela al plano  $xz$ , origina  $\sigma_y$ ,  $\tau_{yx}$  y  $\tau_{yz}$  (b).
- Una sección paralela al plano  $yz$ , origina  $\sigma_x$ ,  $\tau_{xz}$  y  $\tau_{xy}$  (c).



# 1.3 Esfuerzo

## 6. Estado de esfuerzos

- Si se continua usando planos paralelos, es posible separar un elemento volumétrico del material, el cual representa el estado de esfuerzos que actúa en un punto del cuerpo.



Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

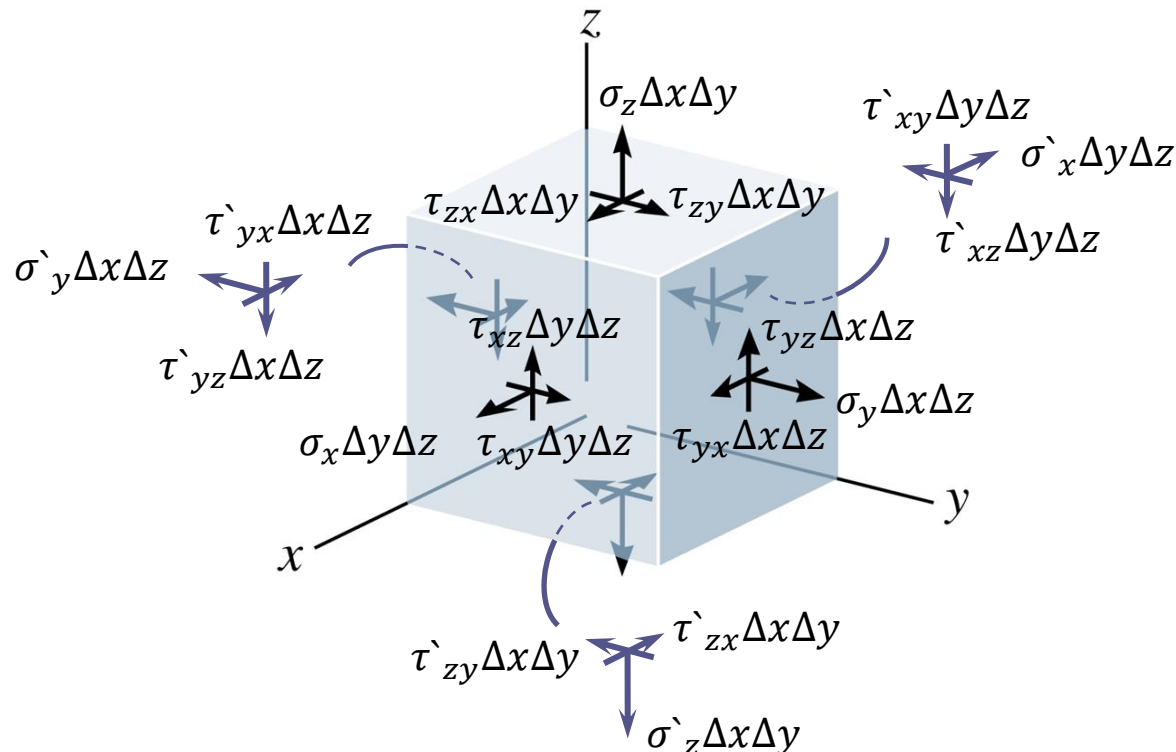
Esfuerzo

Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

# 1.3 Esfuerzo

## 6. Estado de esfuerzos

- El elemento volumétrico satisface el equilibrio de fuerzas y momentos. Considerando que su volumen es  $\Delta V = \Delta x \Delta y \Delta z$ , se plantean las siguientes relaciones.



Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones



# 1.3 Esfuerzo

## 6. Estado de esfuerzos

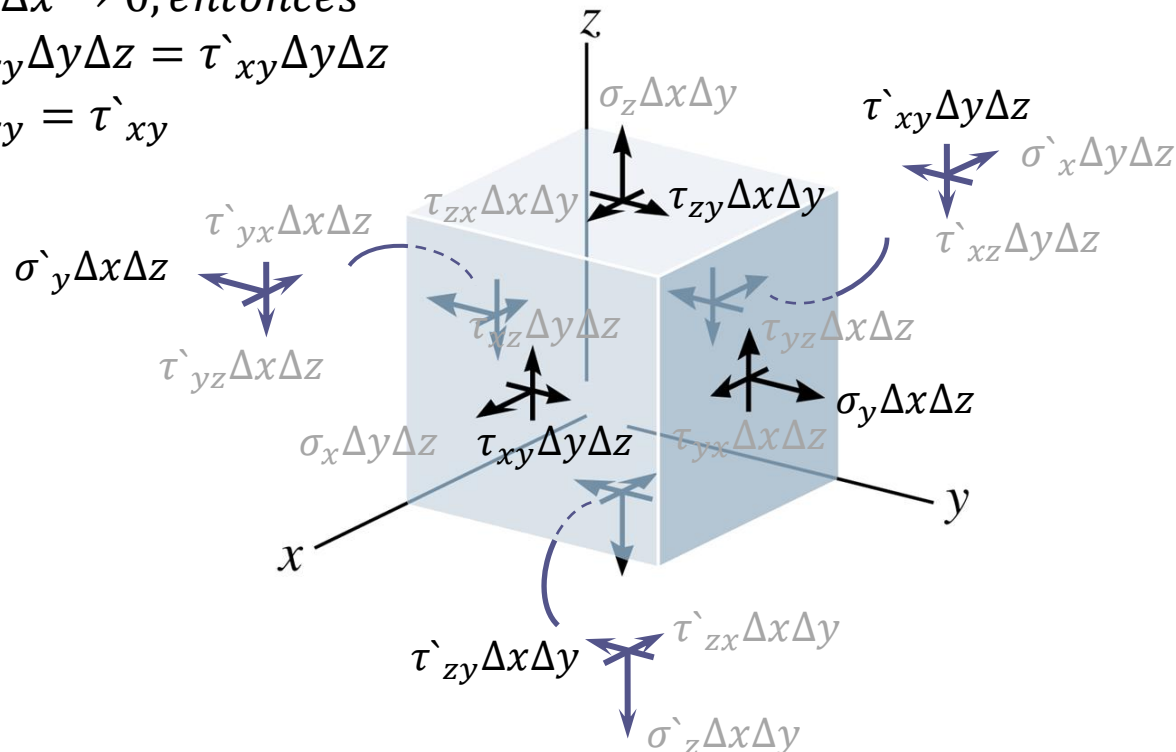
$$\Sigma F_y = 0:$$

$$\sigma_y \Delta x \Delta z - \sigma'_y \Delta x \Delta z + \tau_{xy} \Delta y \Delta z + \tau_{zy} \Delta x \Delta y - \tau'_{xy} \Delta y \Delta z - \tau'_{zy} \Delta x \Delta y = 0$$

