

**CORSO DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI  
PER INGEGNERIA EDILE - ARCHITETTURA (II mod.)**

A.A. 2003-04

Appello scritto del 24.06.2004

Parte I - Testo ...

*Nota: I risultati numerici vanno riportati su questo stesso foglio, nei riquadri predisposti; i calcoli (in forma ordinata) vanno allegati sui fogli a quadretti che sono stati forniti. **Riportare sempre nei calcoli almeno 3 cifre decimali significative.***

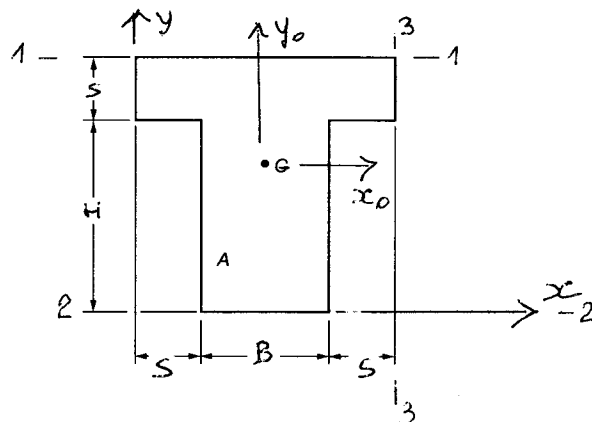
Allievo:..... Matricola:.....

**Esercizio n.1**

Si consideri la sezione a T simmetrica indicata in Figura, con  $B = \dots$  mm;  $H = \dots$  mm;  $s = \dots$  mm.

Si richiede di determinare:

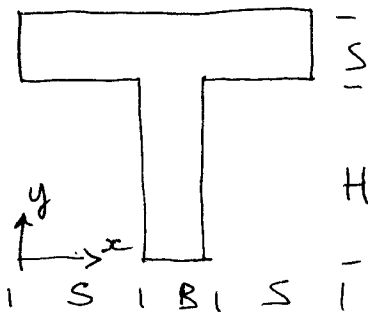
1. I momenti di inerzia,  $I_x$  e  $I_y$ , e il momento centrifugo,  $I_{xy}$  rispetto agli assi  $x$  e  $y$  indicati in Figura;
2. le coordinate del baricentro,  $x_G$  e  $y_G$  rispetto agli assi  $x$  e  $y$ ;
3. I momenti principali di inerzia,  $I_{x_0}$  e  $I_{y_0}$  rispetto agli assi baricentrici  $x_0$  e  $y_0$
4. I massimi momenti  $M_x^+$  (positivo) e  $M_x^-$  (negativo) sopportabili dalla sezione nel caso che il materiale abbia tensioni ammissibili diverse a trazione  $\sigma_0^+ = 230$  MPa e  $\sigma_0^- = 415$  MPa, e i corrispondenti valori della tensione normale  $\sigma_z$  al lembo superiore ( $\sigma_{z,sup}^+$  e  $\sigma_{z,sup}^-$  rispettivamente) e inferiore ( $\sigma_{z,inf}^+$  e  $\sigma_{z,inf}^-$  rispettivamente) della sezione.
5. Le coordinate dei centri di pressione  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  corrispondenti agli assi neutri 1-1, 2-2, 3-3, espresse nel sistema di riferimento baricentrico.



$I_x = \dots\dots\dots \text{cm}^4; I_y = \dots\dots\dots \text{cm}^4; I_{xy} = \dots\dots\dots \text{cm}^4;$   
 $x_G = \dots\dots\dots \text{cm}; y_G = \dots\dots\dots \text{cm}; I_{x_0} = \dots\dots\dots \text{cm}^4;$   
 $I_{y_0} = \dots\dots\dots \text{cm}^4; M_x^+ = \dots\dots\dots \text{kN m}; M_x^- = \dots\dots\dots \text{kN m};$   
 $\sigma_{z,sup}^+ = \dots\dots\dots \text{MPa}; \sigma_{z,sup}^- = \dots\dots\dots \text{MPa}; \sigma_{z,inf}^+ = \dots\dots\dots \text{MPa};$   
 $\sigma_{z,inf}^- = \dots\dots\dots \text{MPa}; x_{01} = \dots\dots\dots \text{cm}; y_{01} = \dots\dots\dots \text{cm};$   
 $x_{02} = \dots\dots\dots \text{cm}; y_{02} = \dots\dots\dots \text{cm}; x_{03} = \dots\dots\dots \text{cm};$   
 $y_{03} = \dots\dots\dots \text{cm};$

