

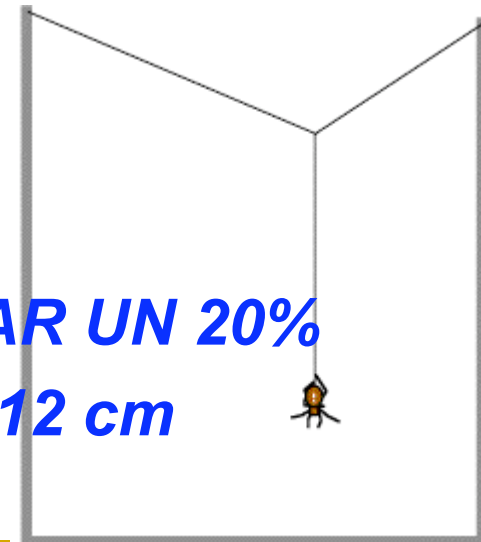
TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD



<http://www.fotonatura.org/galerias/fotos/152818/>

UN CABELLO HUMANO SE PUEDE ESTIRAR UN 40%
→ SI MIDE 10 cm SE ALARGA HASTA 10+4 cm
 $E = 5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$

LA SEDA DE UNA ARAÑA SE PUEDE ESTIRAR UN 20%
→ SI MIDE 10 cm SE ALARGA HASTA 12 cm
 $E = 5 \times 10^9 \text{ N/m}^2$



TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD

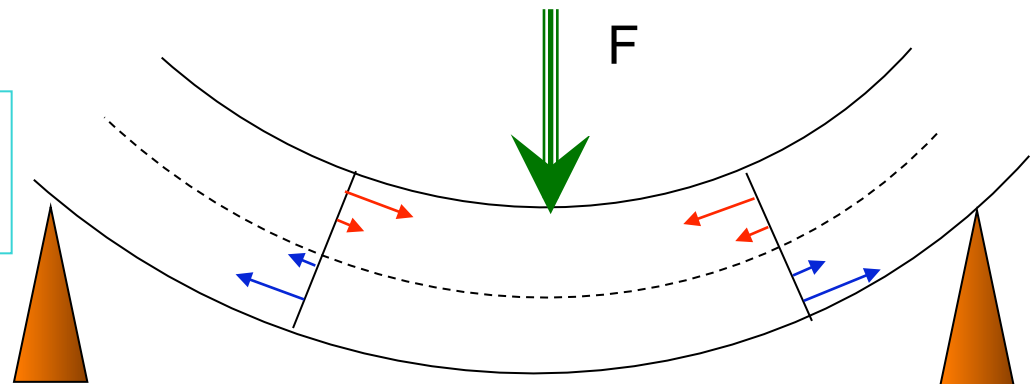
1.3a.- Flexión

■ Ensayo de flexión:

- Parte superior: CONTRACCION
- Parte inferior: TRACCION
- Centro: **FIBRA** ó **SUPERFICIE NEUTRA**



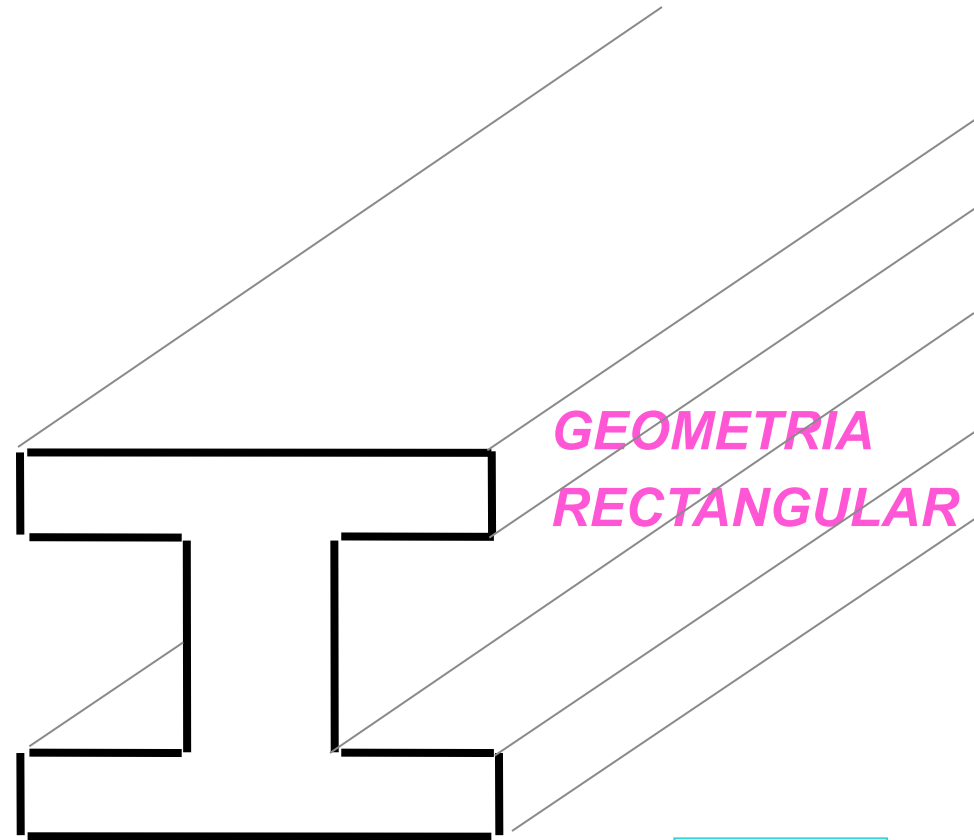
NO se deforma =
= NO se opone a la FLEXION



TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD

1.3a.- Flexión

- Ensayo de flexión:



*vigas,
carriles*

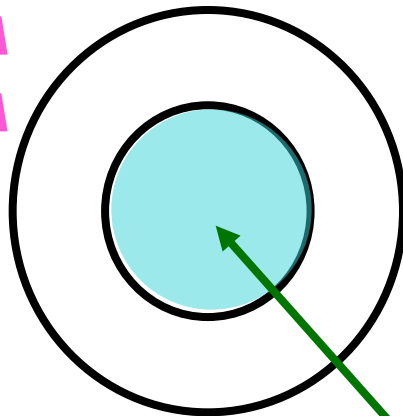
TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD

1.3a.- Flexión

■ Ensayo de flexión:

- Para que una barra se oponga a la flexión, es suficiente con que tenga material LEJOS de las fibras NEUTRAS

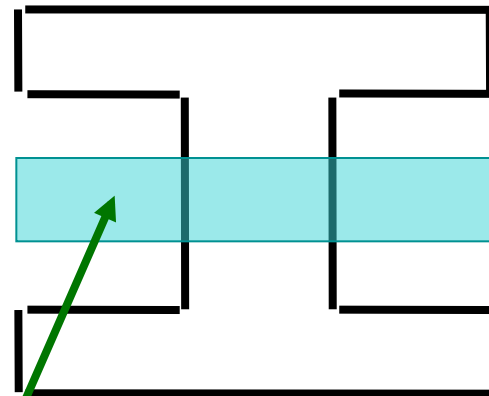
GEOMETRIA
CILINDRICA



*huesos,
troncos*

FIBRAS NEUTRAS → HUECO

GEOMETRIA
RECTANGULAR



*vigas,
carriles*

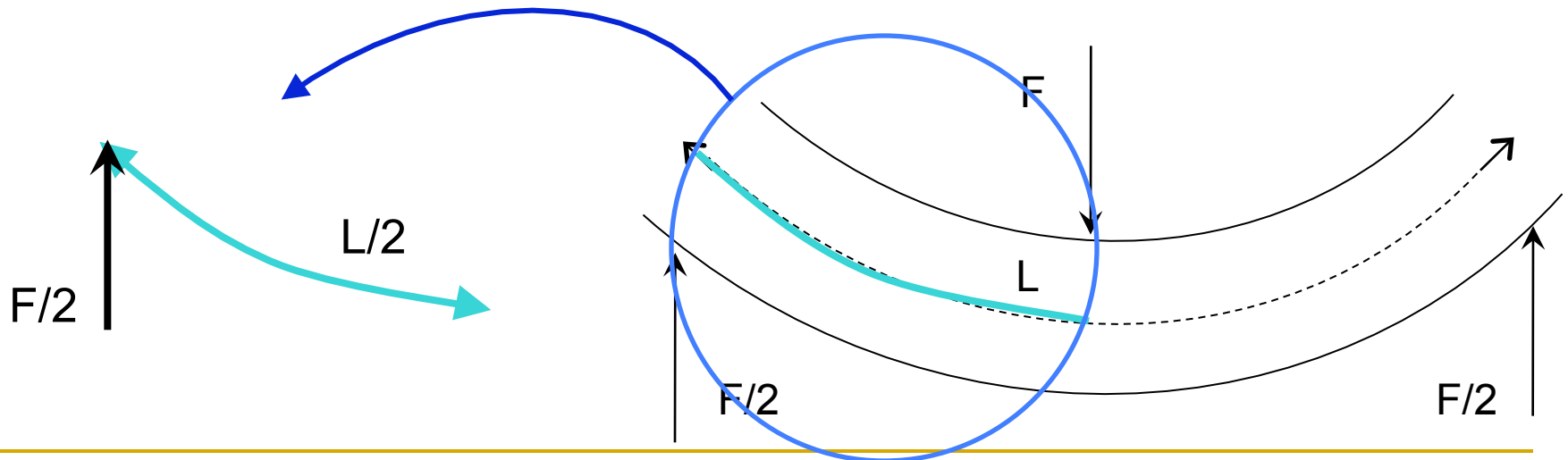
TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD

1.3a.- Flexión

■ Esfuerzo:

- Momento flexor en cada extremo:

$$\tau = \frac{F}{2} \times \frac{L}{2} = \frac{FL}{4}$$



TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD

1.3a.- Flexión

■ Esfuerzo:

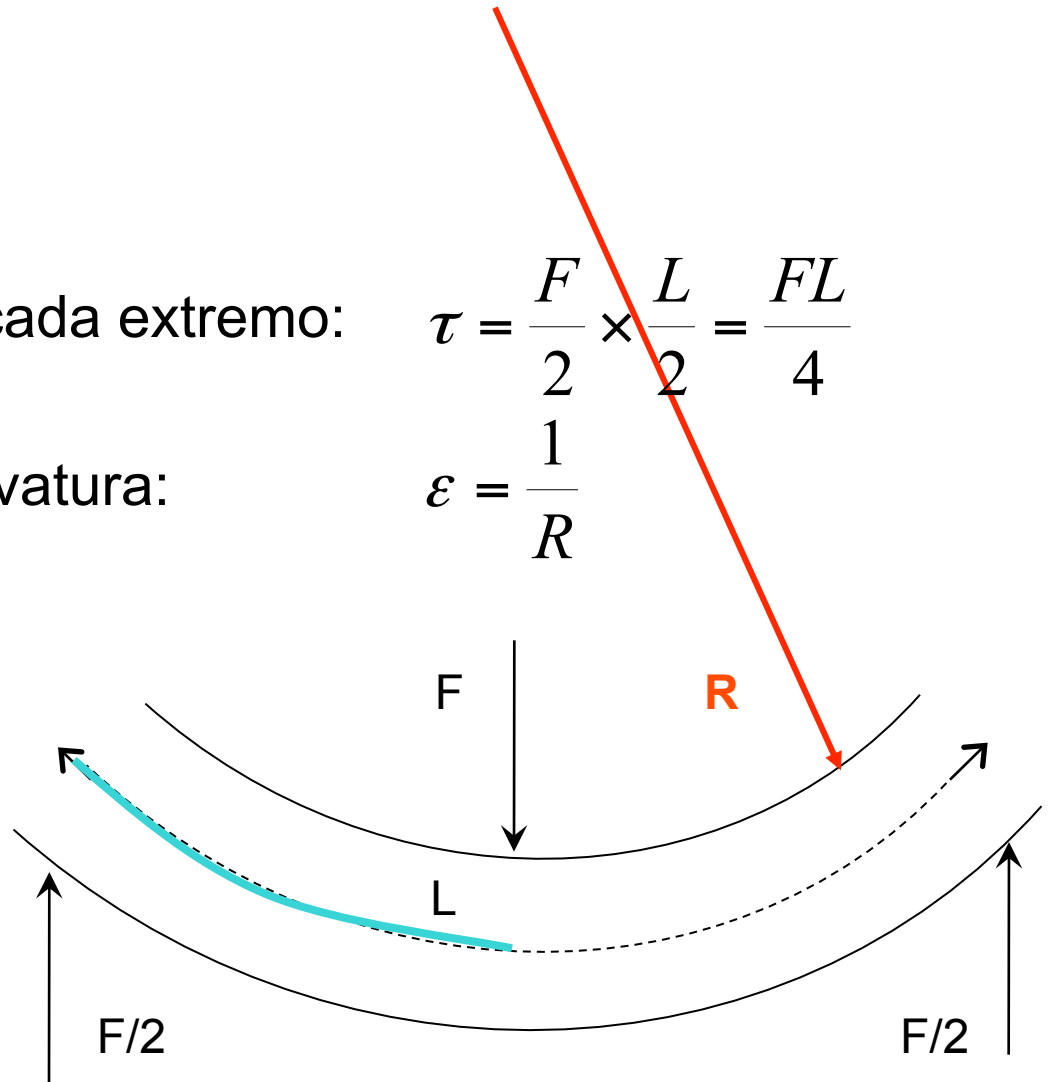
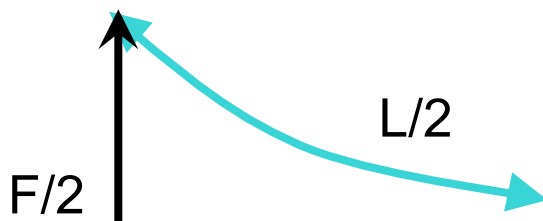
- Momento flexor en cada extremo:

■ Deformación:

- Inversa radio de curvatura:

$$\tau = \frac{F}{2} \times \frac{L}{2} = \frac{FL}{4}$$

$$\varepsilon = \frac{1}{R}$$



TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD

1.3a.- Flexión

- LEY DE HOOKE:

Esfuerzo

M. Young

Deformación

$$\frac{FL}{4} = E I_A \frac{1}{R}$$

TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD

1.3a.- Flexión

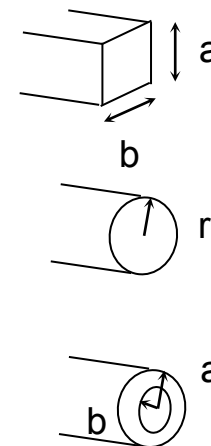
■ LEY DE HOOKE:

$$\frac{FL}{4} = E \cdot I_A \cdot \frac{1}{R}$$

I_A depende de la geometría

- I_A = **momento de inercia de la sección**: cómo reacciona una sección a la flexión

Sección transversal	Momento del área
Barra de sección rectangular	$I_A = \frac{a^3 b}{12}$
Cilindro	$I_A = \frac{\pi r^4}{4}$
Tubo	$I_A = \frac{\pi(a^4 - b^4)}{4}$



TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD

1.3a.- Flexión

■ LEY DE HOOKE:

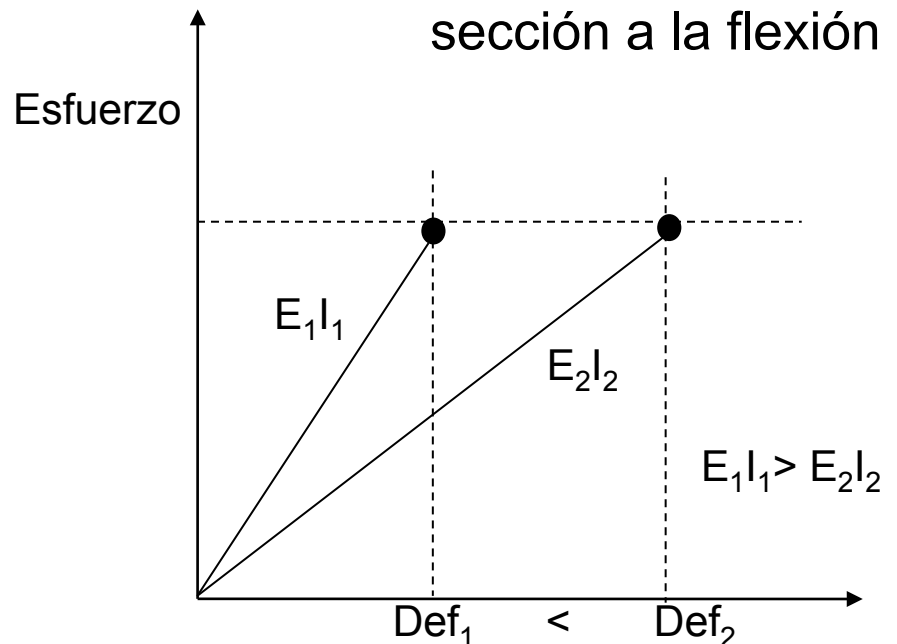
$$\frac{FL}{4} = E \cdot I_A \frac{1}{R}$$

