

# Resistencia de Materiales

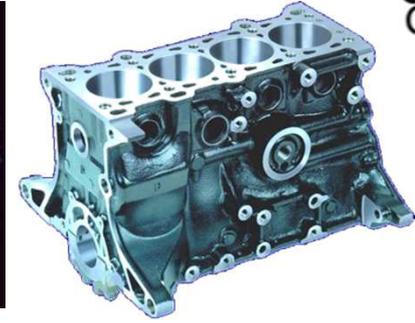
## INTRODUCCIÓN A LA ELASTICIDAD Y A LA RESISTENCIA DE MATERIALES



- **Introducción.**
- Sólido rígido, elástico y real.
- Nuevas variables: tensión, deformación, esfuerzos.
- Equilibrio estático vs. equilibrio elástico.
- Del sistema resistente al modelo de cálculo.
- El problema elástico.
- Hipótesis de Elasticidad y Resistencia de Materiales

## El objeto

Dominio resistente genérico  
sujeto a acciones genéricas



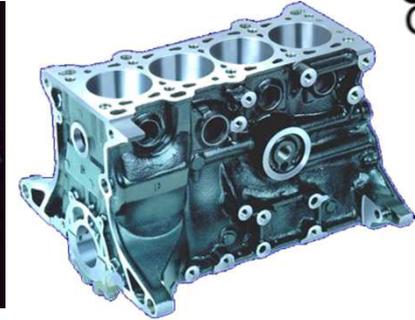
## El objetivo

Garantizar que el dominio  
soporta las acciones  
en unas condiciones concretas



## El objeto

Dominio resistente genérico  
sujeto a acciones genéricas



## El objetivo

Garantizar que el dominio  
soporta las acciones

en unas condiciones concretas



Evitar el fallo, pero... el fallo puede ser diverso:  
Seguridad, confort, funcional...



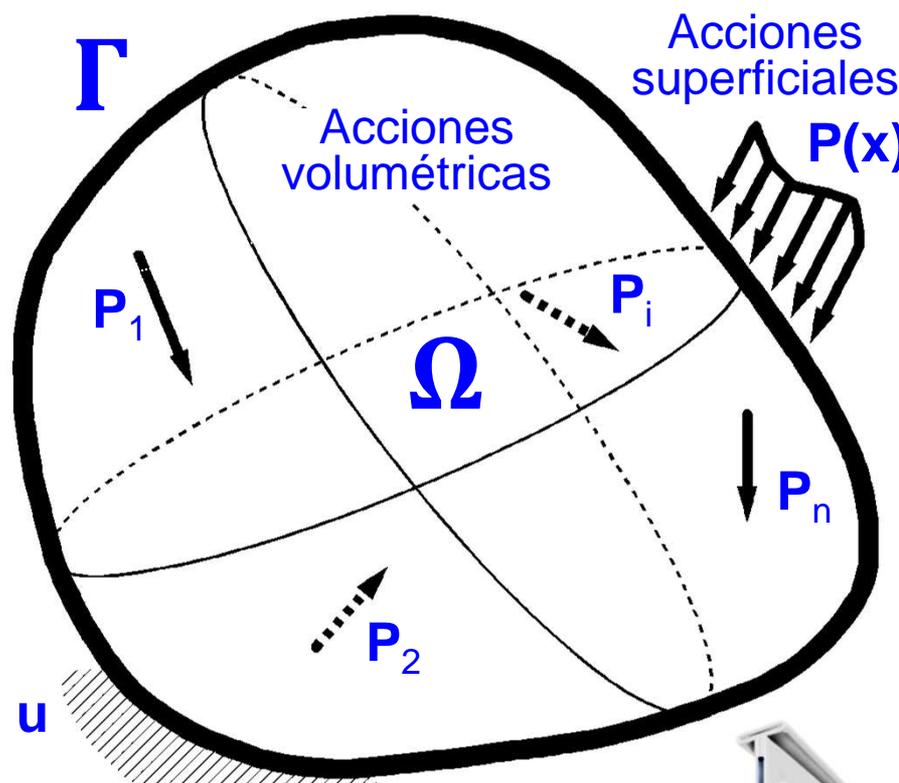
### El objeto

Dominio resistente genérico  
sujeto a acciones genéricas

### El objetivo

Garantizar que el dominio  
soporta las acciones  
en unas condiciones concretas

## ELASTICIDAD

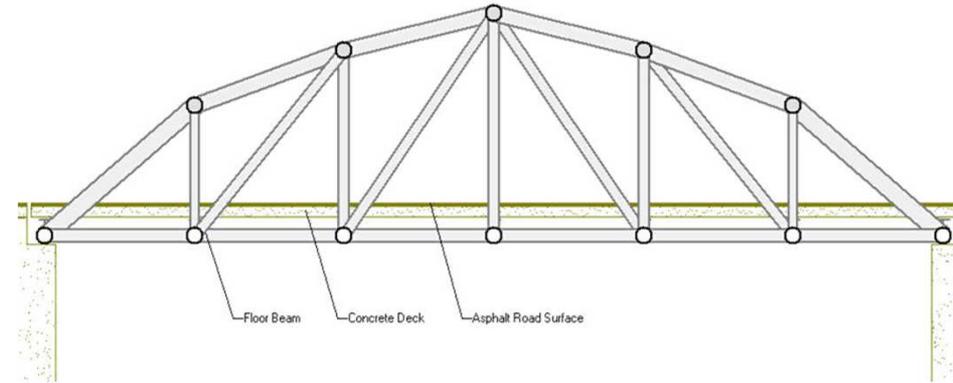


Desplazamientos impuestos

Dominio resistente con importantes simplificaciones geométricas que permiten desarrollar un modelo simplificado de cálculo

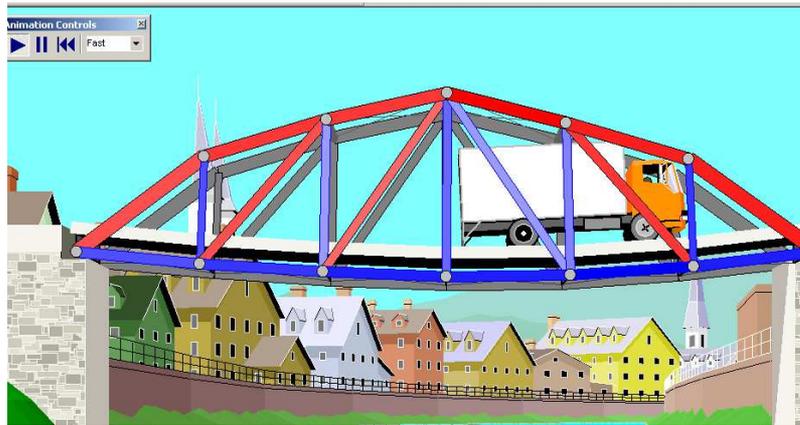
El objeto

## RESISTENCIA DE MATERIALES



El objetivo

Garantizar que el dominio soporta las solicitaciones en unas condiciones concretas (el mismo)



\* imagen de la aplicación "Bridge designer" [www.bridgecontest.org]



# Resistencia de Materiales

## INTRODUCCIÓN A LA ELASTICIDAD Y A LA RESISTENCIA DE MATERIALES

- Introducción.
- **Sólido rígido, elástico y real.**
- Nuevas variables: tensión, deformación, esfuerzos.
- Equilibrio estático vs. equilibrio elástico.
- Del sistema resistente al modelo de cálculo.
- El problema elástico.
- Hipótesis de Elasticidad y Resistencia de Materiales



# SÓLIDOS...

- ❖ Rígido
- ❖ Elástico
- ❖ Plástico
- ❖ Viscoso
- ❖ ...
- ❖ y combinaciones de los anteriores

