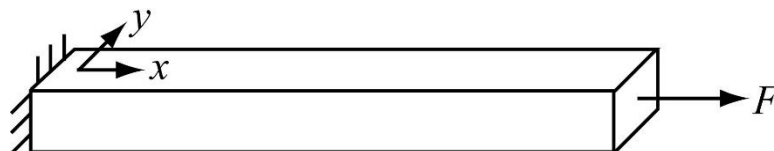


Nombre.....

1- En una tabla de propiedades de materiales, ¿cómo podemos distinguir un material dúctil de uno frágil fijándonos en los valores de resistencia?

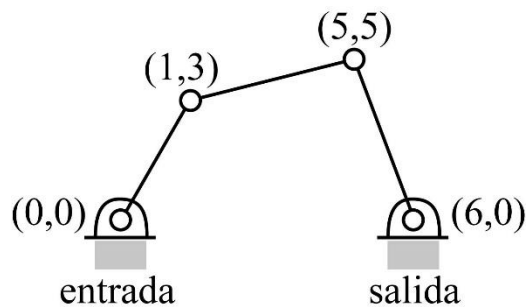
2- Ordenar de mayor a menor coeficiente de rozamiento, los casos siguientes: superficies con lubricación hidrodinámica, superficies limpias, superficies limpias en vacío, superficies con lubricación hidrostática.

3- La viga en voladizo de la figura tiene módulo elástico E , módulo de Poisson ν , canto h , y ancho b . Sobre la viga actúa la carga axial F , aplicada en el centro de la sección. Obtener las deformaciones en el origen del sistema de referencia (x,y) , ϵ_x , ϵ_y , γ_{xy} , sabiendo que dicho punto se encuentra a una distancia L de la sección del extremo donde está aplicada la carga axial F y está situado en el centro de la cara superior de la viga según el ancho de la misma. El eje x va en dirección longitudinal de la viga, y el eje y es perpendicular a él, y se encuentra contenido en la cara superior de la viga.

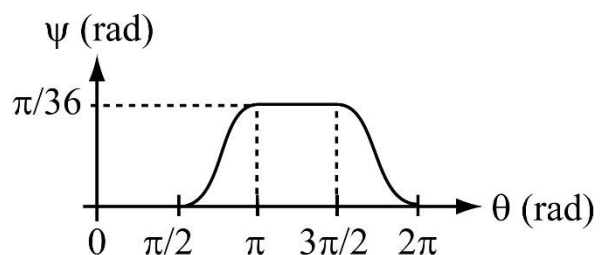


Si se colocaran dos bandas extensométricas 1 y 2 según los ejes x e y , respectivamente, en medio puente de Wheatstone, para medir la fuerza F , ¿qué posiciones ocuparían dichas bandas en el puente de Wheatstone y por qué?

4- En el cuadrilátero articulado de la figura, calcular la ventaja mecánica en la posición indicada, sabiendo las coordenadas de los cuatro puntos que se muestran.



5- Se pretende diseñar una leva de disco con seguidor oscilante plano que produzca el movimiento del seguidor dado por el diagrama de desplazamiento de la figura:



Sabiendo que la función que representa a dicho diagrama en el intervalo $\theta = [\pi/2, \pi]$ es $\psi = \frac{1}{18} \left(\theta - \frac{\pi}{2} \right) - \frac{1}{72} \sin \left[4 \left(\theta - \frac{\pi}{2} \right) \right]$, que las ecuaciones paramétricas del perfil de la leva son:

$$x = \frac{r_c \cos^2(\psi + \varphi - \theta)}{\psi' - 1} \left[\cos(\theta) + \cos(\theta) \frac{\psi' - 1}{\cos^2(\psi + \varphi - \theta)} - \sin(\theta) \tan(\psi + \varphi - \theta) \right]$$

$$y = r_c \sin(\theta) - (x - r_c \cos(\theta)) \tan(\psi + \varphi - \theta)$$

donde r_c es la distancia de la articulación de la leva a la articulación del seguidor, con valor $r_c=10$, φ el ángulo que forma el seguidor en su posición más "baja" con la recta que une las articulaciones de leva y seguidor, siendo el radio de la circunferencia base $r_b=5$, calcular las coordenadas (x,y) del punto del perfil de la leva correspondiente al valor del giro de la leva $\theta=135^\circ$.

Nombre.....