Si  $\Delta x \rightarrow 0$ , entonces

$$\tau_{xy} \Delta y \Delta z = \tau'_{xy} \Delta y \Delta z$$

$$\tau_{xy} = \tau'_{xy}$$



Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

# 1.3 Esfuerzo

## 6. Estado de esfuerzos

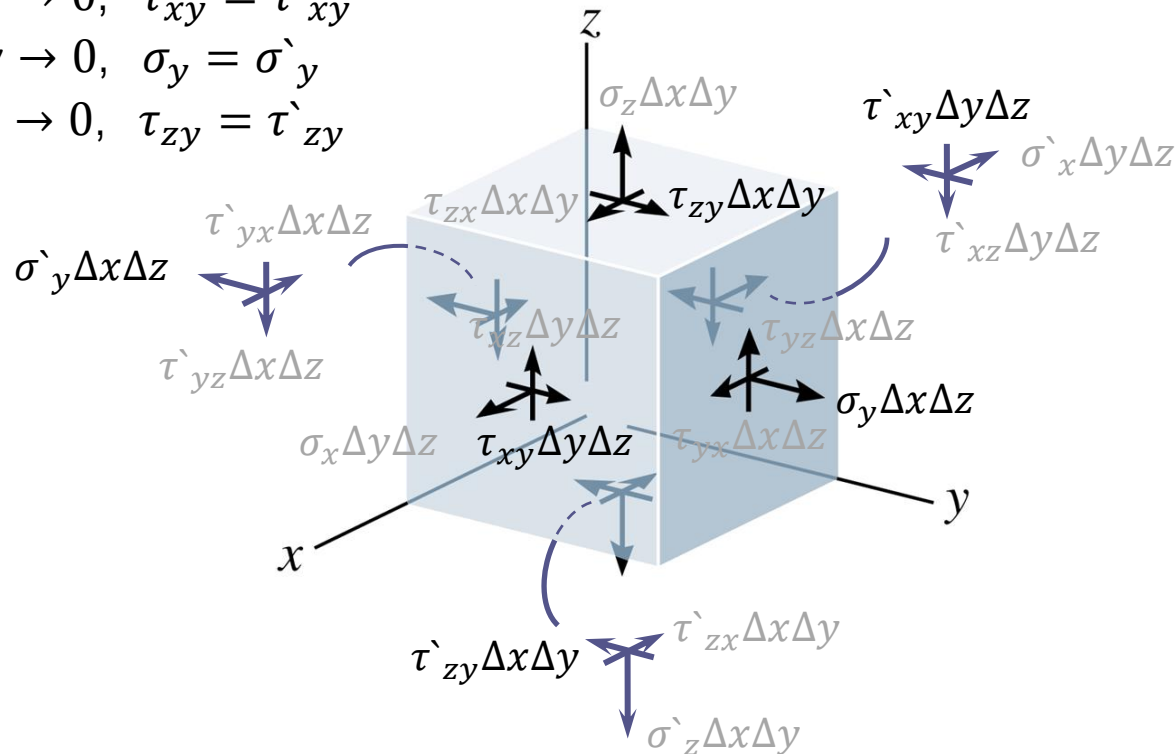
$$\Sigma F_y = 0:$$

$$\sigma_y \Delta x \Delta z - \sigma'_y \Delta x \Delta z + \tau_{xy} \Delta y \Delta z + \tau_{zy} \Delta x \Delta y - \tau'_{xy} \Delta y \Delta z - \tau'_{zy} \Delta x \Delta y = 0$$

$$\Delta x \rightarrow 0, \quad \tau_{xy} = \tau'_{xy}$$

$$\Delta y \rightarrow 0, \quad \sigma_y = \sigma'_y$$

$$\Delta z \rightarrow 0, \quad \tau_{zy} = \tau'_{zy}$$



Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

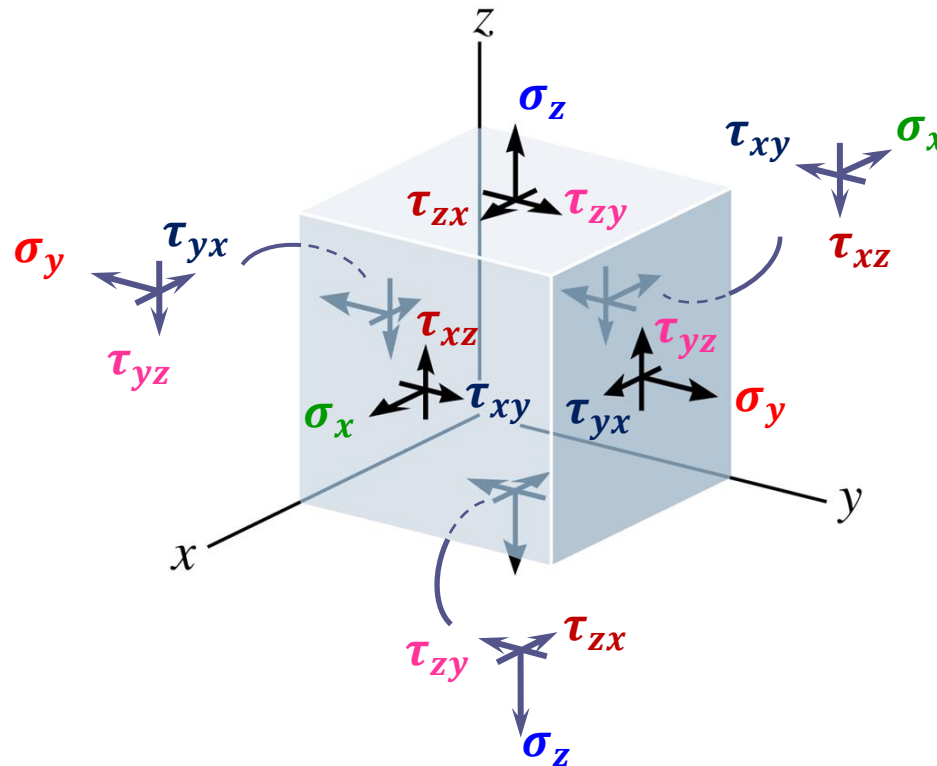
# 1.3 Esfuerzo

## 6. Estado de esfuerzos

$$\Sigma F_{x,y,z} = 0: \quad \sigma_x = \sigma'_x, \sigma_y = \sigma'_y, \sigma_z = \sigma'_z$$

$$\tau_{xy} = \tau'_{xy}, \tau_{yz} = \tau'_{yz}, \tau_{zx} = \tau'_{zx}$$

$$\Sigma M_{x,y,z} = 0: \quad \tau_{xy} = \tau_{yx}, \tau_{yz} = \tau_{zy}, \tau_{zx} = \tau_{xz}$$



Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

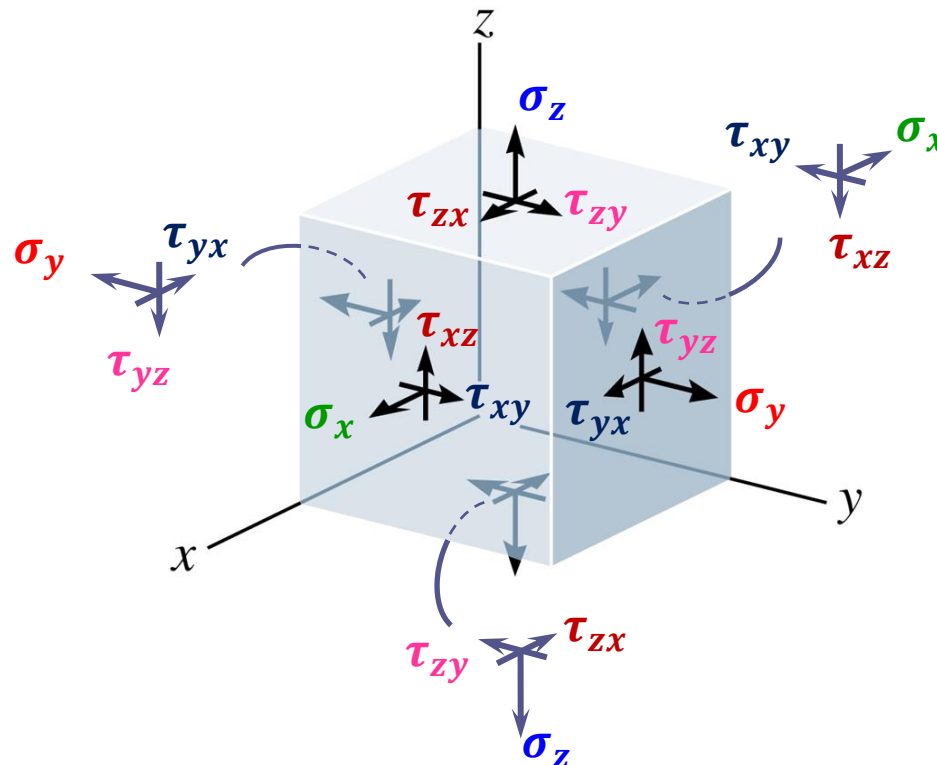
Esfuerzo

Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

# 1.3 Esfuerzo

## 6. Estado de esfuerzos

El estado de esfuerzos de un punto se caracteriza por 6 componentes de esfuerzo, tres normales  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\sigma_z$  y tres cortantes  $\tau_{xy}$ ,  $\tau_{yz}$ ,  $\tau_{zx}$ .



Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

# 1.3 Esfuerzo

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones

## 7. Unidades

- $\sigma, \tau = \text{Fuerza} / \text{unidad de área}$
- Sistema Internacional (SI):
  - $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
  - $1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ N/m}^2$
  - $1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ N/mm}^2$
  - $1 \text{ GPa} = 10^9 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kN/mm}^2$
- Sistema Inglés:
  - $1 \text{ psi} : 1 \text{ libra/pulg}^2$
  - $1 \text{ ksi} : 10^3 \text{ libra/pulg}^2$

# 1.4 Esfuerzo normal promedio en una barra

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

**Esfuerzo  
normal**

Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

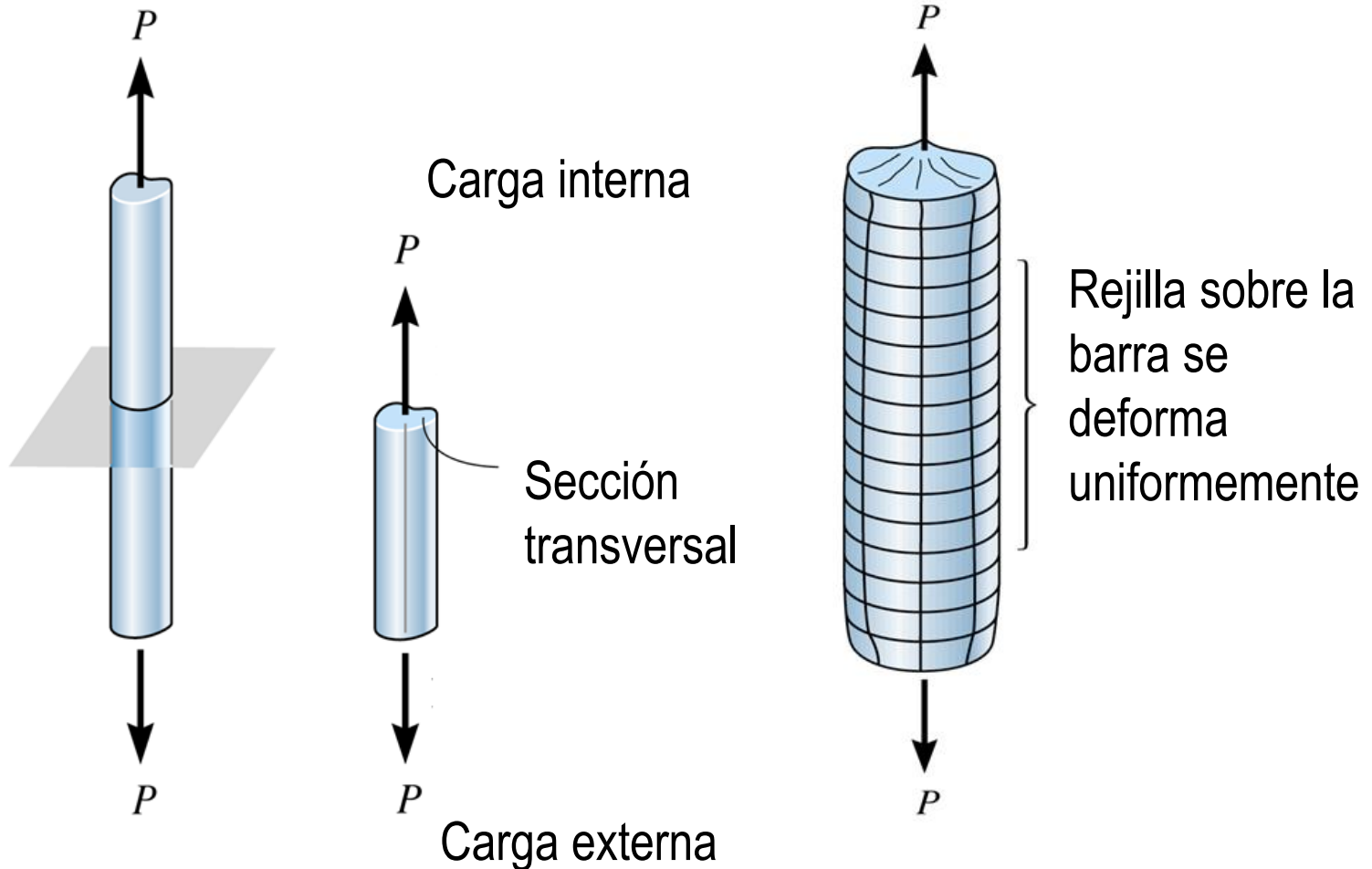
Diseño de  
conexiones

## 1. Hipótesis

- Barra permanece recta antes y después de aplicar la carga.
- Barra experimenta deformación uniforme.
- Carga es aplicada a lo largo del eje centroidal de la sección transversal.
- Barra es homogénea, continua e isotrópica.
  - **Homogéneo**  
En cualquier punto del material sus propiedades son iguales.
  - **Continuo**  
El material ocupa plenamente el volumen del cuerpo.
  - **Isotrópico**  
El material posee las mismas propiedades en todas las direcciones.

# 1.4 Esfuerzo normal promedio en una barra

## 1. Hipótesis



Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

**Esfuerzo  
normal**

Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones

# 1.4 Esfuerzo normal promedio en una barra

## 2. Esfuerzo normal promedio.

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

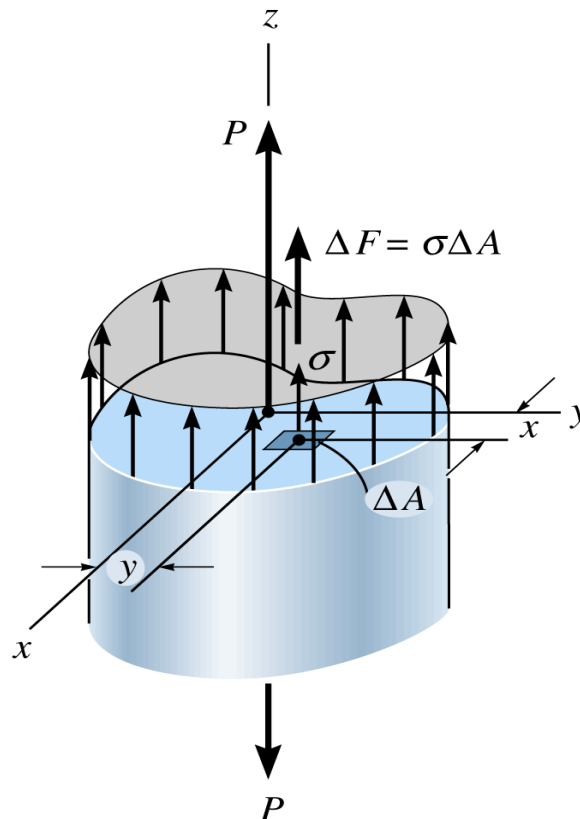
Esfuerzo

**Esfuerzo normal**

Esfuerzo cortante

Esfuerzo permisible

Diseño de conexiones



$$\Delta F = \sigma \Delta A$$

$$\Delta F \rightarrow dF$$

$$\Delta A \rightarrow dA$$

$$dF = \sigma dA$$

$$\int dF = \int \sigma dA$$

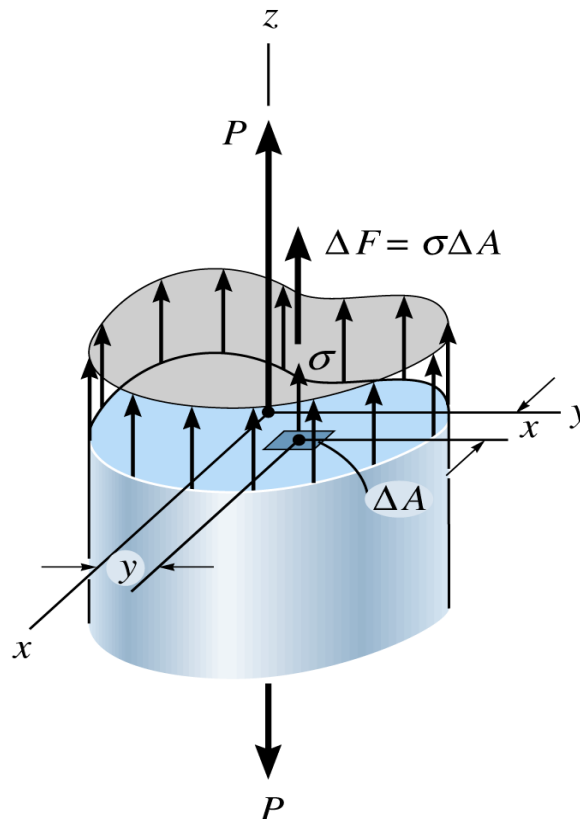
$$P = \sigma A$$

$$\sigma = \frac{P}{A}$$



# 1.4 Esfuerzo normal promedio en una barra

## 2. Esfuerzo normal promedio.



$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$\sigma$ : Esfuerzo normal promedio en cualquier punto del área de la sección transversal.

$P$ : Fuerza normal resultante interna determinada a partir de las ecuaciones de equilibrio

$A$ : Área de la sección transversal de la barra.