Modelos de comportamiento

## SÓLIDOS...

- ❖ Rígido
- ❖ Elástico
- ❖ Plástico
- ❖ Viscoso
- ❖ ...
- ❖ y combinaciones de los anteriores

Modelos de comportamiento

Relación causa/efecto

# SÓLIDOS...

- ❖ Rígido
- ❖ Elástico
- ❖ Plástico
- ❖ Viscoso
- ❖ ...
- ❖ y combinaciones de los anteriores

Modelos de **comportamiento**

Relación causa/efecto

El sólido real

(Metales, Mat. Pétreos, Madera, Mat. Compuestos...)

tiene algo de todos y cada uno de ellos

Hipótesis de **comportamiento**



- ❖ Rígido
- ❖ **Elástico**
- ❖ Plástico
- ❖ Viscoso
- ❖ ...
- ❖ y combinaciones de los anteriores

Modelos de **comportamiento**

Relación causa/efecto

El sólido real

(Metales, Mat. Pétreos, Madera, Mat. Compuestos...)

tiene algo de todos y cada uno de ellos

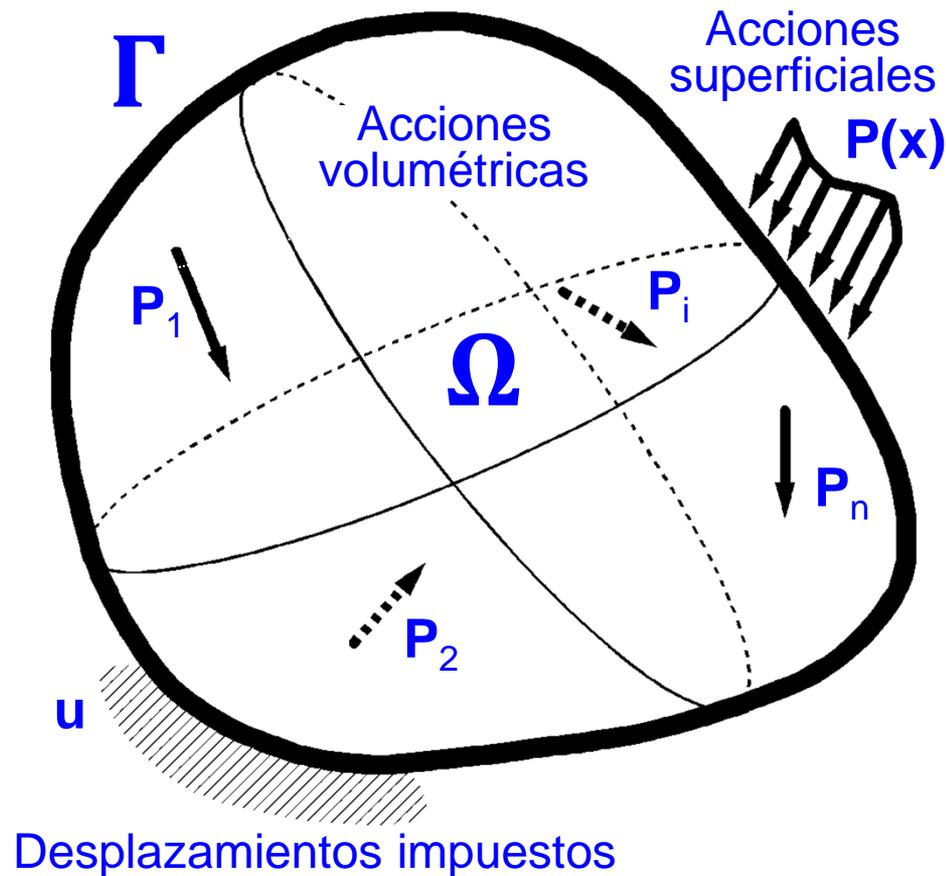
**Hipótesis de comportamiento**

# Resistencia de Materiales

## INTRODUCCIÓN A LA ELASTICIDAD Y A LA RESISTENCIA DE MATERIALES

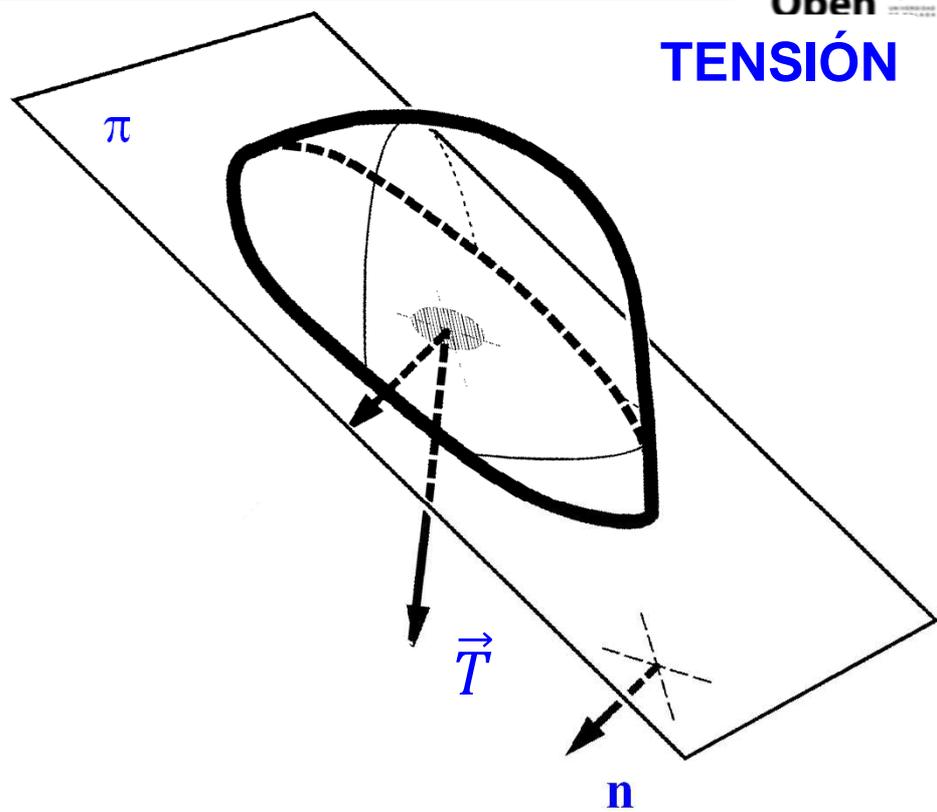
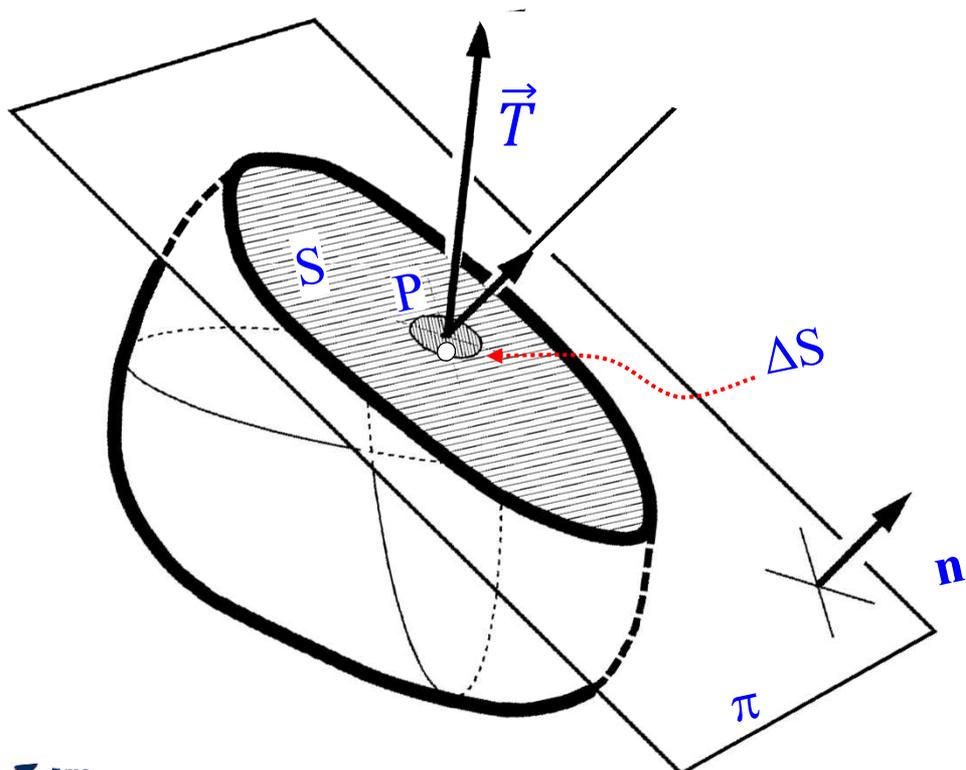
- Introducción.
- Sólido rígido, elástico y real.
- **Nuevas variables: tensión, deformación, esfuerzos.**
- Equilibrio estático vs. equilibrio elástico.
- Del sistema resistente al modelo de cálculo.
- El problema elástico.
- Hipótesis de Elasticidad y Resistencia de Materiales