□ I_A = momento de inercia de la sección: cómo reacciona una sección a la flexión

□ Cuanto **MAYOR $E \cdot I_A$**

→ MAYOR PENDIENTE
de la ley de Hooke ($E \cdot I_A$)

→ **MENOR DEFORMACIÓN**



TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD

1.3a.- Flexión

■ LEY DE HOOKE:

■ Ejemplo: tablón (E el mismo)

□ F paralela al lado CORTO:

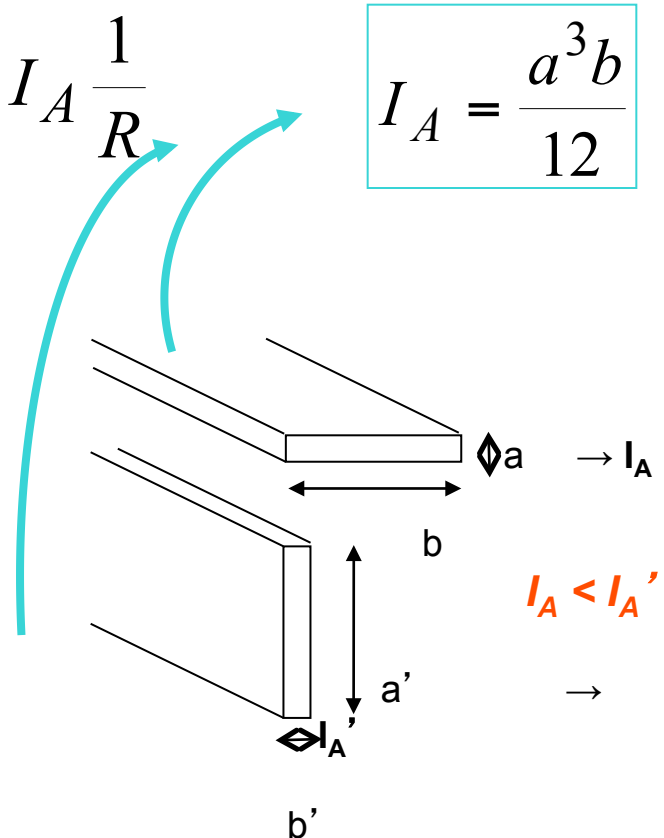
- a e I_A pequeños
- pendiente pequeña
- deformación ($1/R$) grande

□ F paralela al lado LARGO:

- a' e I'_A grandes
- pendiente grande
- deformación ($1/R$) pequeña

$$\frac{FL}{4} = E \cdot I_A \frac{1}{R}$$

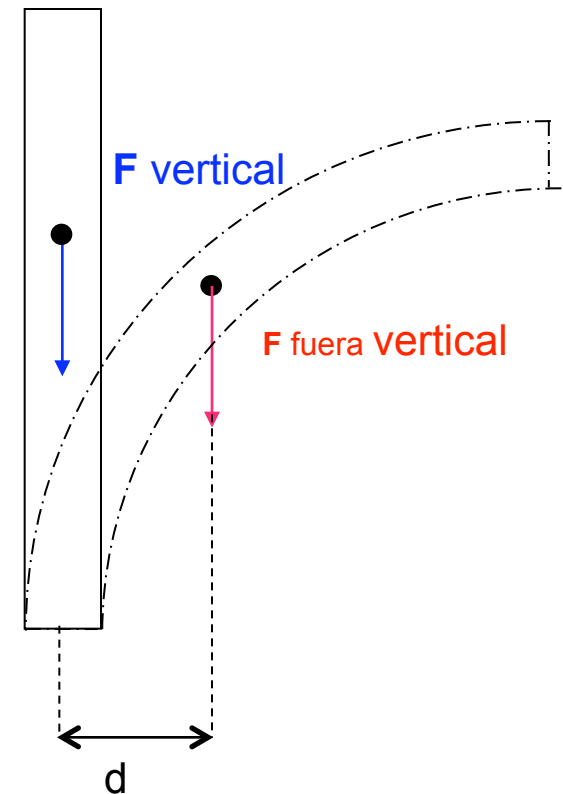
$$I_A = \frac{a^3 b}{12}$$



TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD

1.3a.- Flexión

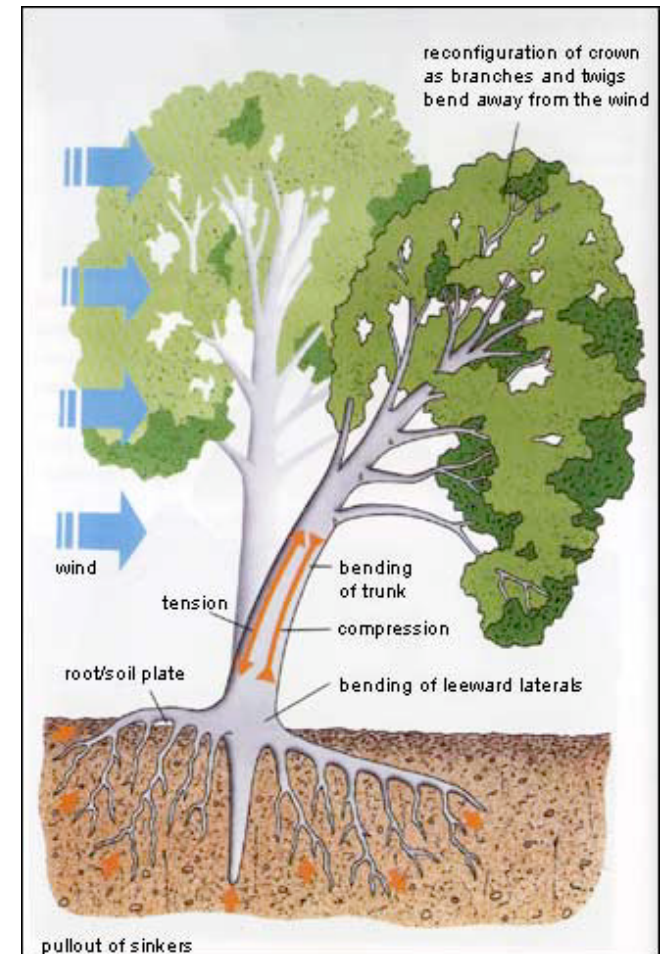
- Flexión lateral: columna vertical con peso → fuerza longitudinal vertical en la dirección de la gravedad
 - si vertical: estable (F apunta a la base)
 - si se desvía de la verticalidad
 - → un momento flexor
 - → flexión lateral ó ***pandeo***
 - si flexión lateral demasiado grande → ***fractura***



TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD

1.3a.- Flexión

- Flexión lateral: columna vertical con peso → fuerza longitudinal vertical en la dirección de la gravedad
 - si vertical: estable (F apunta a la base)
 - si se desvía de la verticalidad
 - → un momento flexor
 - → flexión lateral ó **pandeo**
 - si flexión lateral demasiado grande → **fractura**



<http://www.nhm.ac.uk/nature-online/life/plants-fungi/magnificent-trees/session3/index.html>

TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD

1.3a.- Flexión

■ Flexión lateral:

- Columna de densidad ρ y módulo de Young E
- PARA RESISTIR el PANDEO, relación entre la altura y el radio de la columna cuando la deformación es máxima (antes fractura)

depende
material
y g

$$L_{crit} = \left(\frac{2E}{\rho g} \right)^{1/3} r^{2/3}$$

- Si $L < L_{crit} \rightarrow$ la columna no se fractura
- Si $L > L_{crit} \rightarrow$ la columna sí se fractura
- **HAY UNA ALTURA MAXIMA, EN RELACION AL RADIO**

TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD

1.3a.- Flexión

- ÁRBOLES: cuanto más altos, más gruesos

$$L_{crit} = \underbrace{\left(\frac{2E}{\rho g} \right)}_c^{1/3} r^{2/3}$$

TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD

1.3a.- Flexión

- ÁRBOLES: cuanto más altos, más gruesos

$$L_{crit} = c \cdot r^{2/3}$$

TEMA 1-a: BIOMECANICA ELASTICIDAD

1.3a.- Flexión

- ÁRBOLES: cuanto más altos, más gruesos
- Ejemplo: L_1, r_1 ; L_2, r_2
 - E, ρ y g los mismos:

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{c \cdot r_1^{2/3}}{c \cdot r_2^{2/3}} = \frac{r_1^{2/3}}{r_2^{2/3}}$$

- Si: $L_1 = 2L_2$

- $\frac{r_1^{2/3}}{r_2^{2/3}} = 2$

$$r_1 = 2.83 \cdot r_2$$

$$L_{crit} = c \cdot r^{2/3}$$