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

**Esfuerzo  
normal**Esfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

# 1.4 Esfuerzo normal promedio en una barra

## 2. Esfuerzo normal promedio.

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

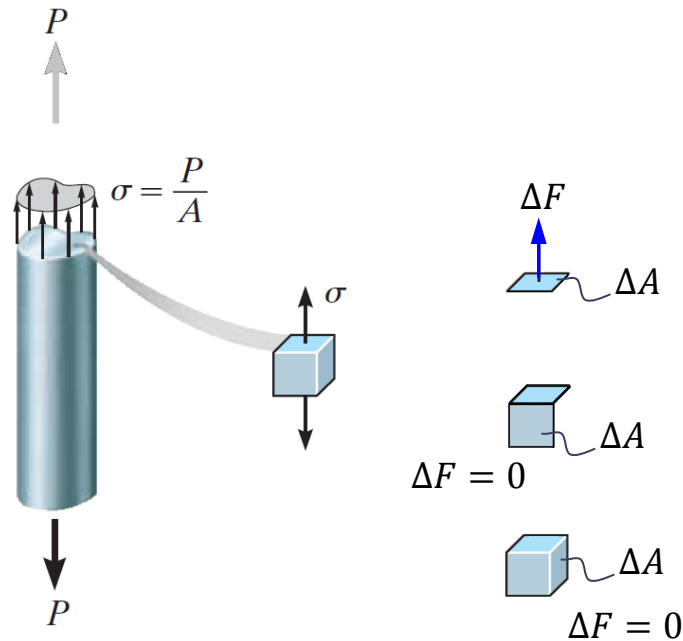
Esfuerzo

**Esfuerzo  
normal**

Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones



# 1.4 Esfuerzo normal promedio en una barra

## 2. Esfuerzo normal promedio.

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

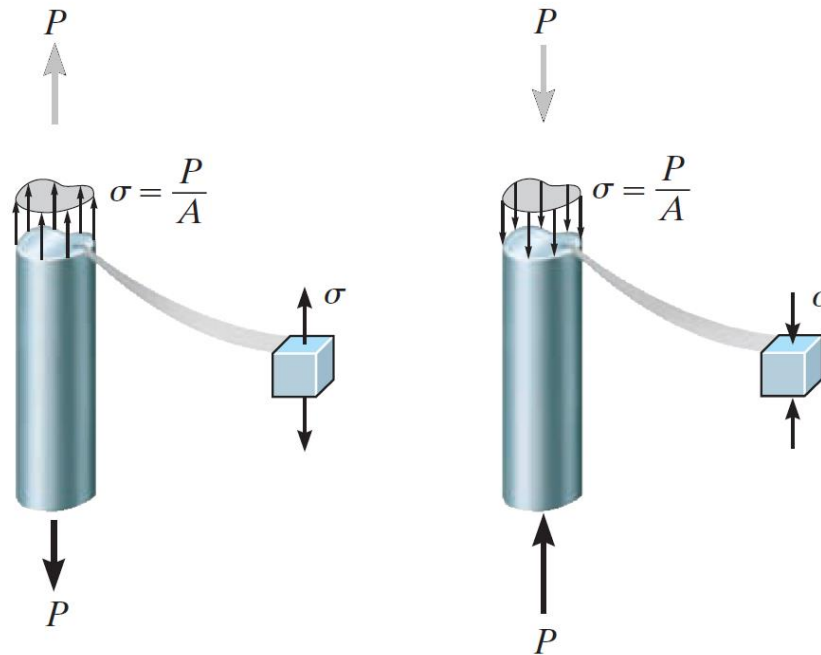
Esfuerzo

**Esfuerzo normal**

Esfuerzo cortante

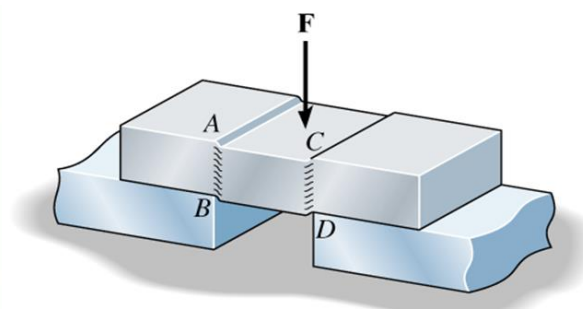
Esfuerzo permisible

Diseño de conexiones



# 1.5 Esfuerzo cortante promedio

## 1. Esfuerzo cortante promedio.

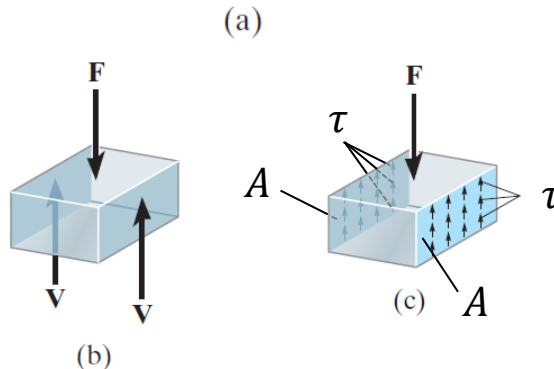


$$\tau = \frac{V}{A}$$

$\tau$ : Esfuerzo cortante promedio en cualquier punto del área de la sección transversal.

$V$ : Fuerza cortante resultante interna determinada a partir de las ecuaciones de equilibrio

$A$ : Área de la sección transversal de la barra.



Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

# 1.5 Esfuerzo cortante promedio

## 1. Esfuerzo cortante promedio.

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

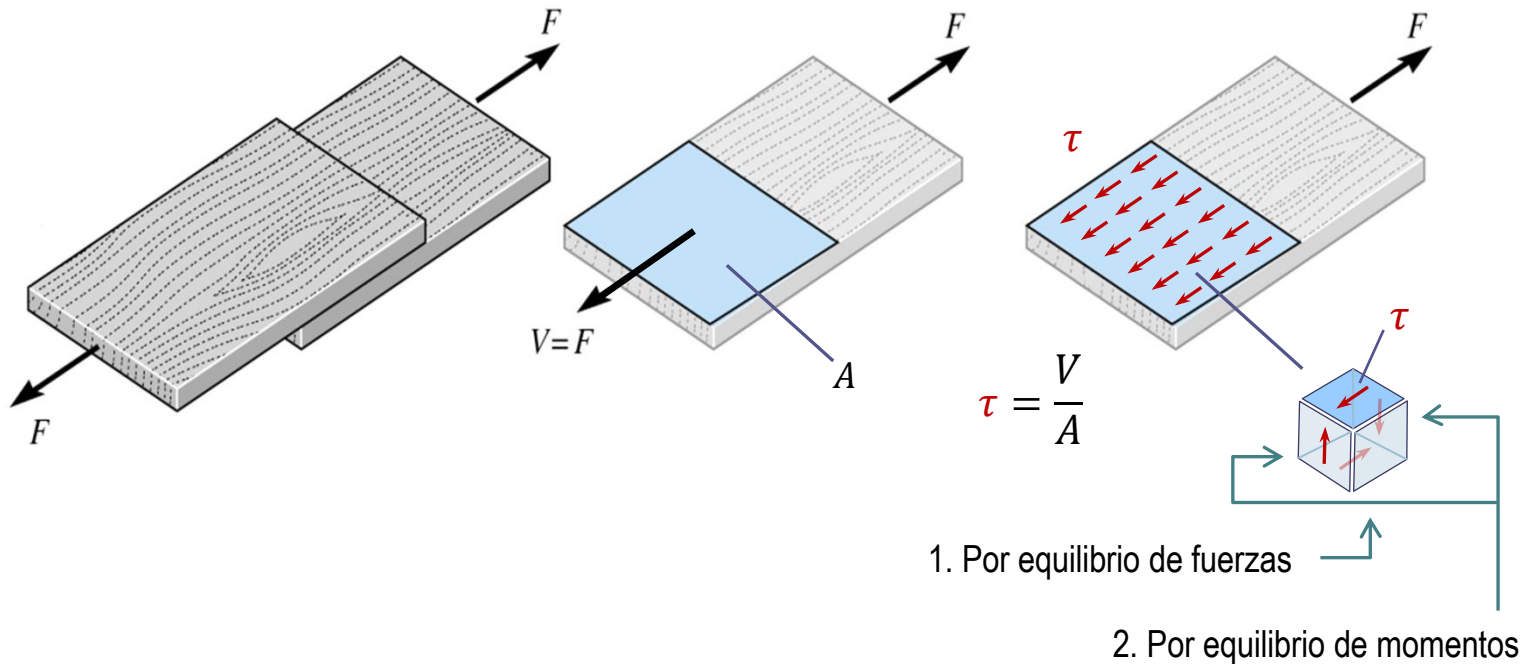
Esfuerzo

Esfuerzo normal

**Esfuerzo cortante**

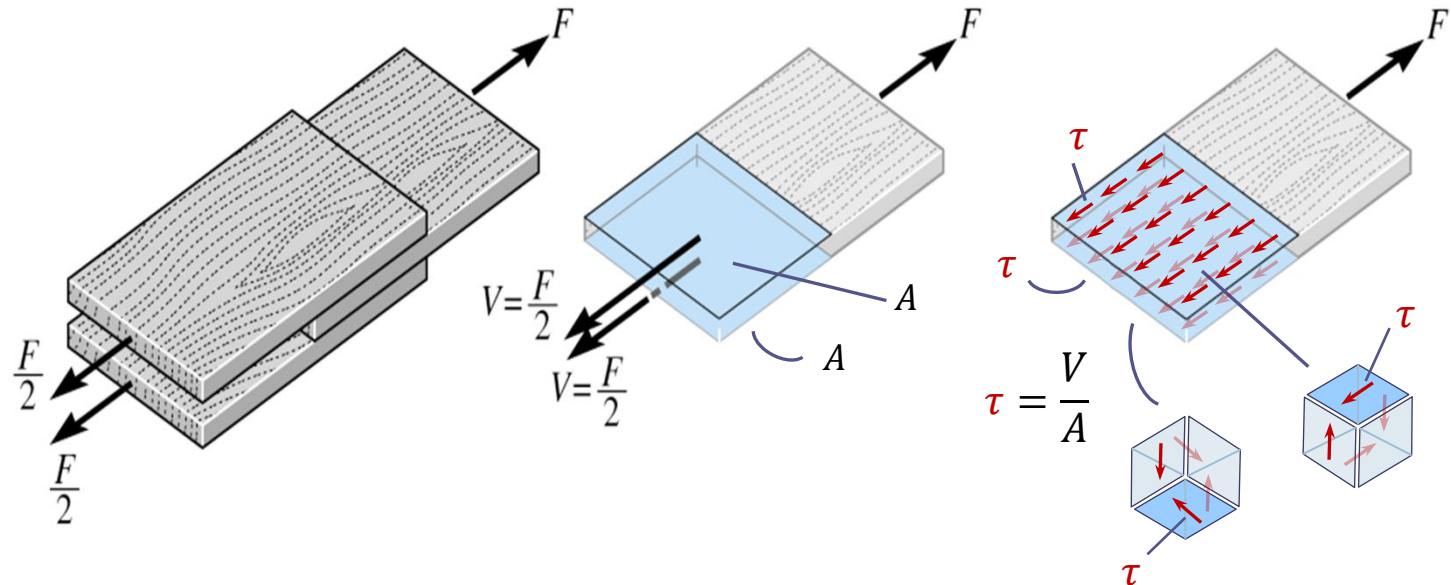
Esfuerzo permisible

Diseño de conexiones



# 1.5 Esfuerzo cortante promedio

## 1. Esfuerzo cortante promedio.



Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normal**Esfuerzo  
cortante**Esfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

# 1.6 Esfuerzo permisible

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

**Esfuerzo  
permisible**

Diseño de  
conexiones

## 1. Definición.

- Esfuerzo permisible o admisible es aquel que restringe la carga aplicada a una que sea menor que el componente pueda soportar plenamente

## 2. Razones para contemplar un esfuerzo permisible o admisible.

- La carga de diseño es diferente a la carga impuesta en la realidad.
- Las dimensiones de un componente tiene errores de fabricación o montaje.
- Cargas adicionales no previstas.
- Deterioro del material durante el servicio debido a aspectos ambientales y mecanismos de desgaste.
- Variación de las propiedades mecánicas de algún componente.

# 1.6 Esfuerzo permisible

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortante**Esfuerzo  
permisible**Diseño de  
conexiones

## 3. Factor de seguridad.

- El factor de seguridad FS es una razón de una carga teórica máxima que puede soportar el componente hasta que falle, de una forma particular, entre una carga permisible que ha sido determinada por la experiencia o experimentalmente.

$$FS = \frac{P_{falla}}{P_{perm}}$$

- Si la carga aplicada al componente está linealmente relacionada con el esfuerzo desarrollado dentro del mismo componente, el FS puede expresarse en función de los esfuerzos.

$$FS = \frac{\sigma_{falla}}{\sigma_{perm}} \quad o \quad FS = \frac{\tau_{falla}}{\tau_{perm}}$$



# 1.6 Esfuerzo permisible

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

**Esfuerzo  
permisible**

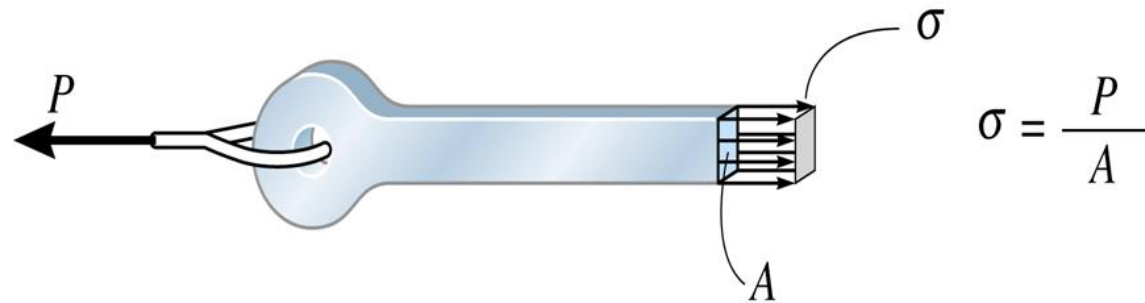
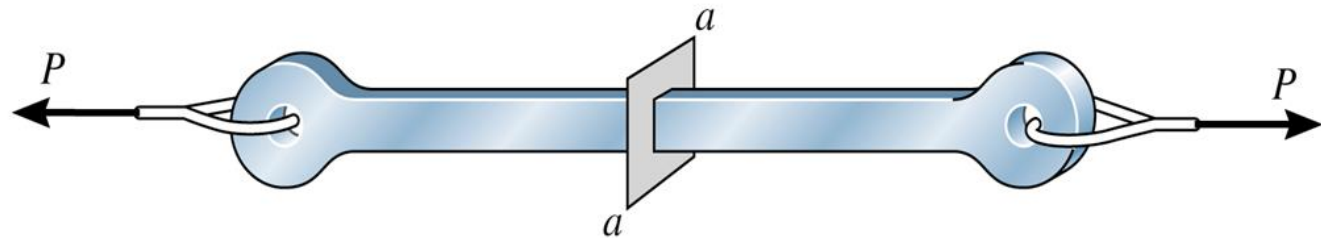
Diseño de  
conexiones

## 3. Factor de seguridad.

- Se elige generalmente un FS mayor a 1 con el objetivo de evitar una posible falla.
- FS=1 : Reducir el peso de los componentes estructurales o mecánicos.
- FS=3 : Incertidumbre en los valores de la carga o incertidumbre en el comportamiento del material.
- El FS están contemplados en códigos y normas de diseño.

# 1.7 Diseño de conexiones simple

## 1. Componente sometido a tensión/compresión.



Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normal

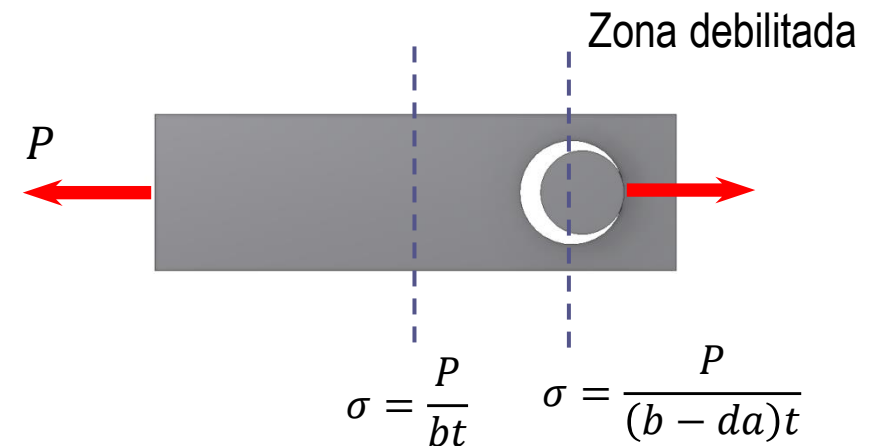
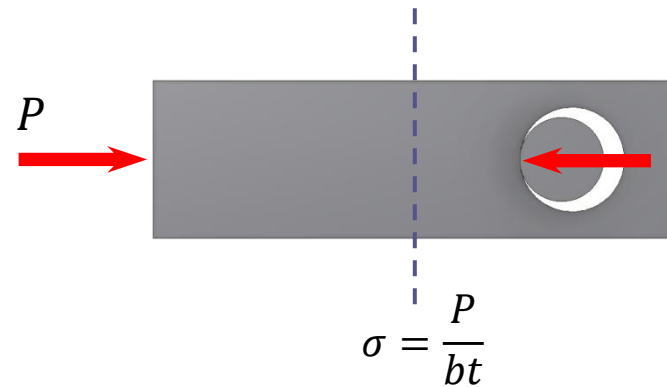
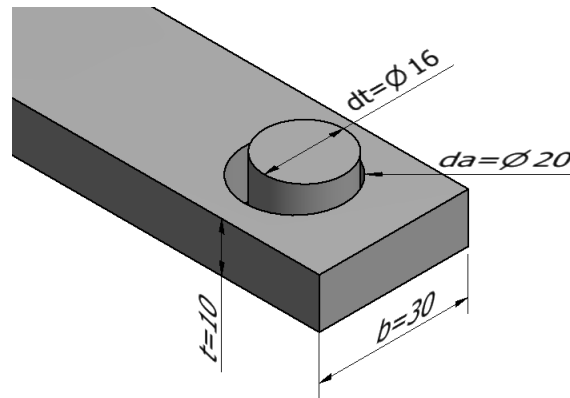
Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones

# 1.7 Diseño de conexiones simple

## 1. Componente sometido a tensión/compresión.



Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

# 1.7 Diseño de conexiones simple

## 1. Componente sometido a tensión/compresión.

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

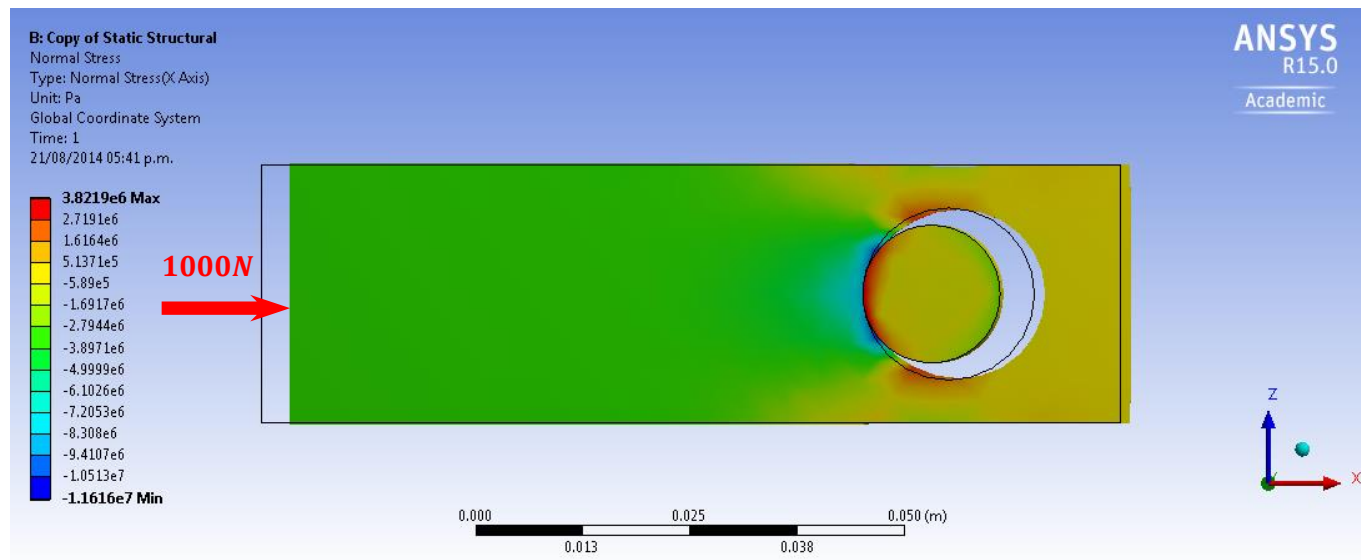
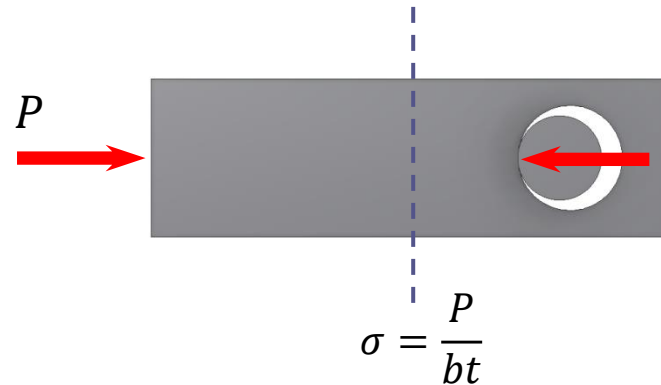
Esfuerzo

Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

Esfuerzo  
permisible

Diseño de  
conexiones



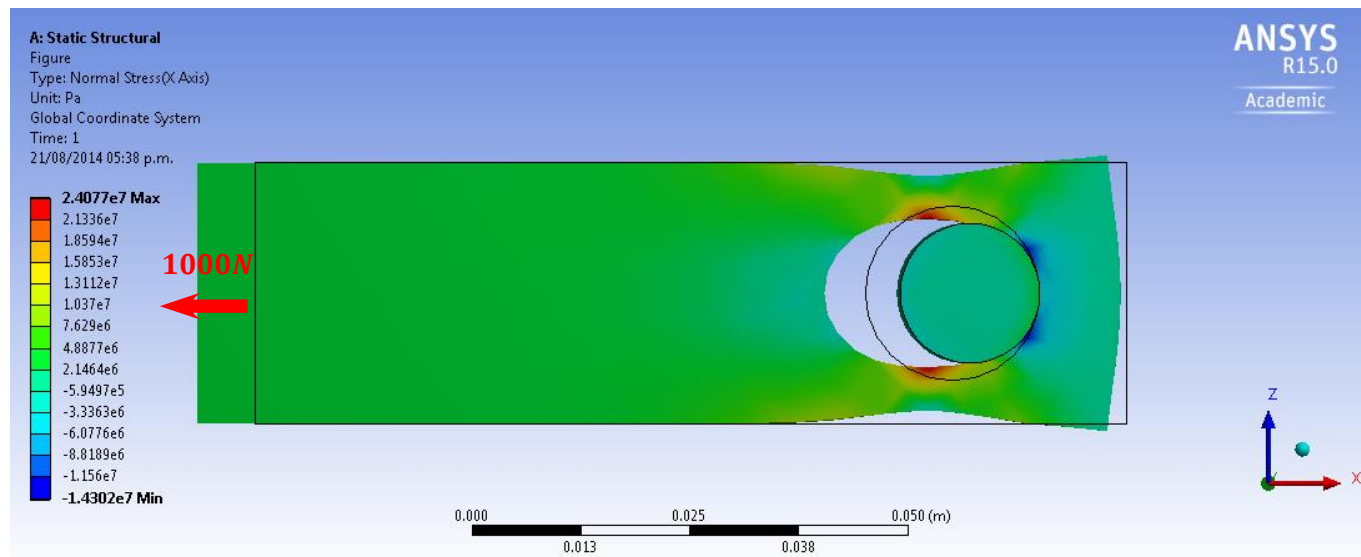
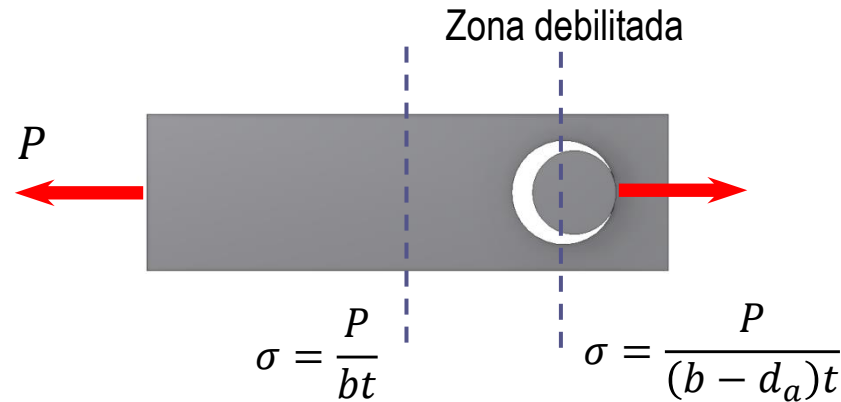
# 1.7 Diseño de conexiones simple