Scritto 24.06.04

## Esercizio 1



Per differenza di aree:  $T = \square - \square$

$$1. I_x = \frac{1}{3} (s+h)^3 (2s+b) - \frac{2}{3} s h^3$$

$$I_y = \frac{1}{3} (s+h) (2s+b)^3 - \frac{1}{3} s^3 h - \left[ \frac{1}{12} s^3 h + s h \left( \frac{3}{2} s + b \right)^2 \right]$$

$$I_{xy} = \frac{1}{4} (2s+b)^2 (s+h)^2 - \frac{1}{4} s^2 h^2 - s h \left( \frac{h}{2} \right) \left( \frac{3}{2} s + b \right)$$

$$2. S_x = \frac{1}{2} (s+h)^2 (2s+b) - 2 s \frac{h^2}{2}$$

$$S_y = \frac{1}{2} (s+h) (2s+b)^2 - \frac{s^2}{2} h - s h \left( \frac{3}{2} s + b \right)$$

$$A = (s+h) (2s+b) - 2 s h$$

$$x_G = \frac{S_y}{A} = \frac{\frac{1}{2} (s+h) (2s+b)^2 - s h (2s+b)}{(s+h) (2s+b) - 2 s h} = \frac{\frac{1}{2} (2s+b) [(s+h) (2s+b) - 2 s h]}{(s+h) (2s+b) - 2 s h}$$

$$= s + \frac{b}{2}$$

$$y_G = \frac{S_x}{A} = \frac{\frac{1}{2} [(s+h)^2 (2s+b) - 2 s h^2]}{(s+h) (2s+b) - 2 s h} = \frac{\frac{1}{2} h [(s+h) (2s+b) - 2 s h] + \frac{1}{2} s [(s+h) (2s+b)]}{(s+h) (2s+b) - 2 s h}$$

$$= \frac{h}{2} + \frac{s (s+h) (2s+b)}{2 [(s+h) (2s+b) - 2 s h]}$$

$$3. I_{x_0} = \frac{1}{12} (2s+b) (s+h)^3 + (s+h) (2s+b) \left( y_G - \frac{h+s}{2} \right)^2 - \frac{2}{12} s h^3 - 2 s h \left( y_G - \frac{h}{2} \right)^2$$

$$I_{y_0} = \frac{1}{12} (2S+B)^3 (S+H) + (S+H)(2S+B) \cdot \left(x_G - \frac{B+2S}{2}\right)^2 - \frac{2}{12} S^3 H - 2SH \left(x_G - \frac{S}{2}\right)^2$$

$$4. W_x^+ = \frac{I_{x_0}}{(H+S-y_G)}$$

$$W_x^- = \frac{I_{x_0}}{y_G}$$

Si osserva che  $W_x^+ > W_x^-$

$$M_x^+ = \min \left\{ \sigma_0^+ W_x^+, \sigma_0^- W_x^- \right\}$$

$$M_x^- = \min \left\{ \sigma_0^+ W_x^-, \sigma_0^- W_x^+ \right\}$$

$$\sigma_{z, \text{sup}}^+ = + \frac{M_x^+}{W_x^+}$$

$$\sigma_{z, \text{inf}}^+ = - \frac{M_x^+}{W_x^-}$$

$$\sigma_{z, \text{sup}}^- = - \frac{M_x^-}{W_x^+}$$

$$\sigma_{z, \text{inf}}^- = \frac{M_x^-}{W_x^-}$$

$$5. \sigma_{z,1} = + \frac{N}{A} + \frac{N y_1 (S+H-y_G)}{I_{x_0}} = 0$$

$$x_1 = 0$$

$$y_1 = - \frac{N}{A} \frac{I_{x_0}}{N(S+H-y_G)} = \frac{I_{x_0}}{A(y_G - S - H)}$$