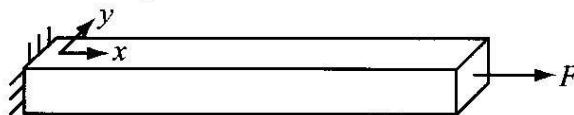
1- En una tabla de propiedades de materiales, ¿cómo podemos distinguir un material dúctil de uno frágil fijándonos en los valores de resistencia?

- El dúctil tendrá σ_y y el frágil no.
- El dúctil tendrá un cierto valor de σ_u , mientras que el frágil puede tener un valor de σ_u pero $\sigma_{tracción}$ y otros para $\sigma_{compresión}$, siendo mayor el segundo.

2- Ordenar de mayor a menor coeficiente de rozamiento, los casos siguientes: superficies con lubricación hidrodinámica, superficies limpias, superficies limpias en vacío, superficies con lubricación hidrostática.

- 1) Superficie limpia en vacío.
- 2) Superficie limpia.
- 3) Superficie con lubricación hidrodinámica.
- 4) Superficie con lubricación hidrostática.

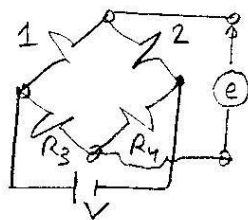
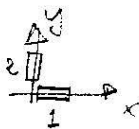
3- La viga en voladizo de la figura tiene módulo elástico E , módulo de Poisson ν , canto h , y ancho b . Sobre la viga actúa la carga axial F , aplicada en el centro de la sección. Obtener las deformaciones en el origen del sistema de referencia (x,y) , $\epsilon_x, \epsilon_y, \gamma_{xy}$, sabiendo que dicho punto se encuentra a una distancia L de la sección del extremo donde está aplicada la carga axial F y está situado en el centro de la cara superior de la viga según el ancho de la misma. El eje x va en dirección longitudinal de la viga, y el eje y es perpendicular a él, y se encuentra contenido en la cara superior de la viga.



Si se colocaran dos bandas extensométricas 1 y 2 según los ejes x e y , respectivamente, en medio puente de Wheatstone, para medir la fuerza F , ¿qué posiciones ocuparían dichas bandas en el puente de Wheatstone y por qué?

$$\sigma_x = \frac{F}{A} = \frac{F}{bh}; \sigma_y = 0; \tau_{xy} = 0$$

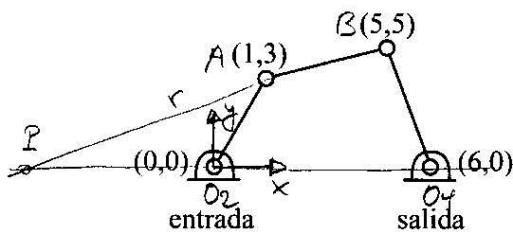
$$\epsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} = \frac{F}{Ebh}; \epsilon_y = -\frac{\nu\sigma_x}{E} = -\frac{\nu F}{Ebh}; \gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G} = 0$$



$$e = \frac{kV}{4} (\epsilon_1 - \epsilon_2) = \frac{kV F}{4 E b h} (1 + \nu)$$

Así se logra una mayor sensibilidad.

4- En el cuadrilátero articulado de la figura, calcular la ventaja mecánica en la posición indicada, sabiendo las coordenadas de los cuatro puntos que se muestran.



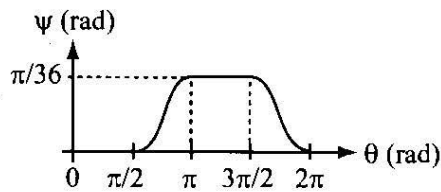
$$r: y - y_A = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} (x - x_A)$$

$$y - 3 = \frac{5-3}{5-1} (x-1) \Rightarrow y = 3 + \frac{1}{2}(x-1)$$

$$\text{Si } y = 0 \Rightarrow x = -5 \Rightarrow P(-5, 0)$$

$$VM = \frac{PO_4}{PO_2} = \frac{11}{5} = VM$$

5- Se pretende diseñar una leva de disco con seguidor oscilante plano que produzca el movimiento del seguidor dado por el diagrama de desplazamiento de la figura:



