



ESPOL

MECG-1015: MECÁNICA DE SÓLIDOS II

**EXAMEN PARCIAL**

Nombres: Livingston  
Apellidos: Castro  
No. de matrícula: \_\_\_\_\_  
Fecha de emisión: 30/08/2018

NOTA: Durante la resolución de la presente evaluación, como durante el desarrollo de todo el contenido del curso de Mecánica de Sólidos II, los estudiantes deben actuar acorde al código de ética y al reglamento de estudios de pregrado de ESPOL.

Firma: Profesor  
C.I.: \_\_\_\_\_

Instrucciones:

- 1.) Este es un examen en el que no se permite ningún tipo de apuntes o libro.
- 2.) Marcar de forma específica las respuestas.
- 3.) Procedimiento de resolución debe ser claro y conciso.
- 4.) La duración del presente examen es de 120 min.



Problema 1.) (35 puntos)

El miembro ABC de la estructura mostrada en la figura soporta una carga uniforme distribuida de 30 kN/m. Seleccione el tubo de acero estructural de peso estándar más ligero que puede usarse para el miembro BD. Ignore el peso de la estructura.

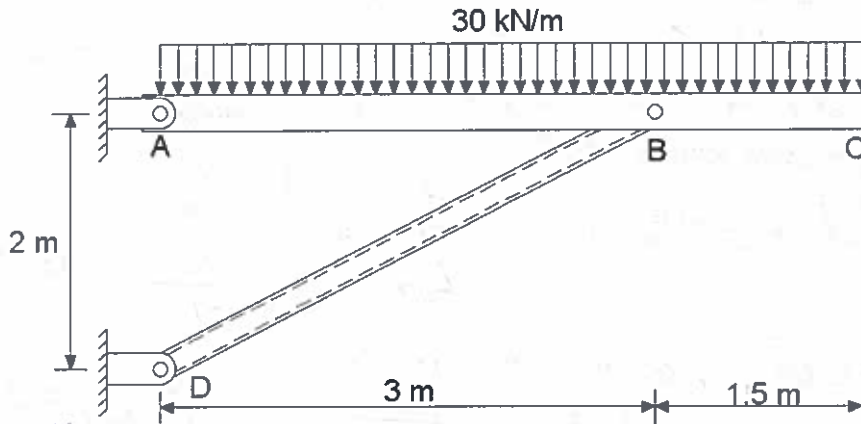
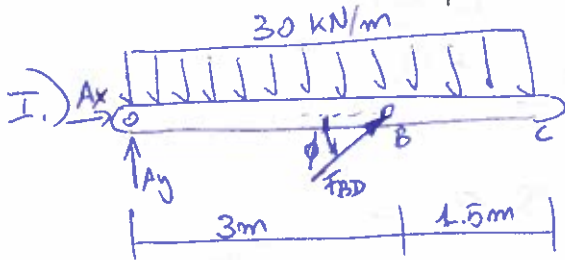


Figura 1



$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3}\right) = 33.69^\circ$$

$$\sum M_A = (F_{BD})(3 \cdot \sin 33.69^\circ) - 30(4.5)(2.25) = 0$$

$$\Rightarrow F_{BD} = P = 182.53 \text{ kN}$$

ii.) Considerando Acero Estructural  $\left\{ \begin{array}{l} \tau_y = 250 \text{ MPa} \\ E = 200 \text{ GPa} \end{array} \right.$

Si  $\frac{L}{r}$  es pequeño,  $\left(\frac{L}{r} \approx 0\right) \Rightarrow F.S. \approx \frac{E}{3} \approx 1.667$

$$\Rightarrow \tau_w = \frac{\tau_y}{F.S.} = \frac{250}{1.667} \approx 150 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow A_{min} = \frac{P}{\tau_w} = \frac{182.53 \times 10^3 \text{ (N)}}{150 \times 10^6} = 1217 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

iii.) Iteraciones

1.) seleccionando  $d = 76 \text{ mm}$   $\rightarrow$  tubo estandar (tabla adjunta)  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \left. \begin{array}{l} A = 1437 \text{ mm}^2 \\ r = 29.5 \text{ mm} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{L}{r} = \frac{3.606 \times 10^3}{29.5} = 122.24$$