$$\sigma_{z,2} = \frac{N}{A} + \frac{N y_2 (-y_G)}{I_{x_0}} = 0$$

$$x_2 = 0$$

$$y_2 = - \frac{N}{A} \frac{I_{x_0}}{N(-y_G)} = \frac{I_{x_0}}{A y_G}$$

$$\sigma_{z,3} = \frac{N}{A} + \frac{N x_3 (2S+B-x_G)}{I_{y_0}} = 0$$

$$x_3 = - \frac{N}{A} \frac{I_{y_0}}{N(2S+B-x_G)} = \frac{I_{y_0}}{A(x_G - 2S - B)}$$

$$y_3 = 0$$

## Esercizio 1

## Testo 1

## Testo 2

## Testo 1

## Testo 2

B =	[mm]	40	50
H =	[mm]	60	70
s =	[mm]	10	15
$\sigma_{0,+}$ =	[MPa]	230	230
$\sigma_{0,-}$ =	[MPa]	415	415

I <sub>x</sub> =	[cm <sup>4</sup> ]	542.0000	1294.6667
I <sub>y</sub> =	[cm <sup>4</sup> ]	320.0000	888.9167
I <sub>xy</sub> =	[cm <sup>4</sup> ]	333.0000	862.0000
S <sub>x</sub> =	[cm <sup>3</sup> ]	111.0000	215.5000
S <sub>y</sub> =	[cm <sup>3</sup> ]	90.0000	188.0000
A =	[cm <sup>2</sup> ]	30.0000	47.0000
x <sub>G</sub> =	[cm]	3.0000	4.0000
y <sub>G</sub> =	[cm]	3.7000	4.5851
I <sub>xo</sub> =	[cm <sup>4</sup> ]	131.3000	306.5762
I <sub>yo</sub> =	[cm <sup>4</sup> ]	50.0000	136.9167
W <sub>x,+</sub> =	[cm <sup>3</sup> ]	39.7879	78.3102
W <sub>x,-</sub> =	[cm <sup>3</sup> ]	35.4865	66.8635
M <sub>x,+</sub> =	[kN·m]	9.1512	18.0114
M <sub>x,-</sub> =	[kN·m]	8.1619	15.3786
$\sigma_{z,sup+}$ =	[MPa]	230.0000	230.0000
$\sigma_{z,inf+}$ =	[MPa]	-257.8788	-269.3750
$\sigma_{z,sup-}$ =	[MPa]	-205.1351	-196.3805
$\sigma_{z,inf-}$ =	[MPa]	230.0000	230.0000
x <sub>1</sub> =	[cm]	0.000	0.000
y <sub>1</sub> =	[cm]	-1.326	-1.666
x <sub>2</sub> =	[cm]	0.000	0.000
y <sub>2</sub> =	[cm]	1.183	1.423
x <sub>3</sub> =	[cm]	-0.556	-0.728
y <sub>3</sub> =	[cm]	0.000	0.000

$\sigma_{0,+} W_{x,+}$ =	9151.2121	18011.3542
$\sigma_{0,-} W_{x,-}$ =	14726.8919	27748.3507
$\sigma_{0,+} W_{x,-}$ =	8161.8919	15378.6040
$\sigma_{0,-} W_{x,+}$ =	16511.9697	32498.7477

**CORSO DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI  
PER INGEGNERIA EDILE - ARCHITETTURA (II mod.)**

A.A. 2003-04

Appello scritto del 19.07.2004

Parte I - Testo **1**

*Nota: I risultati numerici vanno riportati su questo stesso foglio, nei riquadri predisposti; i calcoli (in forma ordinata) vanno allegati sui fogli a quadretti che sono stati forniti. **Riportare sempre nei calcoli almeno 3 cifre decimali significative.***

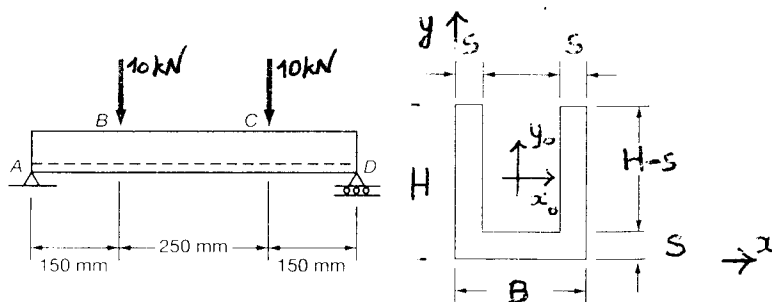
Allievo:..... Matricola:.....