Sabiendo que la función que representa a dicho diagrama en el intervalo $\theta \in [\pi/2, \pi]$ es $\psi = \frac{1}{18}(\theta - \frac{\pi}{2}) - \frac{1}{72} \sin[4(\theta - \frac{\pi}{2})]$, que las ecuaciones paramétricas del perfil de la leva son:

$$x = \frac{r_c \cos^2(\psi + \varphi - \theta)}{\psi' - 1} \left[\cos(\theta) + \cos(\theta) \frac{\psi' - 1}{\cos^2(\psi + \varphi - \theta)} - \sin(\theta) \tan(\psi + \varphi - \theta) \right]$$

$$y = r_c \sin(\theta) - (x - r_c \cos(\theta)) \tan(\psi + \varphi - \theta)$$

donde r_c es la distancia de la articulación de la leva a la articulación del seguidor, con valor $r_c = 10$, φ el ángulo que forma el seguidor en su posición más "baja" con la recta que une las articulaciones de leva y seguidor, siendo el radio de la circunferencia base $r_b = 5$, calcular las coordenadas (x, y) del punto del perfil de la leva correspondiente al valor del giro de la leva $\theta = 135^\circ$.

$$\tan \varphi = \frac{r_b}{r_c} = \frac{5}{10} = 0.5 \Rightarrow \varphi = 30^\circ$$

$$\psi' = \frac{1}{18} \left[1 - \cos \left[4 \left(\theta - \frac{\pi}{2} \right) \right] \right]$$

$$\psi + \varphi - \theta = \begin{cases} \psi(\theta = 135^\circ = \frac{3\pi}{4}) = \frac{1}{18} \left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\pi}{2} \right) - \frac{1}{72} \sin \left[4 \left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\pi}{2} \right) \right] = \frac{\pi}{72} = 2.5^\circ \\ \psi'(\theta = 135^\circ = \frac{3\pi}{4}) = \frac{1}{18} \left[1 - \cos \left[4 \left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\pi}{2} \right) \right] \right] = \frac{1}{9} \end{cases}$$

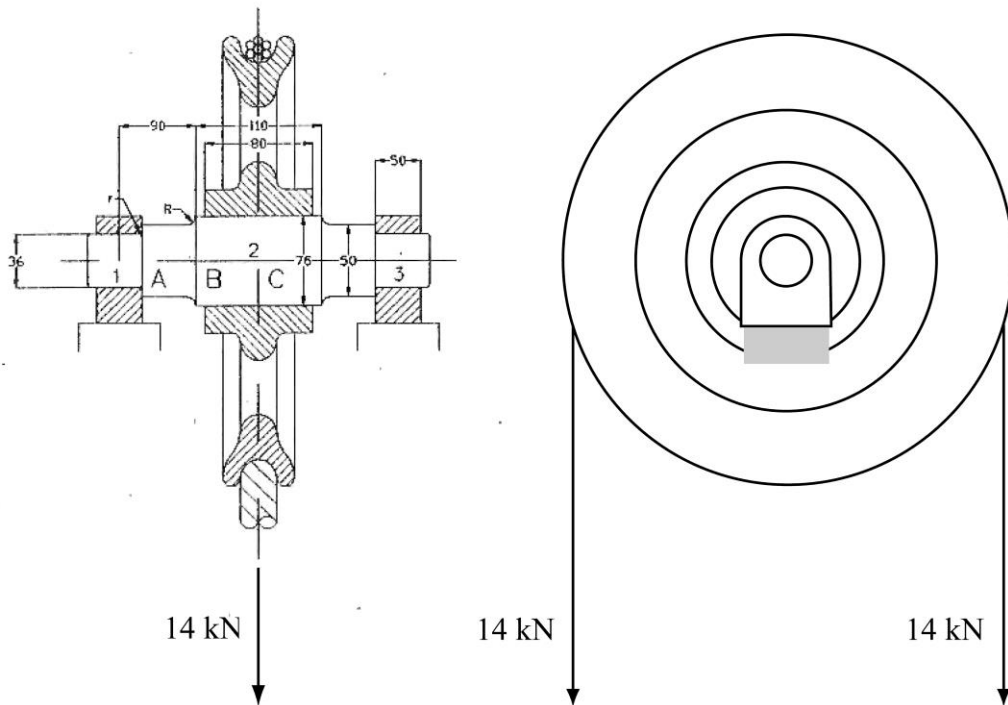
$$2.5^\circ + 30^\circ - 135^\circ = -102.5^\circ$$

$$x = \frac{10 \cos^2(-102.5^\circ)}{\frac{1}{9} - 1} \left[\cos 135^\circ + \cos 135^\circ \frac{\frac{1}{9} - 1}{\cos^2(-102.5^\circ)} - \sin 135^\circ \tan(-102.5^\circ) \right] = -5.0175$$

$$y = 10 \sin 135^\circ - (-5.0175 - 10 \cos 135^\circ) \tan(-102.5^\circ) = -2.1922$$