ATRAS  $\rightarrow$

Pero Acero estructural

$$C_c = \sqrt{\frac{2(\pi^2)E}{F_y}} \Rightarrow C_c = 125.66$$

$$L/r = 122.24 < 125.66$$

→ columna en el rango intermedio

$$F.S. = \frac{5}{3} + \left(\frac{3}{8}\right)\left(\frac{L/r}{C_c}\right) - \left(\frac{1}{8}\right)\left(\frac{L/r}{C_c}\right)^3 = \frac{5}{3} + \left(\frac{3}{8}\right)\left(\frac{122.24}{125.66}\right) - \left(\frac{1}{8}\right)\left(\frac{122.24}{125.66}\right)^3$$

$$\rightarrow F.S. = 1.916$$

$$T_w = \left(\frac{T_y}{F.S.}\right) \left[1 - \frac{1}{2}\left(\frac{L/r}{C_c}\right)^2\right] = 68.74 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow P_w = (T_w)A = (68.74 \times 10^6)(1437)(10^{-6}) = 98.78(10^3) \text{ (N)}$$

$$\Rightarrow P_w = 98.8 \text{ kN} < P = 182.5 \text{ kN}$$

8. Carga permisible es menor que lo carga de diseño, por lo tanto se requiere usar un tubo con área mucho mayor y radio de giro (mejor).

selección #2 →  $d = 102 \text{ mm}$

$$\Rightarrow A = 2048 \text{ mm}^2$$

$$r = 38.4 \text{ mm}$$

$$L/r = \frac{3.606(10^3)}{38.4} = 93.91$$

$$\Rightarrow L/r = 93.91 < 125.66 \Rightarrow \text{columna en el rango intermedio.}$$

$$F.S. = \frac{5}{3} + \frac{3}{8}\left(\frac{L/r}{C_c}\right) - \frac{1}{8}\left(\frac{L/r}{C_c}\right)^3 = \frac{5}{3} + \frac{3}{8}\left(\frac{93.91}{125.66}\right) - \frac{1}{8}\left(\frac{93.91}{125.66}\right)^3 = 1.895$$

$$T_w = \left(\frac{T_y}{F.S.}\right) \left[1 - \frac{1}{2}\left(\frac{L/r}{C_c}\right)^2\right] = \frac{250}{1.895} \left[1 - \frac{1}{2}\left(\frac{93.91}{125.66}\right)^2\right] = 95.09 \text{ MPa}$$

$$P_w = T_w(A) = 95.09(10^6)(2048)(10^{-6})$$

$$\Rightarrow P_w = 194.7 \text{ kN} > P = 182.5 \text{ kN} \rightarrow \text{Si cumple!}$$

∴ Dado que  $P_w$  es próximo a  $P \rightarrow$  cualquier tubo inferior de diámetros no será satisfactorio