**Esercizio n.1**

Si consideri la trave di acciaio ( $E= 210$  GPa) avente la sezione a U simmetrica indicata in Figura, con  $B = \dots 40 \dots$  mm;  $H = \dots 60 \dots$  mm;  $s = \dots 8 \dots$  mm.

Si richiede di determinare:

1. I momenti di inerzia,  $I_x$  e  $I_y$ , e il momento centrifugo,  $I_{xy}$  rispetto agli assi  $x$  e  $y$  indicati in Figura;
2. le coordinate del baricentro,  $x_G$  e  $y_G$  rispetto agli assi  $x$  e  $y$ ;
3. I momenti principali di inerzia,  $I_{x_0}$  e  $I_{y_0}$  rispetto agli assi baricentrici  $x_0$  e  $y_0$ ;
4. Il momento flettente  $M_x$  nonché il massimo sforzo di trazione,  $\sigma_{z,max}$  e di compressione,  $\sigma_{z,min}$  che si sviluppano nella porzione centrale (BC) della trave.



$$I_x = \dots \text{cm}^4; I_y = \dots \text{cm}^4; I_{xy} = \dots \text{cm}^4;$$

$$x_G = \dots \text{cm}; y_G = \dots \text{cm};$$

$$I_{x_0} = \dots \text{cm}^4; I_{y_0} = \dots \text{cm}^4; M_x = \dots \text{kN m};$$

$$\sigma_{z,max} = \dots \text{MPa}; \sigma_{z,min} = \dots \text{MPa};$$

**CORSO DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI  
PER INGEGNERIA EDILE - ARCHITETTURA (II mod.)**

A.A. 2003-04

Appello scritto del 19.07.2004

Parte II - Testo **1**

*Nota: I risultati numerici vanno riportati su questo stesso foglio, nei riquadri predisposti; i calcoli (in forma ordinata) vanno allegati sui fogli a quadretti che sono stati forniti. **Riportare sempre nei calcoli almeno 3 cifre decimali significative.***

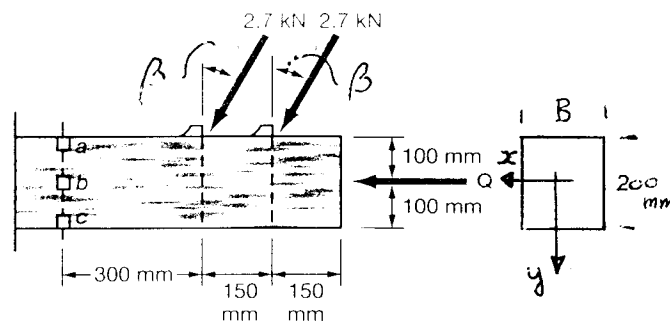
Allievo:..... Matricola:.....

**Esercizio n.2**

Si consideri la trave a mensola di sezione rettangolare indicata in Figura. È noto che la larghezza della sezione vale  $B = 100$  mm, che il modulo della forza assiale è pari a  $Q = 30$  kN e che le due forze oblique agiscono con un'inclinazione  $\beta = 45^\circ$  rispetto alla verticale.