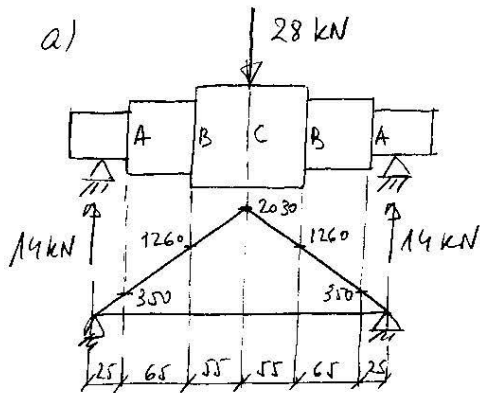
Nombre.....

La figura muestra una polea que se sujeta en un eje. El cable de la polea está sometido a una fuerza de tracción de 14 kN.



Sabiendo que $R=10$ mm y $r=3$ mm, que el eje está fabricado con acero de límite de rotura $S_u=910$ MPa y límite de fluencia $S_y=603$ MPa, y que el acero ha sido mecanizado, calcular el coeficiente de seguridad de que se dispone en los tres supuestos siguientes:

- Si el eje no gira, y la polea es móvil.
- Si la polea está fija al eje, y éste gira en los rodamientos 1 y 3.
- Como en el apartado anterior, pero para una vida de 500.000 ciclos.



$$\begin{cases} M_C = 14000 \times 0.145 = 2030 \text{ Nm} \\ M_B = 14000 \times 0.09 = 1260 \text{ Nm} \\ M_A = 14000 \times 0.025 = 350 \text{ Nm} \end{cases}$$

$$\sigma_C = \frac{32 M_C}{\pi d_C^3} = \frac{32 \times 2030}{\pi \times 0.076^3} = 47.1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_B = \frac{32 M_B}{\pi d_B^3} = \frac{32 \times 1260}{\pi \times 0.05^3} = 102.7 \text{ MPa}$$

$$\sigma_A = \frac{32 M_A}{\pi d_A^3} = \frac{32 \times 350}{\pi \times 0.036^3} = 76.4 \text{ MPa}$$

Como la máxima tensión se produce en la sección B,

$$\boxed{G = \frac{\sigma_y}{\sigma_B} = \frac{603}{102.7} = 5.87}$$

b) Sección B

$$S_e = 0.5 f_u = 0.5 \times 910 = 455 \text{ MPa}$$

$$k_a = a f_u^b = 4.51 \times 910^{-0.265} = 0.741$$

$$k_b = 1.189 d^{-0.697} = 1.189 \times 50^{-0.697} = 0.814$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{D}{d} = \frac{76}{50} = 1.52 \\ \frac{r}{d} = \frac{10}{50} = 0.2 \end{aligned} \right\} k_t = 1.42 \quad \left. \begin{aligned} r = 10 \\ f_u = 0.91 \text{ GPa} \end{aligned} \right\} \varphi = 0.91$$

$$k_f = 1 + \varphi (k_t - 1) = 1 + 0.91 (1.42 - 1) = 1.382$$

$$f_e = k_a k_b \frac{1}{k_f} S_e = 0.741 \times 0.814 \frac{1}{1.382} 455 = 198.6 \text{ MPa}$$

$$\boxed{G = \frac{f_e}{\sigma_B} = \frac{198.6}{102.7} = 1.93}$$

Sección A

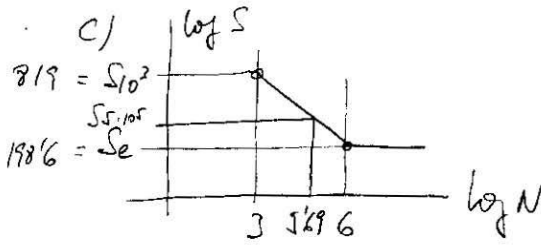
$$k_b = 1.189 d^{-0.097} = 1.189 \times 36^{-0.097} = 0.840$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{D}{d} &= \frac{50}{36} = 1.39 \\ \frac{r}{d} &= \frac{3}{36} = 0.08 \end{aligned} \right\} k_t = 1.7 \quad \begin{aligned} r &= 3 \text{ mm} \\ f_u &= 0.914 \text{ Pa} \end{aligned} \left\} \gamma = 0.9$$