∴ Selección  $d = 102 \text{ mm}$

**Propiedades de tubos estándar de acero (unidades del sistema SI)**

Dimensiones				Propiedades				
Díámetro nominal <i>d</i> (mm)	Díámetro exterior <i>d<sub>o</sub></i> (mm)	Díámetro interior <i>d<sub>i</sub></i> (mm)	Espesor de pared <i>t</i> (mm)	Masa <i>m</i> (kg/m)	<i>A</i> (mm <sup>2</sup> )	<i>I</i> (10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup> )	<i>S</i> (10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup> )	<i>r</i> (mm)
<b>Peso estándar</b>								
13	21.3	15.8	2.77	1.264	161.3	0.007	0.672	6.6
19	26.7	20.9	2.87	1.681	214.8	0.015	1.163	8.5
25	33.4	26.6	3.38	2.499	318.7	0.036	2.179	10.7
32	42.2	35.1	3.56	3.376	431.6	0.081	3.851	13.7
38	48.1	40.9	3.68	4.045	515.5	0.129	5.342	15.8
51	60.3	52.5	3.91	5.428	693.5	0.277	9.193	20.0
64	73.0	62.7	5.16	8.611	1099	0.637	17.44	24.1
76	88.9	77.9	5.49	11.27	1437	1.256	28.25	29.5
89	101.6	90.1	5.74	13.55	1729	1.992	39.17	34.0
102	114.3	102.3	6.02	16.05	2048	3.011	52.60	38.4
127	141.3	128.2	6.55	21.74	2774	6.310	89.31	47.8
152	168.3	154.1	7.11	28.21	3600	11.71	139.3	57.2
203	219.1	202.7	8.18	42.46	5419	30.2	275.5	74.7
254	273.1	254.5	9.27	60.20	7684	66.9	490	93.2
305	323.9	304.8	9.53	73.71	9406	116.3	718	111.3
<b>Extra fuerte</b>								
38	48.3	38.1	5.08	5.399	689	0.163	6.75	15.4
51	60.3	49.3	5.54	7.466	953	0.361	11.98	19.5
64	70.0	59.0	7.01	11.39	1454	0.801	21.93	23.5
76	88.9	73.7	7.62	15.24	1946	1.621	36.54	29.0
102	114.3	97.2	8.56	22.28	2843	4.000	69.67	37.6
152	168.3	146.3	10.97	42.49	5423	16.85	200	55.9
<b>Doble extra fuerte</b>								
38	48.3	27.9	10.16	9.53	1216	0.236	0.564	13.9
51	60.3	38.2	11.07	13.43	1714	0.546	1.104	17.9
64	70.0	45.0	14.02	20.36	2600	1.195	1.997	21.4
76	88.9	58.4	15.24	27.63	3526	2.494	3.42	26.7
102	114.3	80.1	17.12	40.96	5226	6.360	6.79	34.8
152	168.3	124.4	21.95	79.06	10090	27.61	20.0	52.3



Problema 2.) (25 puntos)

En la figura se muestra la armadura que soporta un techado y se muestra una conexión que utiliza pernos en la junta B. Utilizando el esfuerzo permisible de  $\tau = 70 \text{ MPa}$  y  $\sigma_b = 140 \text{ MPa}$ , ¿Cuántos pernos de 19-mm de diámetro se requieren para asegurar el elemento BC a la placa? ¿Cuántos para el elemento BE?

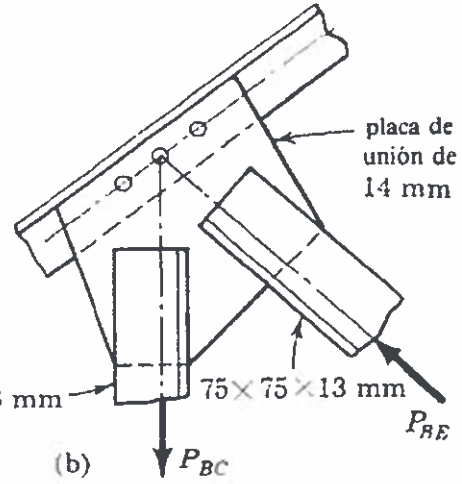
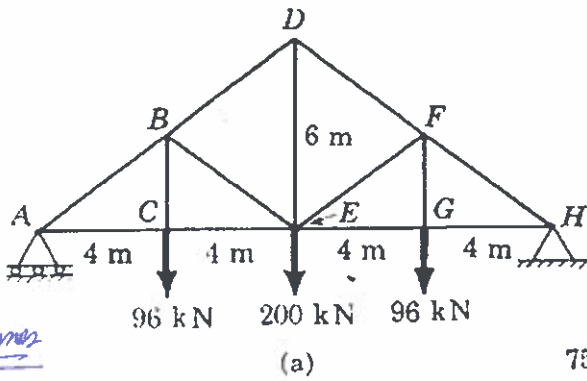
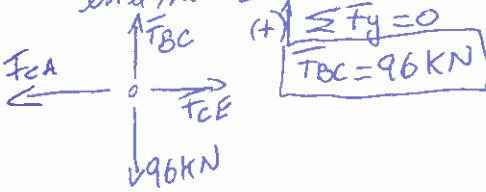