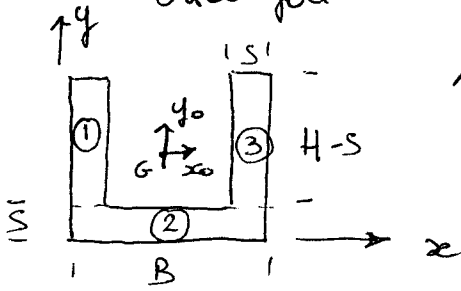
Si richiede di determinare:

1. Le componenti del tensore degli sforzi nei punti  $a$  ( $\sigma_z^a$ ,  $\tau_{zx}^a$  e  $\tau_{zy}^a$ ),  $b$  ( $\sigma_z^b$ ,  $\tau_{zx}^b$  e  $\tau_{zy}^b$ ) e nel punto  $c$  ( $\sigma_z^c$ ,  $\tau_{zx}^c$  e  $\tau_{zy}^c$ );
2. Gli sforzi principali nel punto  $a$  ( $\sigma_1^a$  e  $\sigma_2^a$ ) e nel punto  $b$  ( $\sigma_1^b$  e  $\sigma_2^b$ );
3. Il massimo sforzo tangenziale nei punti  $a$  e  $b$ ,  $\tau_{max}^a$  e  $\tau_{max}^b$ .



$\sigma_z^a = \dots\dots\dots$ MPa; $\tau_{zx}^a = \dots\dots\dots$ MPa; $\tau_{zy}^a = \dots\dots\dots$ MPa;
$\sigma_z^b = \dots\dots\dots$ MPa; $\tau_{zx}^b = \dots\dots\dots$ MPa; $\tau_{zy}^b = \dots\dots\dots$ MPa;
$\sigma_z^c = \dots\dots\dots$ MPa; $\tau_{zx}^c = \dots\dots\dots$ MPa; $\tau_{zy}^c = \dots\dots\dots$ MPa;
$\sigma_1^a = \dots\dots\dots$ MPa; $\sigma_2^a = \dots\dots\dots$ MPa; $\tau_{max}^a = \dots\dots\dots$ MPa;
$\sigma_1^b = \dots\dots\dots$ MPa; $\sigma_2^b = \dots\dots\dots$ MPa; $\tau_{max}^b = \dots\dots\dots$ MPa;

① caratteristiche inerziali calcolate per somma di rettangoli



$$\begin{aligned}
 1. \quad I_x &= 2 \cdot \frac{1}{12} (H-s)^3 s + 2(H-s) \cdot s \cdot \left(\frac{H-s}{2} + s\right)^2 + \frac{1}{3} B s^3 \\
 &= \frac{1}{6} s (H-s)^3 + 2(H-s) \cdot s \cdot \left(\frac{H+s}{2}\right)^2 + \frac{1}{3} B s^3 \\
 I_y &= \frac{1}{3} (H-s) \cdot s^3 + \frac{1}{3} s \cdot B^3 + \frac{1}{12} (H-s) \cdot s^3 + (H-s) \cdot s \left(B - \frac{s}{2}\right)^2 \\
 &= \frac{5}{12} (H-s) \cdot s^3 + \frac{1}{3} s B^3 + (H-s) \cdot s \left(B - \frac{s}{2}\right)^2 \\
 I_{xy} &= (H-s) \cdot s \cdot \frac{s}{2} \cdot \frac{H+s}{2} + B \cdot s \cdot \frac{B}{2} \cdot \frac{s}{2} + (H-s) \cdot s \cdot \left(B - \frac{s}{2}\right) \cdot \frac{H+s}{2} \\
 &= \frac{B s^2}{4} + (H-s)^2 \cdot \frac{s}{2} \cdot \left(\frac{s}{2} + B - \frac{s}{2}\right) = \frac{B s^2}{4} + \frac{B s}{2} (H-s)^2
 \end{aligned}$$

2.  $A_{(1)} = (H-s) \cdot s$        $G_{(1)} = \left(\frac{s}{2}, \frac{H+s}{2}\right)$