$$k_f = 1 + \gamma(k_t - 1) = 1 + 0.9(1.7 - 1) = 1.63$$

$$S_e = k_a k_b \frac{1}{k_f} S_e' = 0.741 \times 0.840 \times \frac{1}{1.63} \times 173.7 = 76.4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_A = \frac{S_e}{\sigma_A} = \frac{173.7}{76.4} = 2.27 \text{ nuevo estiramiento por A.}$$



$$S_{10^3} = 0.9 f_u = 0.9 \times 910 = 819 \text{ MPa}$$

$$\log S_{5.10^5} = \log S_{10^3} +$$

$$+ \frac{\log S_e - \log S_{10^3}}{6-3} (\log 5.10^5 - 3)$$

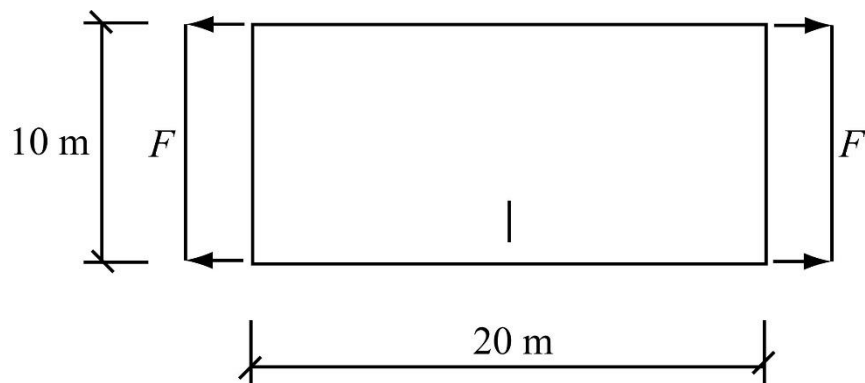
$$\log S_{5.10^5} = \log 819 + \frac{\log 198.6 - \log 819}{3} (\log 5.10^5 - 3)$$

$$S_{5.10^5} = 229.9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_B = \frac{S_{5.10^5}}{\sigma_B} = \frac{229.9}{102.7} = 2.24 \text{ en la sección B.}$$

Nombre.....

La figura muestra una placa rectangular que está sometida a una carga constante de tracción F de 7 MN. El material de la placa es un acero ferrítico-perlítico que posee un límite de fluencia de 600 MPa y un factor crítico de intensidad de tensiones de $30 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$. Se ha descubierto una grieta en la sección central de la placa. El centro de la grieta se encuentra a 1 m del borde de la placa y la grieta mide 1.2 m.



Si se desea disponer de un coeficiente de seguridad de 4 frente al fallo estático:

- a) Indicar si la placa fallará antes por fluencia o por fractura.
- b) Obtener el espesor necesario de la placa para garantizar dicho coeficiente de seguridad.

Considerando el espesor de la placa calculado, y sabiendo que el valor umbral de propagación de grietas para el material de la placa es $7 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$, si la fuerza F fluctúa entre 0 y 7 MN durante 10 millones de ciclos:

- c) Indicar si la grieta crecerá o no.
- d) Calcular el tamaño que alcanzará la grieta. ¿Llegará al borde de la placa?

a) Fluencia

$$\sigma_{adm} = \frac{F_y}{A} = \frac{600}{4} = 150 \text{ MPa}$$

Fractura

$$\left. \begin{aligned} \frac{a}{d} &= \frac{0'6}{1} = 0'6 \\ \frac{d}{b} &= \frac{1}{5} = 0'2 \end{aligned} \right\} \alpha = 1'17 \quad \begin{array}{l} \text{En el extremo de la} \\ \text{fuerza más pegado al} \\ \text{borde de la placa.} \end{array}$$

$$K_I = \alpha \sigma_{adm}^* \sqrt{\pi a} = 1'17 \sigma_{adm}^* \sqrt{\pi \times 0'6} = \frac{K_{Ic}}{S} = \frac{30}{4}$$

$$\sigma_{adm}^* = 4'67 \text{ MPa}$$

Aunque en el caso de fractura le trace de tensión nominal, la diferencia entre ambos casos es tan grande, que no hay lugar a dudas: la pieza fallará antes por fractura.