# TENSIÓN

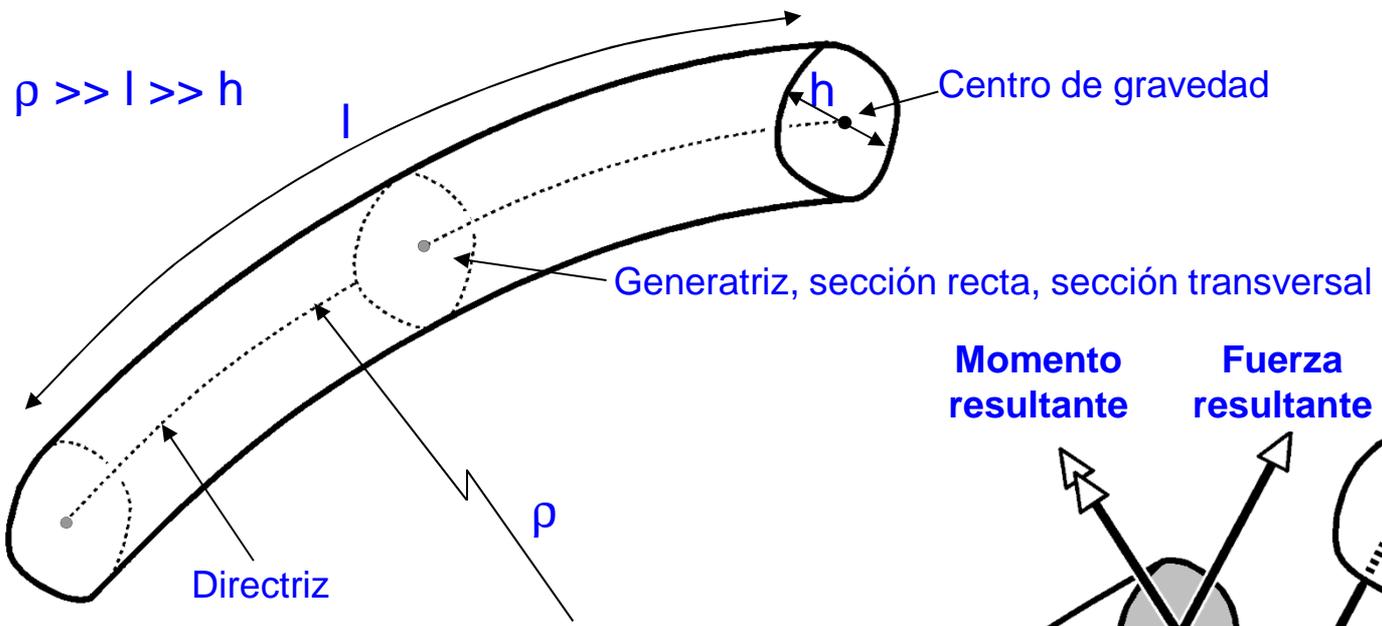
$$\vec{T} = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{F}}{\Delta S}$$



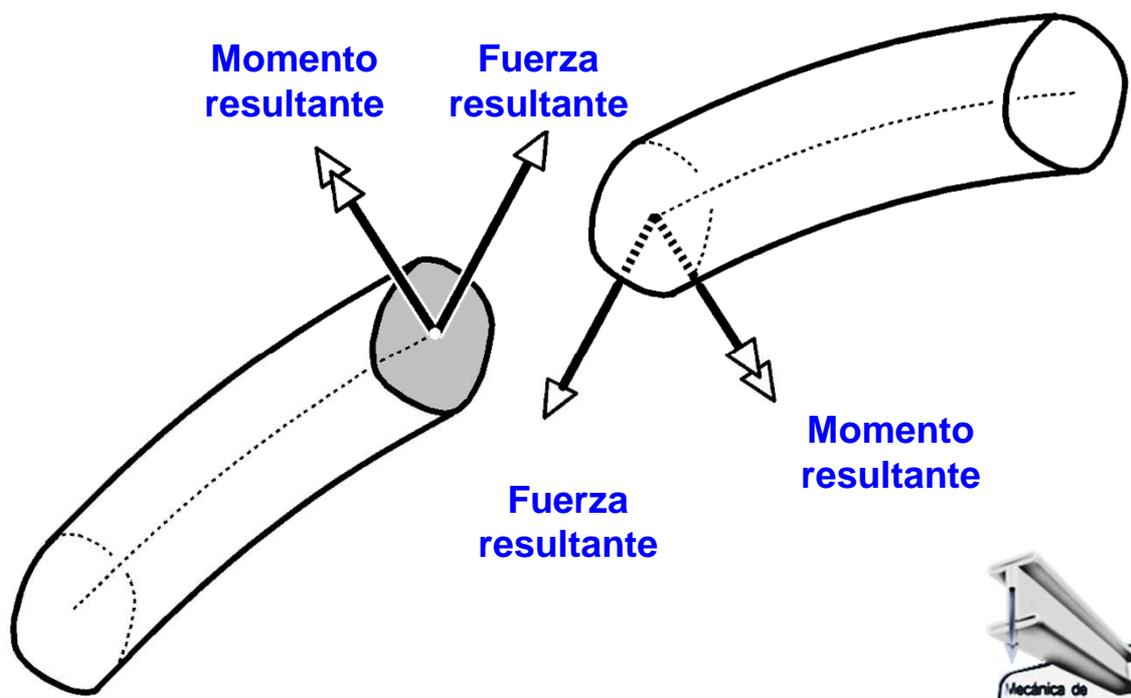
Unidades:

$$\frac{\text{Fuerza}}{\text{Superficie}}$$

# ELEMENTOS PRISMÁTICOS



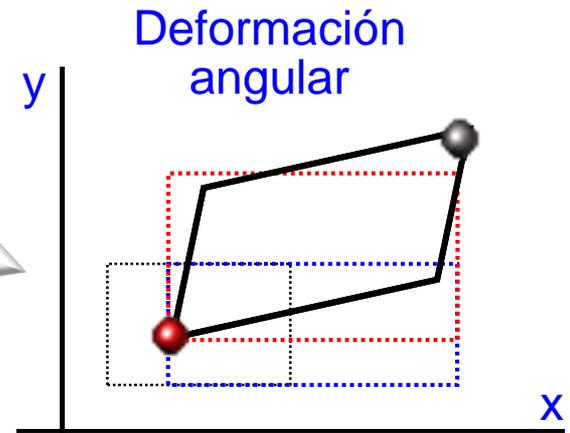
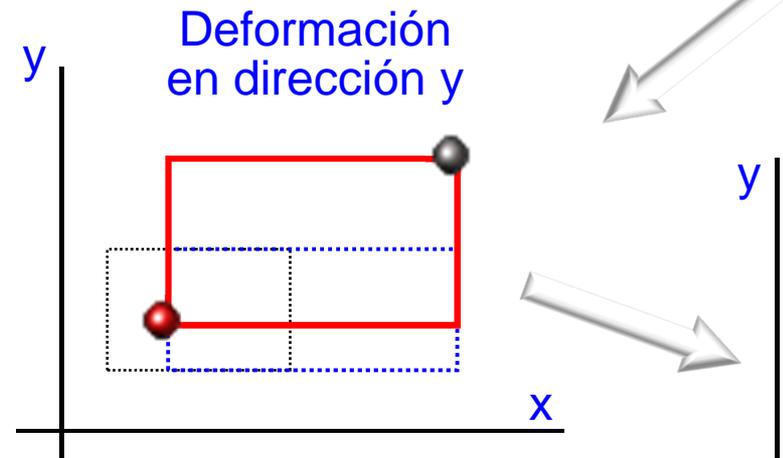
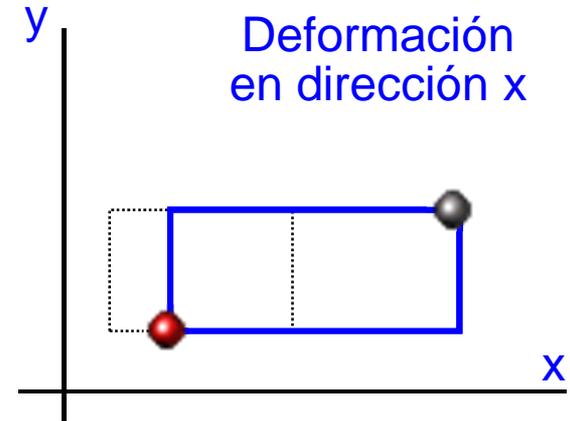
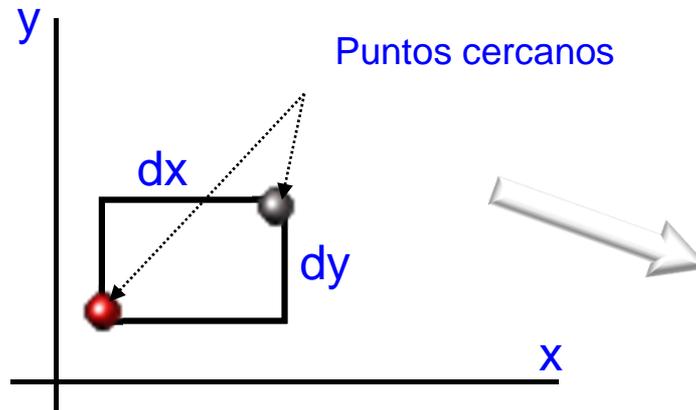
Vigas  
Pilares  
Arcos  
Cables  
Tendones ...



# DEFORMACIÓN



variación de las posiciones relativas de los puntos del dominio



Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras

# Resistencia de Materiales

## INTRODUCCIÓN A LA ELASTICIDAD Y A LA RESISTENCIA DE MATERIALES

- Introducción.
- Sólido rígido, elástico y real.
- Nuevas variables: tensión, deformación, esfuerzos.
- **Equilibrio estático vs. equilibrio elástico.**
- Del sistema resistente al modelo de cálculo.
- El problema elástico.
- Hipótesis de Elasticidad y Resistencia de Materiales



## Acciones

## Solicitaciones

### ● Externas:

- Fuerzas
- Momentos
- Temperatura
- Desplazamientos (sismo)
- ...

### ● Internas:

- Tensiones?
  - Deformaciones?
  - Esfuerzos?
- ... ya veremos

**Equilibrio  
estático  
(dinámico)**



$$\Sigma F = 0$$

$$\Sigma M = 0$$

**Para el dominio  
considerado como un todo**

**Términos de inercia**



## Acciones

## Solicitaciones

### ● Externas:

- Fuerzas
- Momentos
- Temperatura
- Desplazamientos (sismo)
- ...

### ● Internas:

- Tensiones?
- Deformaciones?
- Esfuerzos?
- ... ya veremos

Nuevas variables

Equilibrio  
**ELÁSTICO**  
(dinámico)



$$\Sigma F = 0$$

$$\Sigma M = 0$$

Para **CADA PARTE**  
del dominio

Términos de inercia



# Resistencia de Materiales

## INTRODUCCIÓN A LA ELASTICIDAD Y A LA RESISTENCIA DE MATERIALES



- Introducción.
- Sólido rígido, elástico y real.
- Nuevas variables: tensión, deformación, esfuerzos.
- Equilibrio estático vs. equilibrio elástico.
- **Del sistema resistente al modelo de cálculo.**
- El problema elástico.
- Hipótesis de la Elasticidad y Resistencia de Materiales

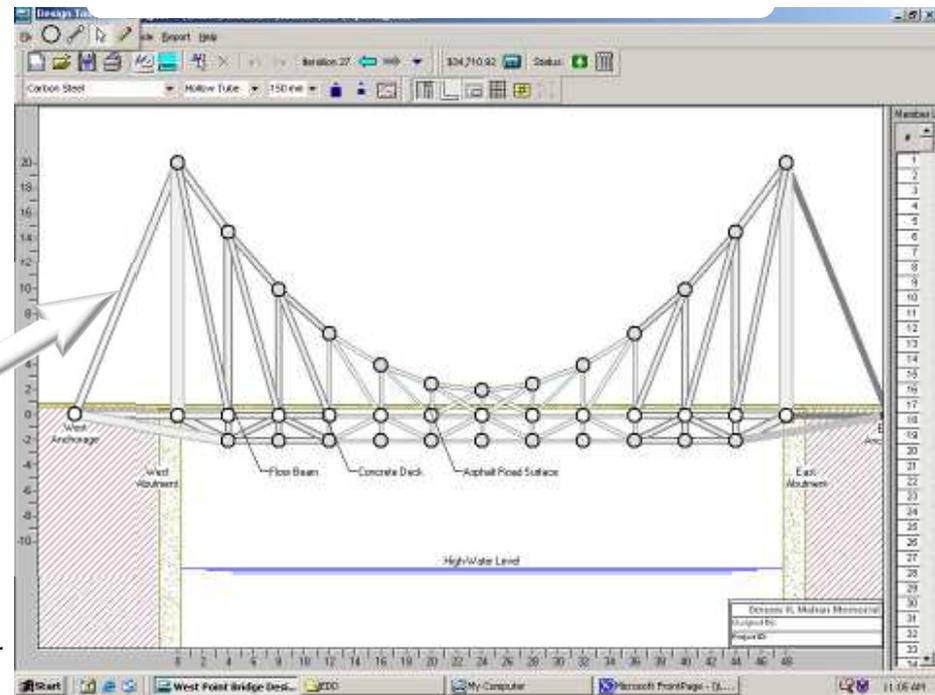
# SISTEMA REAL

# ESQUEMA DE CÁLCULO



hipótesis

*\* imagen de la aplicación "Bridge designer" [www.bridgecontest.org]*



Un método aproximado de cálculo aplicado a un buen modelo siempre dará mejores resultados que el mejor de los métodos de cálculo aplicado a un modelo mal concebido



# Resistencia de Materiales

## INTRODUCCIÓN A LA ELASTICIDAD Y A LA RESISTENCIA DE MATERIALES

- Introducción.
- Sólido rígido, elástico y real.
- Nuevas variables: tensión, deformación, esfuerzos.
- Equilibrio estático vs. equilibrio elástico.
- Del sistema resistente al modelo de cálculo.
- **El problema elástico.**
- Hipótesis de Elasticidad y Resistencia de Materiales