$A_{(2)} = B \cdot s$        $G_{(2)} = \left(\frac{B}{2}, \frac{s}{2}\right)$

$A_{(3)} = (H-s) \cdot s$        $G_{(3)} = \left(B - \frac{s}{2}, \frac{H+s}{2}\right)$

$$S_x = 2(H-s) \cdot s \cdot \frac{H+s}{2} + B \cdot s \cdot \frac{s}{2} = (H^2 - s^2) \cdot s + \frac{B s^2}{2}$$

$$S_y = (H-s) \cdot s \cdot \frac{s}{2} + B \cdot s \cdot \frac{B}{2} + (H-s) \cdot s \cdot \left(B - \frac{s}{2}\right) = (H-s) \cdot s \cdot B + B^2 \frac{s}{2}$$

$$A = 2(H-s) \cdot s + B s$$

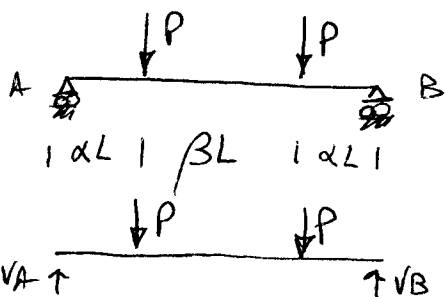
$$x_G = \frac{S_y}{A} = \frac{B(H-s) + \frac{B^2}{2}}{2(H-s) + B} = \frac{[2(H-s) + B] \cdot \frac{B}{2}}{2(H-s) + B} = \frac{B}{2}$$

$$y_G = \frac{S_x}{A} = \frac{H^2 - s^2 + \frac{B s}{2}}{2(H-s) + B} = \frac{(H-s)(H+s) + B \cdot \frac{s}{2}}{2(H-s) + B}$$

3.  $I_{x_0} = 2 \left[ \frac{1}{12} (H-s)^3 s + (H-s) \cdot s \cdot \left(y_G - \frac{H+s}{2}\right)^2 \right] + \frac{1}{12} B s^3 + B s \cdot \left(y_G - \frac{s}{2}\right)^2$

$$\begin{aligned}
 I_{y_0} &= \frac{1}{12} (H-s) \cdot s^3 + (H-s) \cdot s \cdot \left(\frac{B}{2} - \frac{s}{2}\right)^2 + \frac{1}{12} (H-s) \cdot s^3 + (H-s) \cdot s \cdot \left(\frac{B}{2} - B + \frac{s}{2}\right)^2 + \frac{1}{12} B^3 s \\
 &= \frac{1}{6} (H-s) \cdot s^3 + 2(H-s) \cdot s \cdot \left(\frac{B-s}{2}\right)^2 + \frac{1}{12} B^3 s
 \end{aligned}$$

4.



$$V_A = P$$

$$V_B = P$$

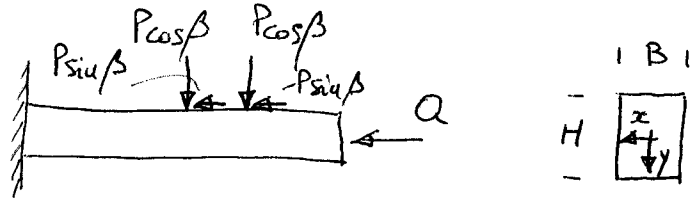
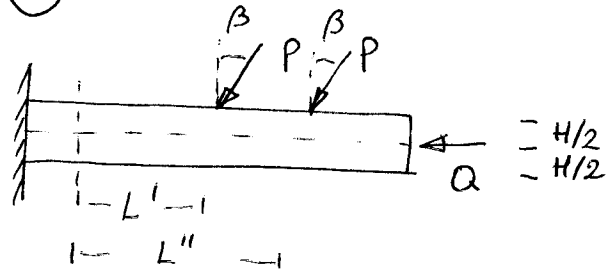
$$M_x|_{BC} = -P \cdot \alpha L$$

$$\sigma_z = \frac{M_x y}{I_{x_0}}$$

$$\sigma_{z,MAX} = \frac{M_x}{I_{x_0}} (-y_G) = \frac{P \alpha L y_G}{I_{x_0}}$$

$$\sigma_{z,MIN} = \frac{M_x}{I_{x_0}} (H - y_G) = - \frac{P \alpha L (H - y_G)}{I_{x_0}}$$