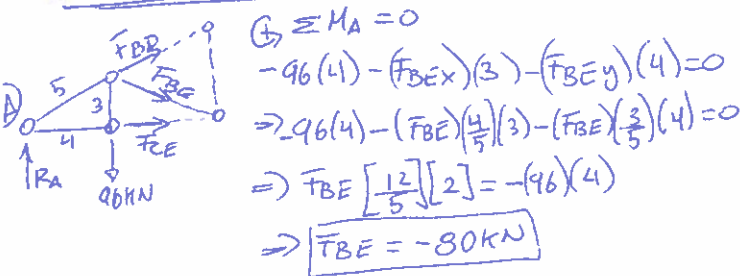
Figura 2.

Fuerza internas

I.) Método de Nodos en el nodo C



Método de Secciones



II.) Para el elemento BC

Considerando el cortante  $\Rightarrow Z = \frac{F_{BC}}{A}$

$A = (\text{área perno}) (\# \text{ pernos})$

$$\Rightarrow \# \text{ pernos} = \frac{F_{BC}}{(\text{Área perno}) (Z)} = \frac{96000 \text{ N}}{\left(\frac{\pi}{4}\right) \left(\frac{19}{1000}\right)^2 (70 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2})}$$

$$\Rightarrow \# \text{ pernos} \cong 5$$

Considerando el aplastamiento

$$\bar{Y}_b = \frac{F_{BC}}{A_b}; A_b = (d_{\text{perno}})(t_{BC})(\# \text{ pernos})$$

$$\Rightarrow \# \text{ pernos} = \frac{F_{BC}}{\left(\frac{\pi}{4}\right) (d_{\text{perno}}) (t_{BC})} = \frac{96000}{\left(\frac{\pi}{4}\right) \left(\frac{19}{1000}\right) \left(\frac{6}{1000}\right)}$$

$$\Rightarrow \# \text{ pernos} \cong 7$$

Para el elemento BE

Considerando el cortante

$$\# \text{ pernos} = \frac{80000 \text{ N}}{(70 \times 10^6) \left(\frac{\pi}{4}\right) \left(\frac{19}{1000}\right)^2} \cong 4.03$$

$$\Rightarrow \# \text{ pernos} \cong 5$$

Considerando el aplastamiento

$$\# \text{ pernos} = \frac{80000 \text{ N}}{(140 \times 10^6) \left(\frac{19}{1000}\right) \left(\frac{13}{1000}\right)} \cong 2.3$$

$$\Rightarrow \# \text{ pernos} \cong 3$$

∴ Para el elemento BC  $\Rightarrow 7$  pernos  
Para el elemento BE  $\Rightarrow 5$  pernos







Problema 3.) (40 puntos)

Una flecha de acero de 4 pulg de diámetro está apoyada en rodamientos flexibles en sus extremos. Dos poleas de 24 pulg de diámetro cada una están unidas a la flecha. Las poleas sustentan bandas que están sujetas a cargas, como se muestra en la figura. El acero tiene un límite de proporcionalidad de 40 klb/pulg<sup>2</sup> a tensión y a compresión y de 23 klb/pulg<sup>2</sup> a cortante. Si se especifica un factor de seguridad de 2.5 con respecto a la falla por fluencia, determine la tensión máxima admisible P en la banda de acuerdo con:

- a.) La teoría de falla del esfuerzo cortante máximo.
- b.) La teoría de falla de la energía de la distorsión máxima.