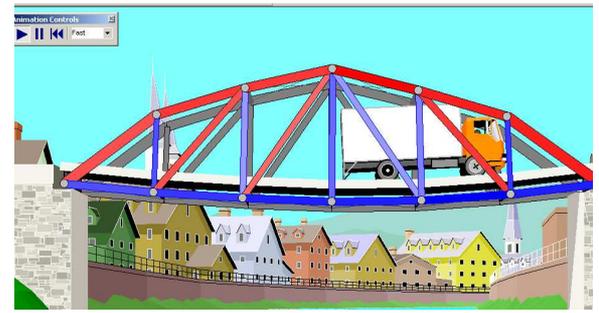
# EL PROBLEMA ELÁSTICO

*\*imagenes de la aplicación "Brigde designer" [www.bridgcontest.org]*

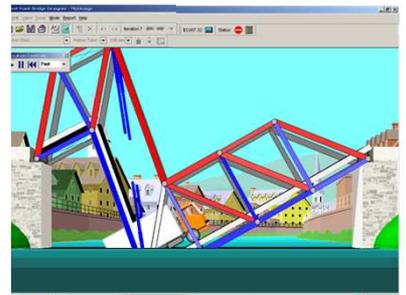
$$F(x,y,z)$$

$$u(x,y,z)$$

3D

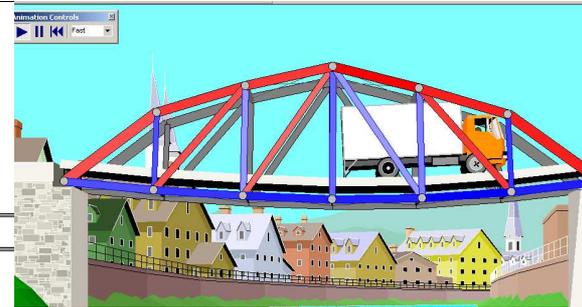


$$\sigma(x,y,z)$$



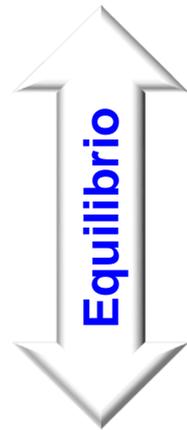
# EL PROBLEMA ELÁSTICO

\*imagenes de la aplicación "Bridge designer" [www.bridgecontest.org]



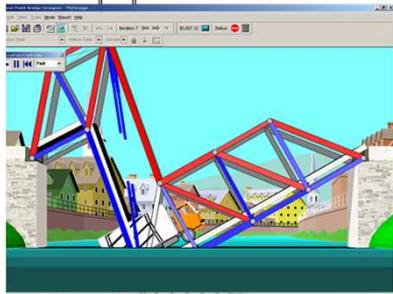
$u(x,y,z)$

$F(x,y,z)$



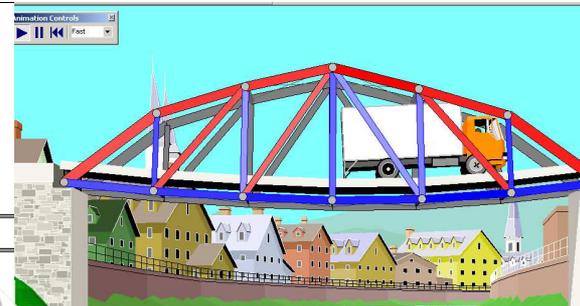
3D

$\sigma(x,y,z)$

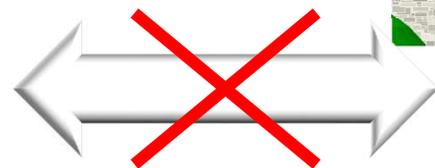


# EL PROBLEMA ELÁSTICO

\*imagenes de la aplicación "Bridge designer" [www.bridgecontest.org]



$F(x,y,z)$

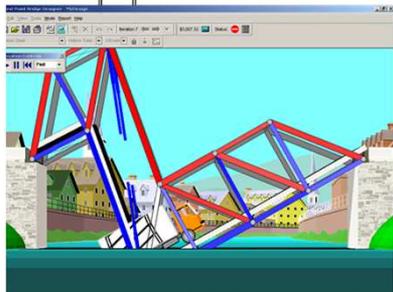


$u(x,y,z)$



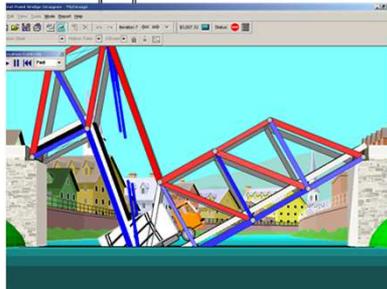
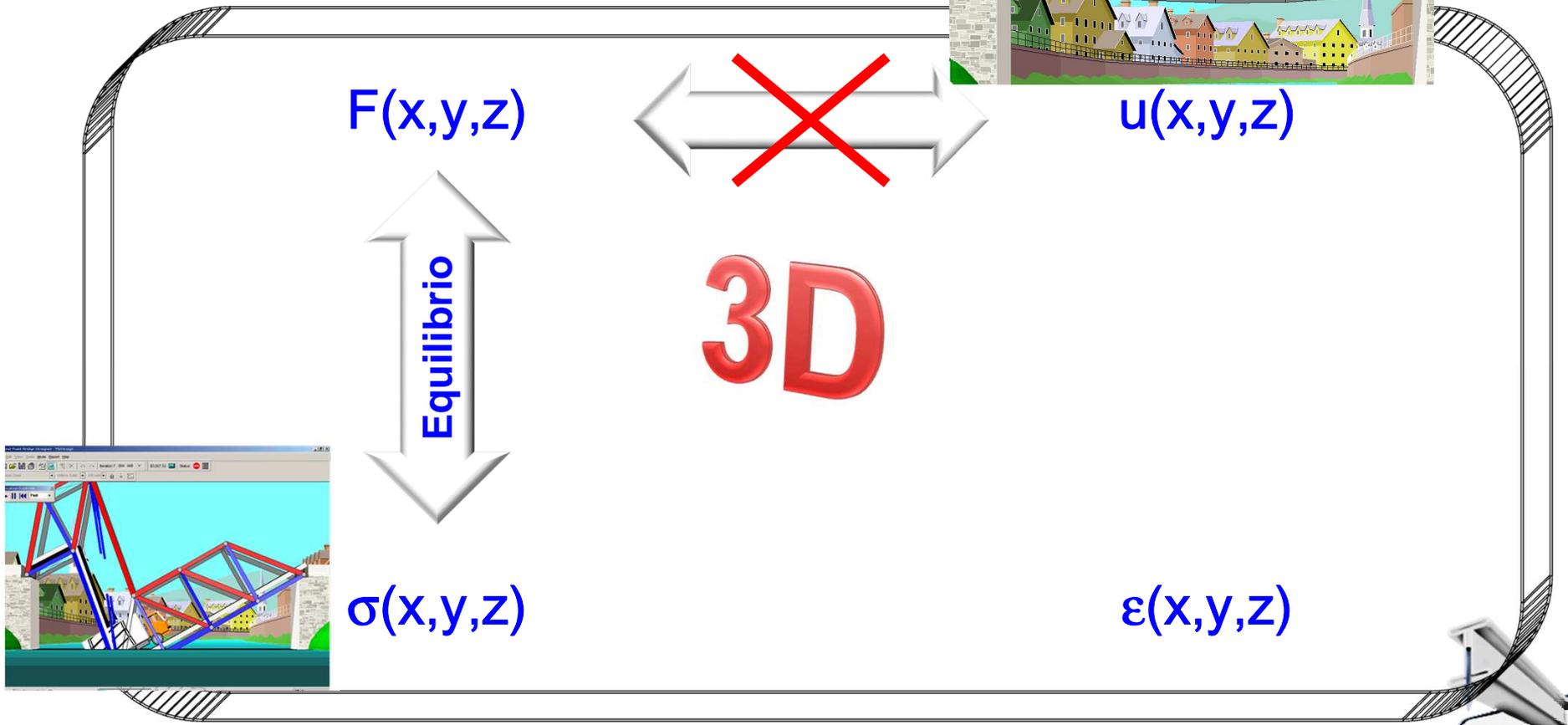
**3D**