b) $\sigma_{adm}^* = 4'67 = \frac{F}{A} = \frac{7}{100} \Rightarrow \boxed{e = 0'15 \text{ m} = 15 \text{ cm}}$

c) $\left. \begin{aligned} \sigma_{max}^* &= 4'67 \text{ MPa} \\ \sigma_{min}^* &= 0 \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \Delta \sigma^* = 4'67 \text{ MPa} \\ R = 0 \end{array}$

$$K_{Ic} = \alpha \Delta \sigma^* \sqrt{\pi a} = 1'17 \times 4'67 \sqrt{\pi \times 0'6} = 7'5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$$

Entonces, $K_{Ic} = 7'5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}} > 7 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}} = K_{Ic,II}$
 luego la fuerza cederá.

d) Acero ferrítico-perlítico: $C = 6'7 \cdot 10^{-12}$, $n = 3$

El α hacia abajo inicial es $\alpha_0 = 1'17$.

El α hacia arriba inicial es $\alpha_0 = 1'11$.

$$N = \frac{1}{C(A\delta)^m \alpha^m \pi^{m/2} \left(\frac{m}{2} - 1\right)} \left[\frac{1}{a_0^{\frac{m}{2}-1}} - \frac{1}{a_f^{\frac{m}{2}-1}} \right]$$

$$10^7 = \frac{1}{6'9 \cdot 10^{-12} \times 4'67^3 \times 1'17^3 \pi^{1'5} 0'5} \left[\frac{1}{\sqrt{0'6}} - \frac{1}{\sqrt{a_f}} \right]$$

$$a_f = 0'63 \text{ m} = 63 \text{ cm}, \text{ crecimiento hacia abajo}$$

$$10^7 = \frac{1}{6'9 \cdot 10^{-12} \times 4'67^3 \times 1'11^3 \pi^{1'5} 0'5} \left[\frac{1}{\sqrt{0'6}} - \frac{1}{\sqrt{a_f}} \right]$$

$$a_f = 0'626 \text{ m} = 62'6 \text{ cm}, \text{ crecimiento hacia arriba}$$

Recalculamos los α para la nueva longitud de grieta.

$$2a = 0'63 + 0'626 = 1'256 \text{ m}$$

$$a = 0'628 \text{ m}$$

$$d = 0'37 + 0'628 = 0'998 \text{ m}$$

$$\begin{array}{r} 0'998 \overline{) 1} \\ \underline{0'63} \\ 1 \end{array}$$

$$\frac{a}{d} = \frac{0'628}{0'998} = 0'63$$

$$\frac{d}{b} = \frac{0'998}{5} = 0'2$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{a}{d} = 0'63 \\ \frac{d}{b} = 0'2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \alpha_f = 1'20 \text{ hacia abajo} \\ \alpha_f = 1'12 \text{ hacia arriba} \end{array}$$

$$\text{Crecimiento hacia abajo, } \bar{\alpha} = \frac{\alpha_0 + \alpha_f}{2} = \frac{1'17 + 1'20}{2} = 1'185$$

$$10^7 = \frac{1}{6'9 \cdot 10^{-12} \times 4'67^3 \times 1'185^3 \pi^{1'5} 0'5} \left[\frac{1}{\sqrt{0'6}} - \frac{1}{\sqrt{a_f}} \right]$$

$$a_f = 0'631 \text{ m} = 63'1 \text{ cm}$$

$$\text{Crecimiento hacia arriba, } \bar{\alpha} = \frac{\alpha_0 + \alpha_f}{2} = \frac{1'11 + 1'12}{2} = 1'115$$

$$10^7 = \frac{1}{6'9 \cdot 10^{-12} \times 4'67^3 \times 1'115^3 \pi^{1'5} 0'5} \left[\frac{1}{\sqrt{0'6}} - \frac{1}{\sqrt{a_f}} \right]$$

$$a_f = 0'626 \text{ m} = 62'6 \text{ cm}$$

$$\boxed{\text{Tamaño de grieta final} = 0'631 + 0'626 = 1'257 \text{ m}}$$

La grieta quedará a $0'369 \text{ m} = 36'9 \text{ cm}$ del borde de la placa.