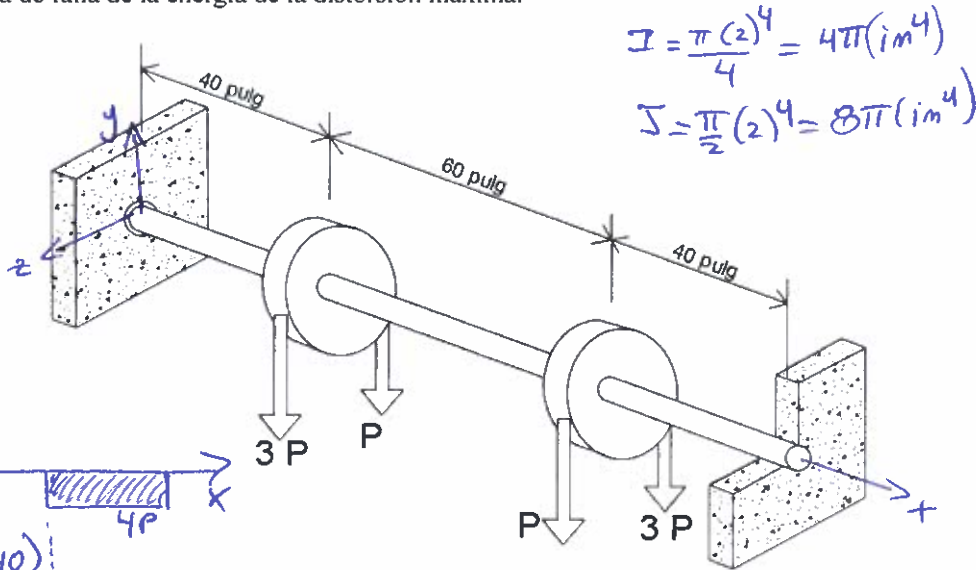
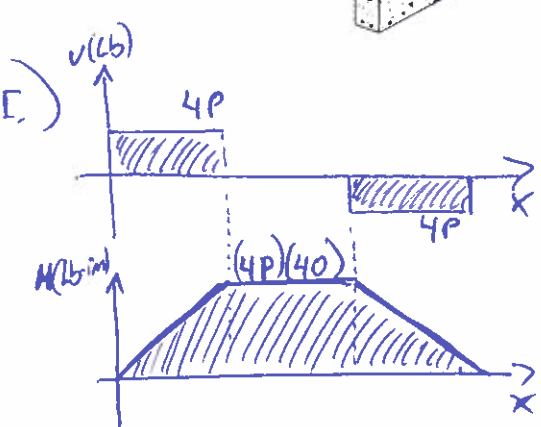


Figura 3.



II)

$$\tau_x = \frac{Mc}{I} = \frac{(4P)(40)(2)}{4\pi} = 25.465(P)$$

$$\tau_{xy} = \frac{Tc}{J} = \frac{(2P)(12)(2)}{8\pi} = 1.910(P)$$

III.)

$$\sigma_{1,3} = \frac{\tau_x + \tau_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\tau_x - \tau_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2}$$

$$= \frac{(25.465P + 0)}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{25.465P - 0}{2}\right)^2 + (1.910P)^2}$$

$$\Rightarrow \sigma_{1,3} = 12.733P \pm 12.875P$$

$$\Rightarrow \sigma_{P1} = 25.608(P) \text{ Ksi (tension)}$$

$$\sigma_{P3} = 0.142(P) \text{ Ksi (compression)}$$

$$\sigma_{P2} = \tau_z = 0$$

IV.) T.E.C.M (a)

$$\sigma_{max} = \frac{1}{2}(\sigma_{P1} - \sigma_{P3}) = \frac{\tau_y}{F.S.}$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right)(25.608P + 0.142P) = 12.875P = \frac{23}{2.5}$$

$$\Rightarrow P = \frac{23}{(2.5)(12.875)} = 0.7146 \text{ kip} \approx 715 \text{ Lb}$$

$$\Rightarrow \tau \approx 715 \text{ Lb}$$

T.E.D.M. (b)

$$\sqrt{\sigma_{P1}^2 - \sigma_{P1}\sigma_{P2} + \sigma_{P2}^2} = \frac{\tau_y}{F.S.}$$

$$\sqrt{(25.608P)^2 - (25.608P)(-0.142P) + (-0.142P)^2} = \frac{40}{2.5}$$

$$\Rightarrow P = \frac{40}{(2.5)(25.68)} = 0.6231 \text{ kip} \approx 623 \text{ Lb}$$

$$\Rightarrow \tau \approx 623 \text{ Lb} \quad (\#)$$