$\sigma(x,y,z)$



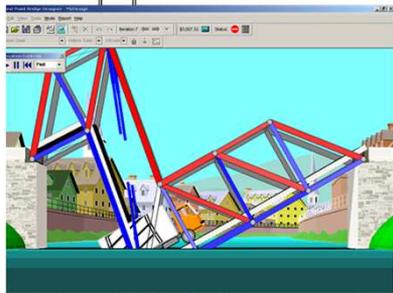
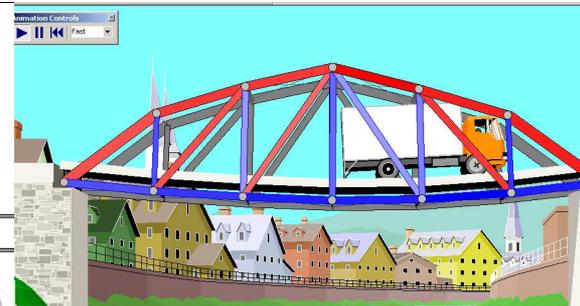
# EL PROBLEMA ELÁSTICO

\*imagenes de la aplicación "Bridge designer" [www.bridgecontest.org]



# EL PROBLEMA ELÁSTICO

\*imágenes de la aplicación "Bridge designer" [www.bridgecontest.org]



$F(x,y,z)$

$u(x,y,z)$

$\sigma(x,y,z)$

$\epsilon(x,y,z)$

Equilibrio

Rel. Cinemáticas

Comportamiento

3D



# Resistencia de Materiales

## INTRODUCCIÓN A LA ELASTICIDAD Y A LA RESISTENCIA DE MATERIALES

- Introducción.
- Sólido rígido, elástico y real.
- Nuevas variables: tensión, deformación, esfuerzos.
- Equilibrio estático vs. equilibrio elástico.
- Del sistema resistente al modelo de cálculo.
- El problema elástico.
- **Hipótesis de Elasticidad y Resistencia de Materiales**



# HIPÓTESIS DE ELASTICIDAD

## Hipótesis de **constitución**

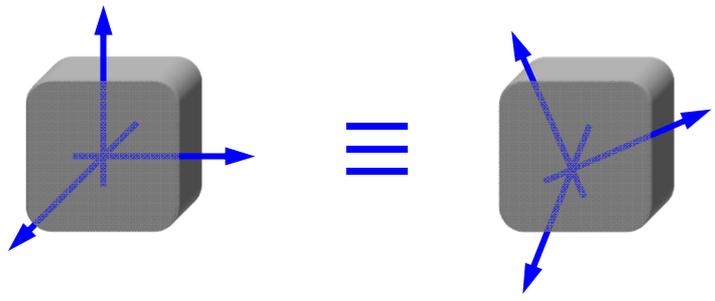
- Homogeneidad
- Continuidad
- Isotropía



Las heterogeneidades son asumidas  
definiendo propiedades medias



La materia, desde el punto de vista macroscópico,  
puede ser analizada sin considerar  
las discontinuidades inherentes a la misma.



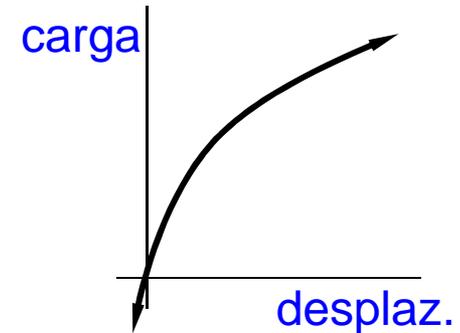
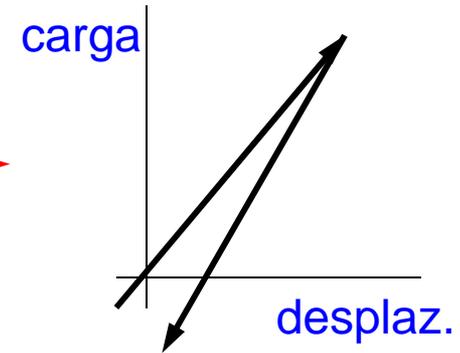
# HIPÓTESIS DE ELASTICIDAD

## Hipótesis de **constitución**

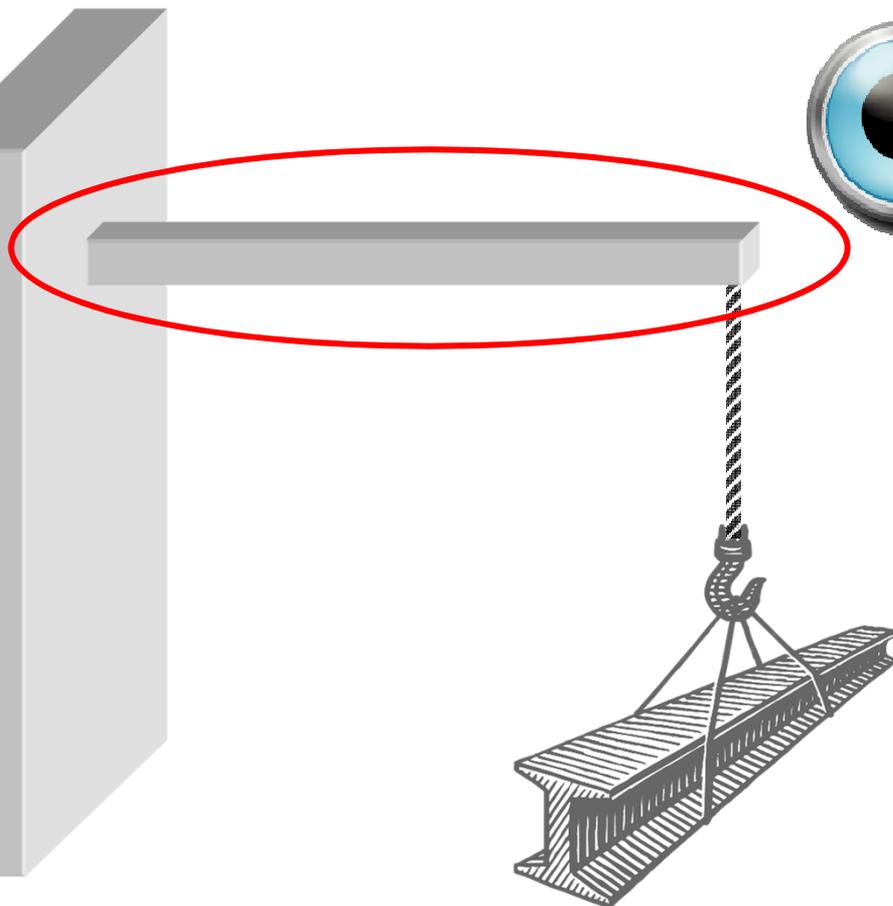
- Homogeneidad
- Continuidad
- Isotropía