## 1. Componente sometido a tensión/compresión.

Introducción

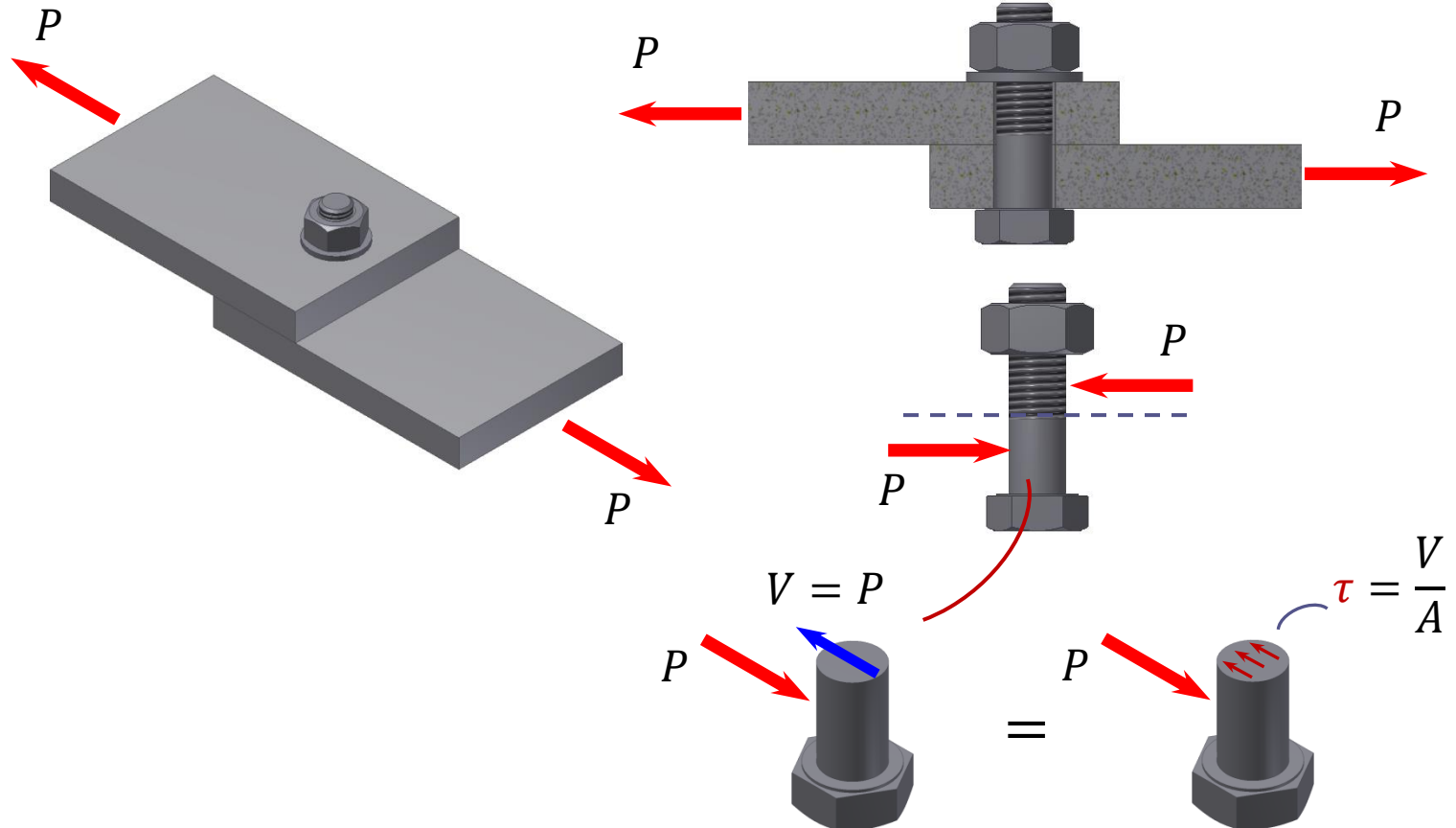
Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

# 1.7 Diseño de conexiones simple

## 2. Conector (tornillo) sometidos a corte.



Introducción

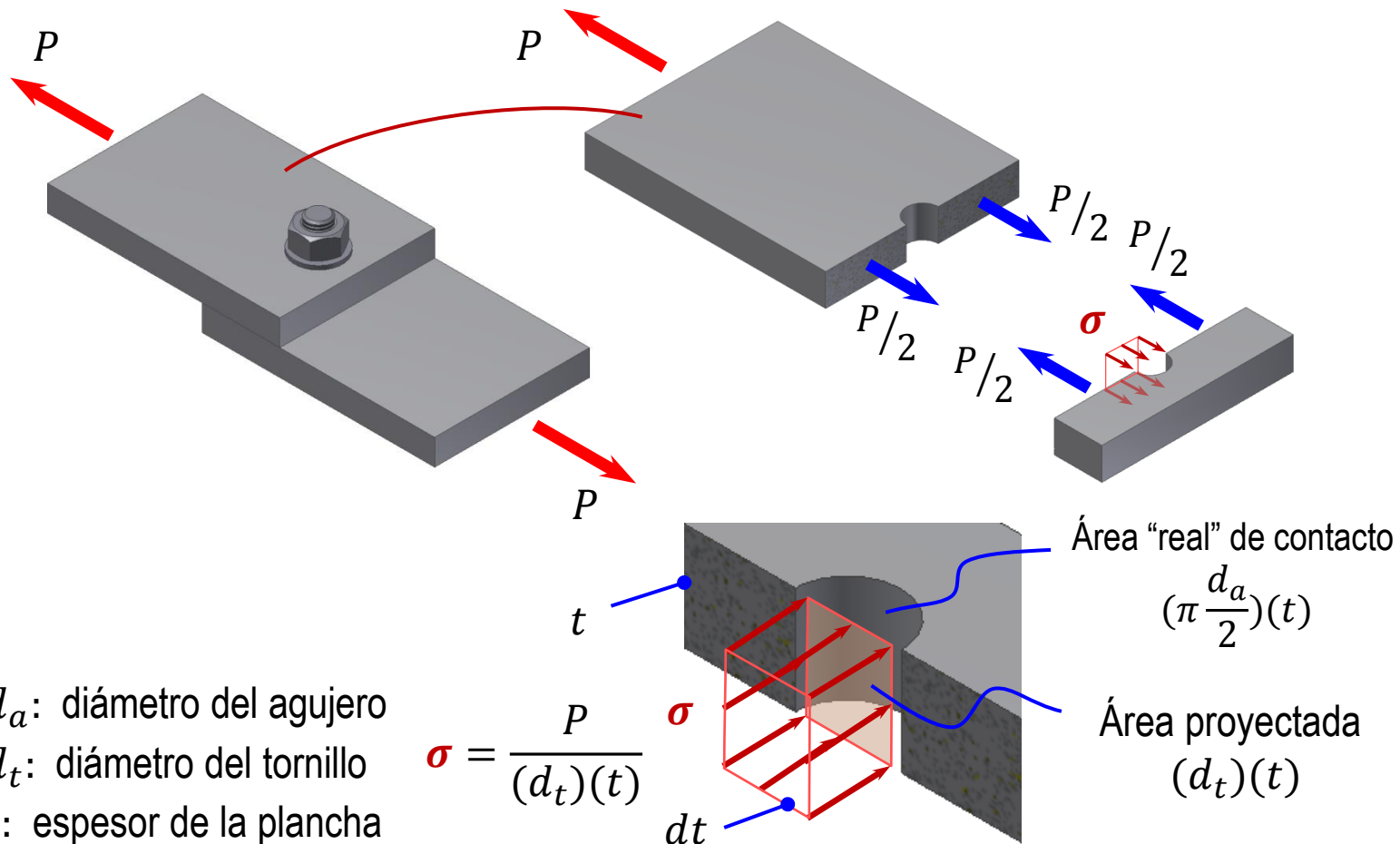
Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

# 1.7 Diseño de conexiones simple

## 3. Conector sometidos a esfuerzos de apoyo (aplastamiento).



Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

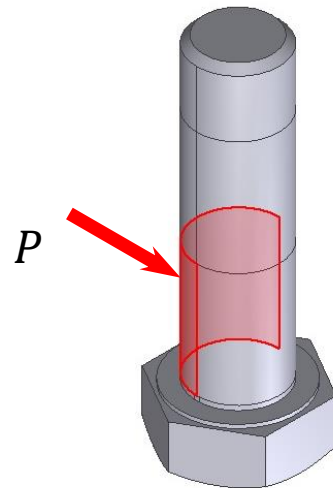
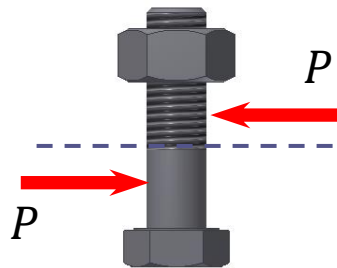
# 1.7 Diseño de conexiones simple