②



$$N = -Q - 2P \sin \beta$$

$$T_y = 2P \cos \beta$$

$$M_x = -P \cos \beta L' - P \cos \beta L'' + 2P \sin \beta \cdot \frac{H}{2} = -P \cos \beta (L' + L'') + P \sin \beta H$$

$$\sigma_z = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{I_x} y$$

$$A = BH$$

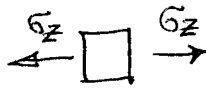
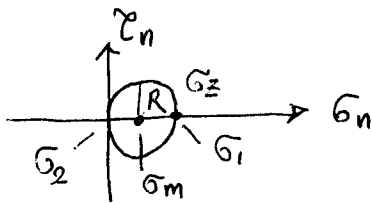
$$e_{zx} = 0$$

$$I_x = \frac{1}{12} BH^3$$

$$e_{zy} = \frac{T_y S_x^*}{BI_x}$$

"a"  $y = -\frac{H}{2}; S_x^* = 0$

$$\Rightarrow \begin{cases} \sigma_z = \frac{N}{A} - \frac{M_x}{I_x} \frac{H}{2} = \frac{N}{BH} - \frac{6M_y}{BH^2} \\ e_{zx} = 0 \\ e_{zy} = 0 \end{cases}$$



$$\sigma_m = \frac{1}{2} \sigma_z$$

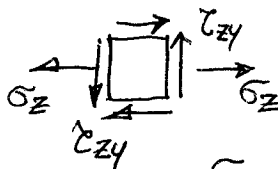
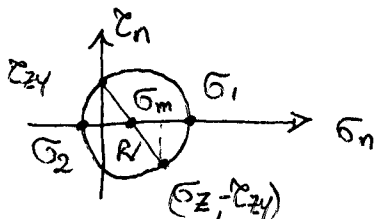
$$\sigma_1 = \sigma_m + R$$

$$R = e_{MAX} = \left| \frac{\sigma_z}{2} \right|$$

$$\sigma_2 = \sigma_m - R$$

"b"  $y = 0; S_x^* = \frac{BH^2}{8}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \sigma_z = \frac{N}{A} = \frac{N}{BH} \\ e_{zx} = 0 \\ e_{zy} = \frac{T_y S_x^*}{BI_x} = \frac{T_y \frac{BH^2}{8}}{B \frac{BH^3}{12}} = \frac{3}{2} \frac{T_y}{BH} \end{cases}$$



$$\sigma_m = \frac{1}{2} \sigma_z$$

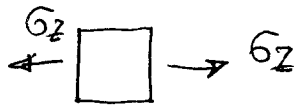
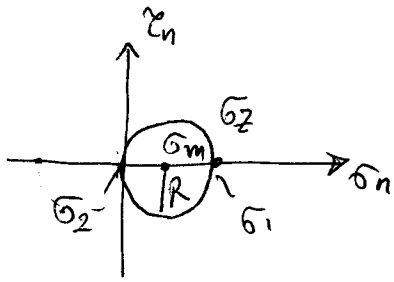
$$R = e_{MAX} = \sqrt{(\sigma_z - \sigma_m)^2 + \tau_{zy}^2}$$

$$\sigma_1 = \sigma_m + R$$

$$\sigma_2 = \sigma_m - R$$

②

"c"  $y = +\frac{H}{2}$  ;  $S_x^* = 0$   $\left\{ \begin{array}{l} \tilde{\sigma}_z = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{I_x} \left( \frac{H}{2} \right) = \frac{N}{BH} + \frac{6M_x}{BH^2} \\ \tau_{zx} = 0 \\ \tau_{zy} = 0 \end{array} \right.$



$$\sigma_m = \frac{1}{2} \tilde{\sigma}_z$$

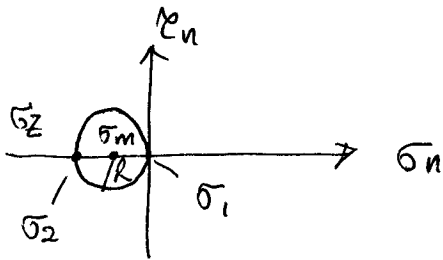
$$\sigma_1 = \sigma_m + R$$

$$R = r_{MAX} = \left| \frac{\tilde{\sigma}_z}{2} \right|$$

$$\sigma_2 = \sigma_m - R$$

N.B. Si noti che se  $\tilde{\sigma}_z < 0$  le espressioni sopra indicate seguiranno a valere e forniscono, come è giusto:

$$\sigma_1 = 0 ; \sigma_2 = \tilde{\sigma}_z :$$



Esercizio 1		Testo 1	Testo 2
B =	[mm]	40	60
H =	[mm]	60	100
s =	[mm]	8	6
H-s =	[mm]	52	94
P =	[kN]	10	10
$\alpha L =$	[mm]	150	150
$I_x =$	[cm <sup>4</sup> ]	115.6096	400.3456
$I_y =$	[cm <sup>4</sup> ]	72.0896	227.2896
$I_{xy} =$	[cm <sup>4</sup> ]	59.1360	182.5920
$S_x =$	[cm <sup>3</sup> ]	29.5680	60.8640
$S_y =$	[cm <sup>3</sup> ]	23.0400	44.6400
A =	[cm <sup>2</sup> ]	11.5200	14.8800
$x_G =$	[cm]	2.0000	3.0000
$y_G =$	[cm]	2.5667	4.0903
$I_{x0} =$	[cm <sup>4</sup> ]	39.7184	151.3922
$I_{y0} =$	[cm <sup>4</sup> ]	26.0096	93.3696
M	[N·m]	-1500.0000	-1500.0000
$\sigma_{z,max} =$	[MPa]	96.9324	40.5271
$\sigma_{z,min} =$	[MPa]	-129.6628	-58.5533

Esercizio 2		Testo 1	Testo 2
P =	[kN]	2.7	2.7
Q =	[kN]	30	40
L' =	[mm]	300	300
L" =	[mm]	450	450
B =	[mm]	100	80
H =	[mm]	200	200
cos $\beta$ =		0.707	0.866
sin $\beta$ =		0.707	0.500
<b>N =</b>	<b>[N]</b>	<b>-33818.377</b>	<b>-42700.000</b>
<b>M_x =</b>	<b>[N·mm]</b>	<b>-1050053.570</b>	<b>-1483701.443</b>
<b>T_y =</b>	<b>[N]</b>	<b>3818.377</b>	<b>4676.537</b>
<b>A =</b>	<b>[mm<sup>2</sup>]</b>	<b>20000.000</b>	<b>16000.000</b>
<b>I_x =</b>	<b>[mm<sup>4</sup>]</b>	<b>66666666.667</b>	<b>53333333.333</b>
<b>S_x<sup>*</sup> =</b>	<b>[mm<sup>3</sup>]</b>	<b>500000.000</b>	<b>400000.000</b>
$\sigma_{z,a}$ =	[MPa]	-0.116	0.113
$\tau_{zx,a}$ =	[MPa]	0.000	0.000
$\tau_{zy,a}$ =	[MPa]	0.000	0.000
$\sigma_{z,b}$ =	[MPa]	-1.691	-2.669
$\tau_{zx,b}$ =	[MPa]	0.000	0.000
$\tau_{zy,b}$ =	[MPa]	0.286	0.438
$\sigma_{z,c}$ =	[MPa]	-3.266	-5.451
$\tau_{zx,c}$ =	[MPa]	0.000	0.000
$\tau_{zy,c}$ =	[MPa]	0.000	0.000
$\sigma_{m,a}$ =	[MPa]	-0.058	0.057
<b>R,a =</b>	<b>[MPa]</b>	<b>0.058</b>	<b>0.057</b>
$\sigma_{1,a}$ =	[MPa]	0.000	0.113
$\sigma_{2,a}$ =	[MPa]	-0.116	0.000
$\tau_{max,a}$ =	[MPa]	0.058	0.057
$\sigma_{m,b}$ =	[MPa]	-0.845	-1.334
<b>R,b =</b>	<b>[MPa]</b>	<b>0.893</b>	<b>1.405</b>
$\sigma_{1,b}$ =	[MPa]	0.047	0.070
$\sigma_{2,b}$ =	[MPa]	-1.738	-2.739
$\tau_{max,b}$ =	[MPa]	0.893	1.405