## Hipótesis de **comportamiento**

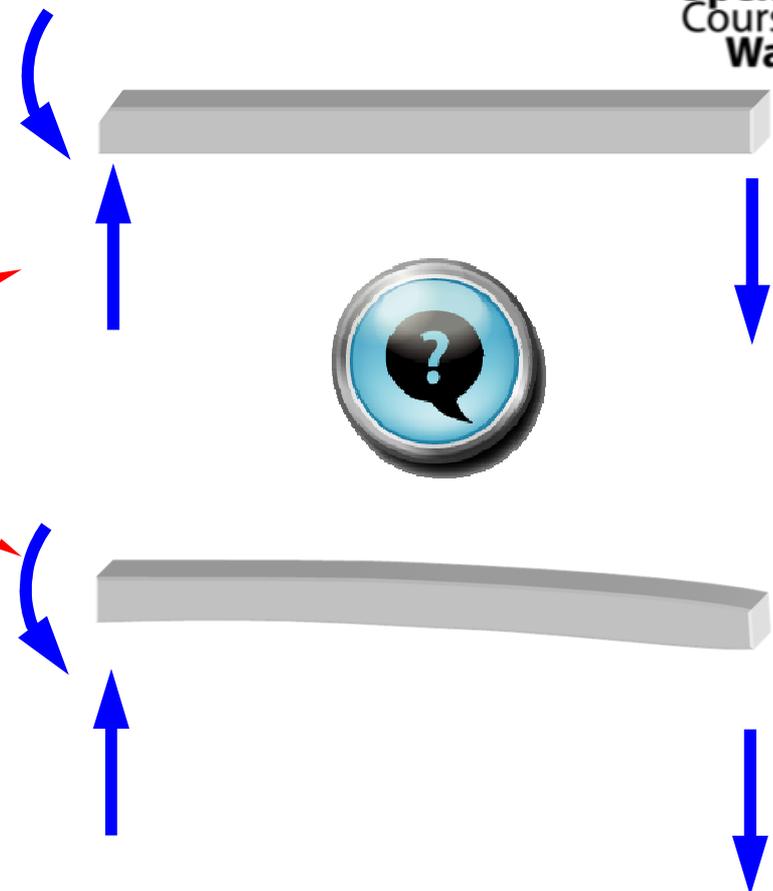
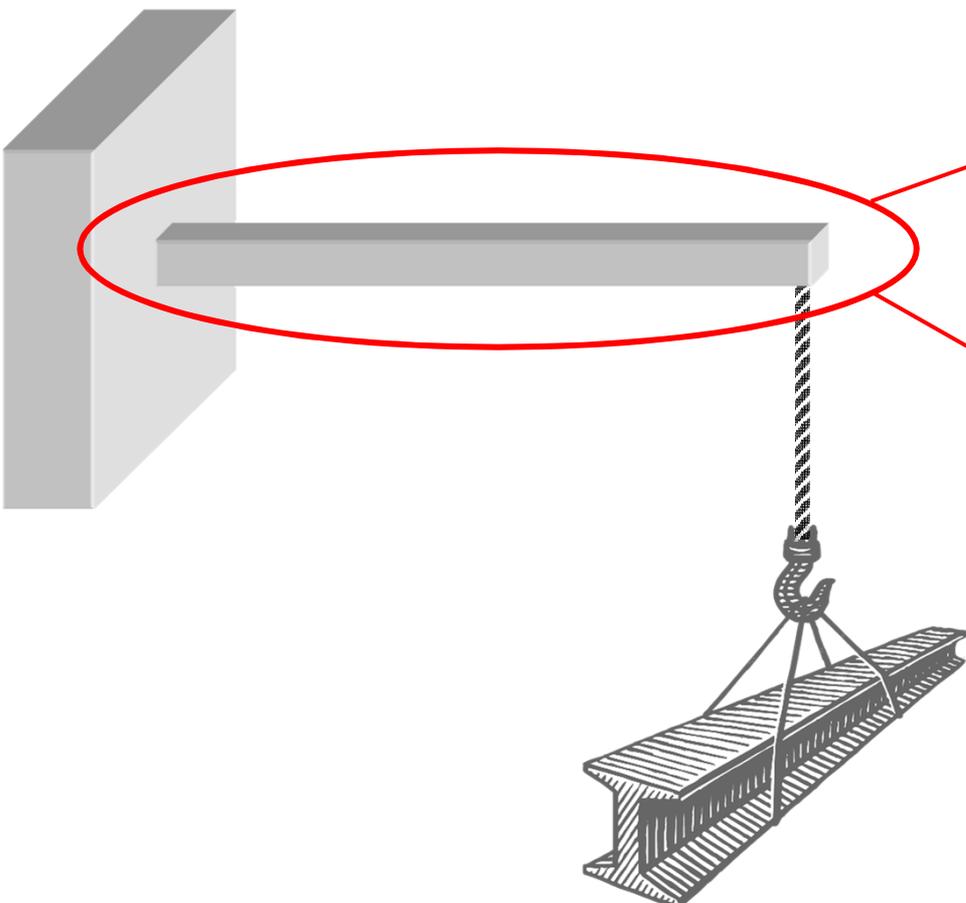
- Linealidad
- Elasticidad
- Pequeños desplazamientos