## 3. Conector sometidos a esfuerzos de apoyo (aplastamiento).

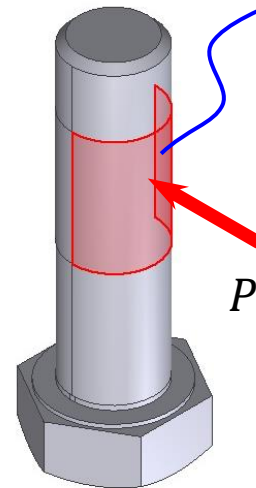
Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

Esfuerzo

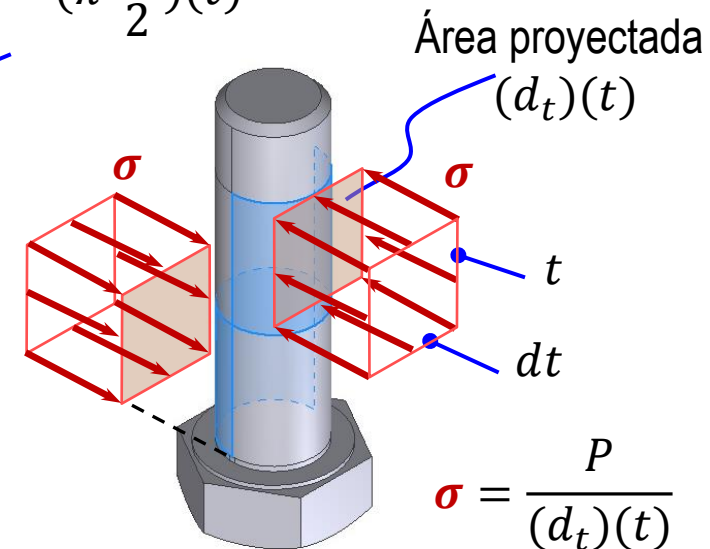
Esfuerzo  
normalEsfuerzo  
cortanteEsfuerzo  
permisibleDiseño de  
conexiones

Contacto con la  
plancha inferior



Contacto con la  
plancha superior

Área "real" de contacto  
 $(\pi \frac{d_a}{2})(t)$





# 1.7 Diseño de conexiones simple

## 3. Esfuerzos de corte producto de una carga axial (adherencia).

Introducción

Equilibrio C.  
Deformable

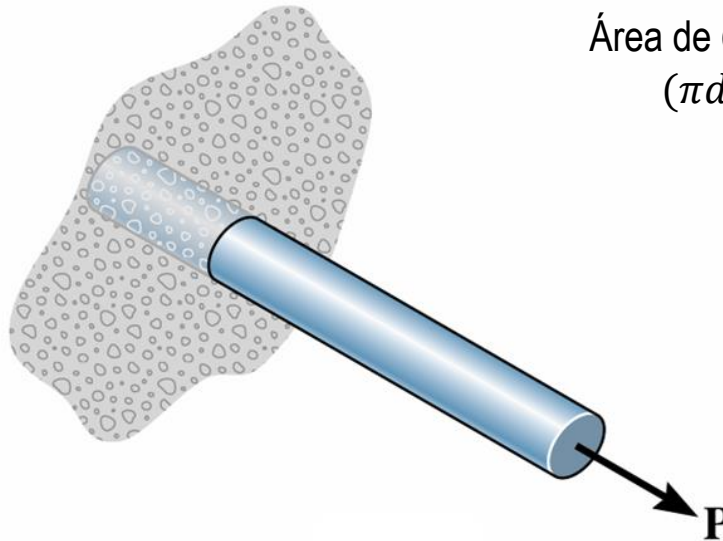
Esfuerzo

Esfuerzo  
normal

Esfuerzo  
cortante

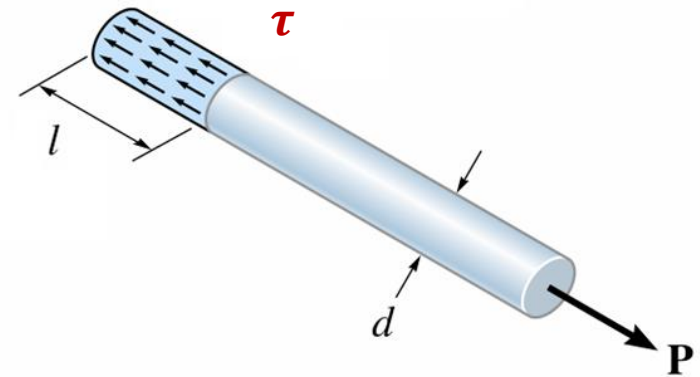
Esfuerzo  
permisible

**Diseño de  
conexiones**



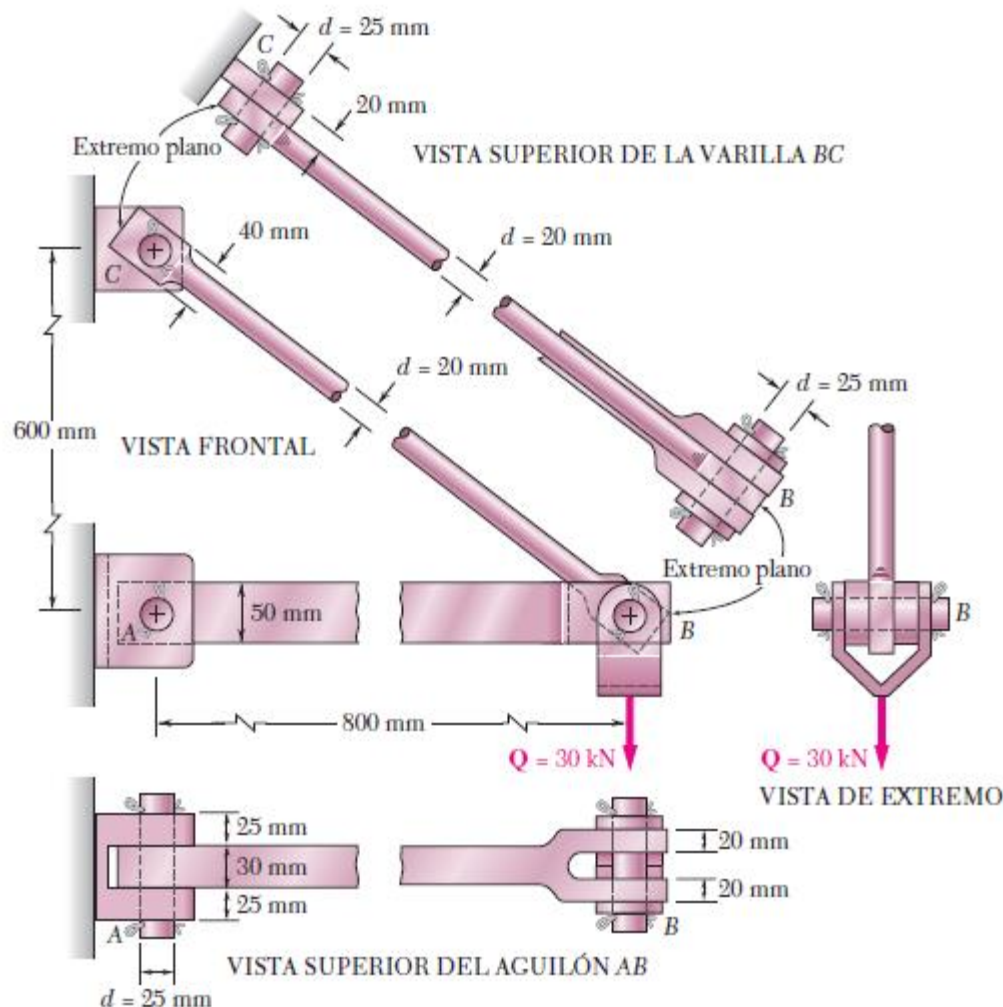
Área de contacto  
 $(\pi d)(l)$

$$\tau = \frac{P}{(\pi d)(l)}$$



# 1.7 Diseño de conexiones simple

## Problema 03.



Determinar los esfuerzos axiales de los componentes AB y BC, los esfuerzos cortantes y de aplastamiento de los pasadores A, B y C.