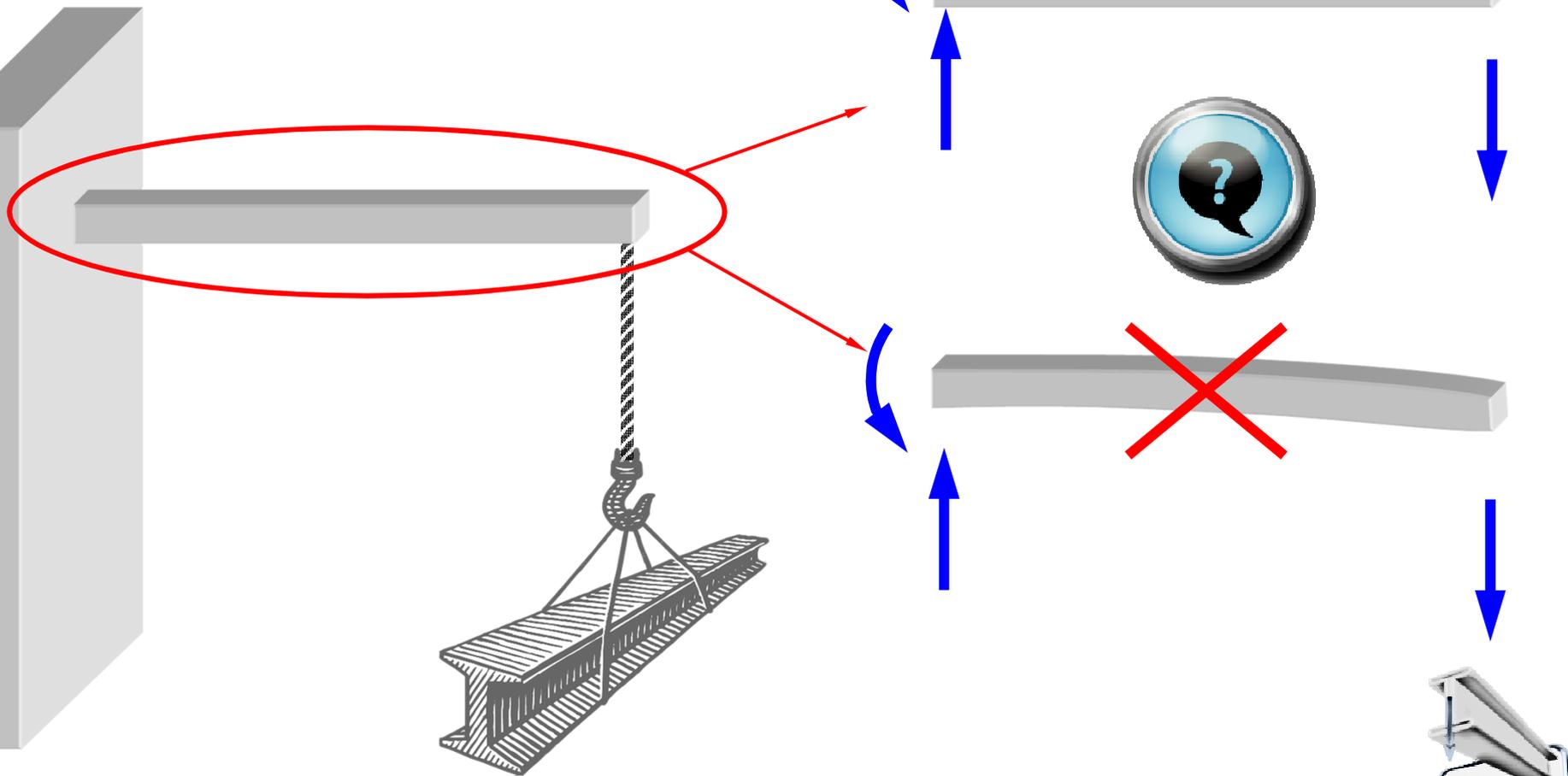
## Hipótesis de pequeñas deformaciones



# Hipótesis de pequeñas deformaciones



# Hipótesis de pequeñas deformaciones



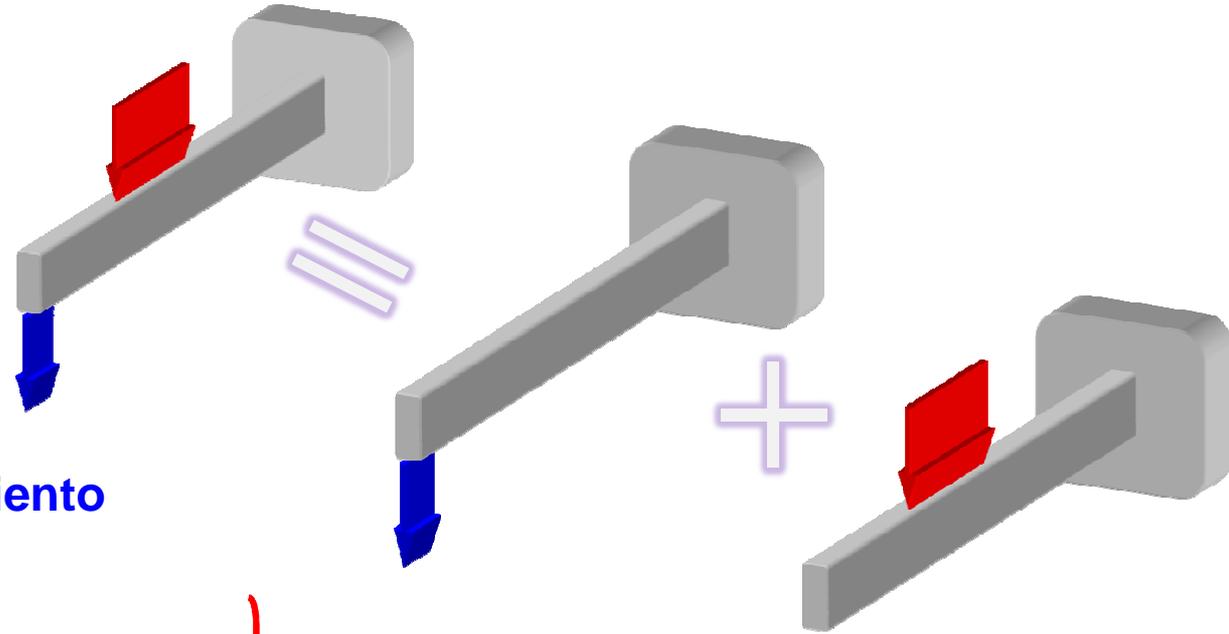
# HIPÓTESIS DE ELASTICIDAD

## Hipótesis de constitución

- Homogeneidad
- Continuidad
- Isotropía

## Hipótesis de comportamiento

- Linealidad
- Elasticidad
- Pequeños desplazamientos



Principio de superposición



# Principio de superposición

# HIPÓTESIS DE ELASTICIDAD

Estado de cargas  $f_1$  

Efecto (Tensión, deformación, desplazamiento)  $e_1$

Estado de cargas  $f_2$  

Efecto (Tensión, deformación, desplazamiento)  $e_2$

Estado de cargas  $\alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2$  

Efecto (Tensión, deformación, desplazamiento)  $\alpha_1 e_1 + \alpha_2 e_2$

- Linealidad
- Elasticidad
- Pequeños desplazamientos



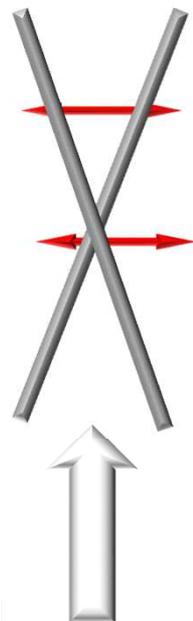
## Principio de superposición



## Principio de superposición

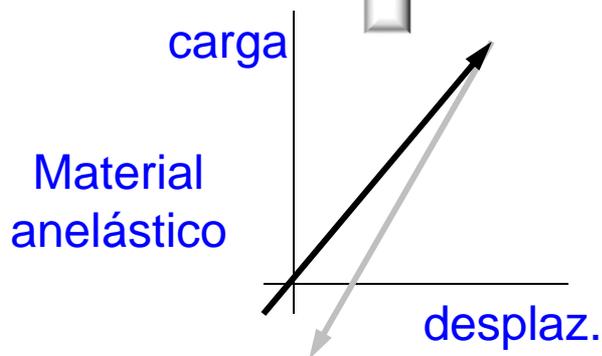
Estado de cargas  $f_1$

Estado de cargas  $f_2$



Efecto (Tensión, deformación, desplazamiento)  $e_1$

Efecto (Tensión, deformación, desplazamiento)  $e_2$



## HIPÓTESIS DE ELASTICIDAD



Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras

# Principio de superposición

# HIPÓTESIS DE ELASTICIDAD

Estado de cargas  $f_1$  

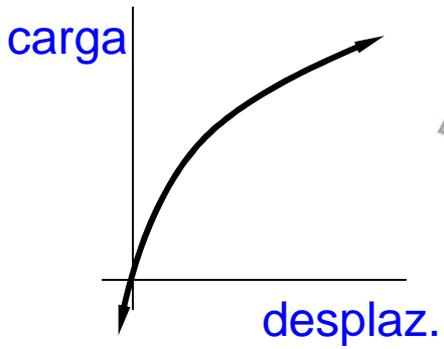
Efecto (Tensión, deformación, desplazamiento)  $e_1$

Estado de cargas  $f_2$  

Efecto (Tensión, deformación, desplazamiento)  $e_2$

Estado de cargas  $\alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2$  

Efecto (Tensión, deformación, desplazamiento)  $\alpha_1 e_1 + \alpha_2 e_2$



Material no lineal

# Principio de superposición

# HIPÓTESIS DE ELASTICIDAD

Estado de cargas  $f_1$

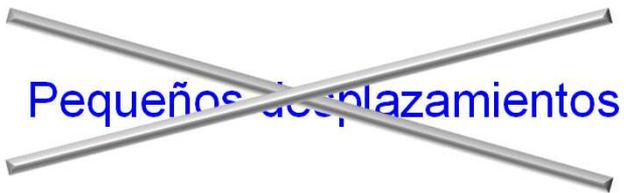
Efecto (Tensión, deformación, desplazamiento)  $e_1$

Estado de cargas  $f_2$

Efecto (Tensión, deformación, desplazamiento)  $e_2$

Estado de cargas  $\alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2$

Efecto (Tensión, deformación, desplazamiento)  $\alpha_1 e_1 + \alpha_2 e_2$



- $f_1$
- $f_2$
- $\alpha_2 f_2$
- $\alpha_1 f_1$

Cada estado de cargas da lugar a un dominio deformado diferente.  
 En puridad, al aplicar las cargas  $\alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2$  de forma progresiva, no se puede decir que se estén aplicadas sobre el dominio original

