

CORSO DI STATICA E SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

A.A. 2024-2025

Esame scritto del 17.10.2025

Parte I - Testo I

Nota: I risultati numerici vanno riportati a penna su questo stesso foglio, nei riquadri predisposti; i calcoli (in forma ordinata) vanno allegati sui soliti fogli a quadretti che sono stati forniti. Esprimere i risultati in forma frazionaria o con almeno 3 cifre decimali.

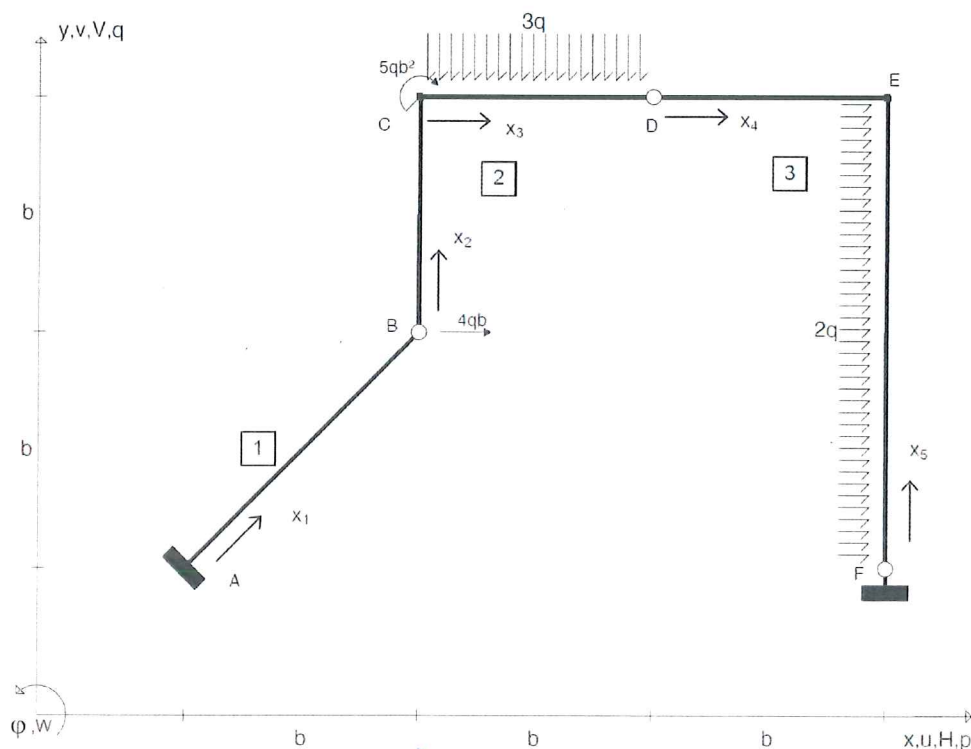
Allievo:.....e-mail:..... Matricola:.....

Esercizio n. 1 (17 punti)

Risolvere la struttura isostatica riportata in Figura calcolando le reazioni vincolari, le equazioni delle azioni interne e tracciando nello spazio predisposto nella pagina a fronte i corrispondenti grafici. Si rammenta che il diagramma del momento flettente va riportato dalla parte delle fibre tese.

Universita' di Cagliari

SdC_SdA 17.10.25*001



Eq. ausiliarie

$$M_{z(B)}^{(1)} = 0 \text{ oppure } M_{z(B)}^{(2+3)} = 0$$

$$M_{z(D)}^{(1+2)} = 0 \text{ oppure } M_{z(D)}^{(3)} = 0$$

Esercizio n. 2 (11 punti)

Per la struttura, indicata in Figura, determinare la reazione verticale V_A applicando il principio dei lavori virtuali (PLV). Si richiede di

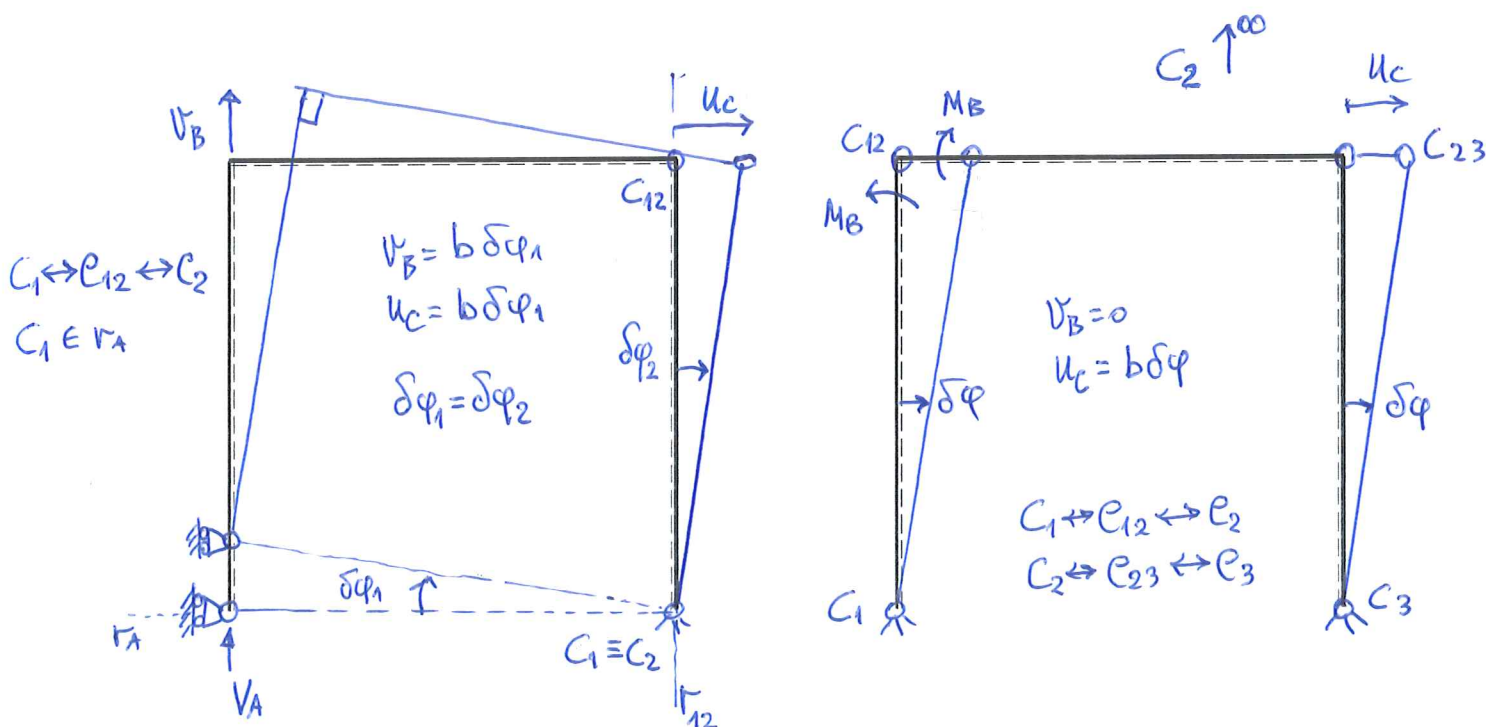
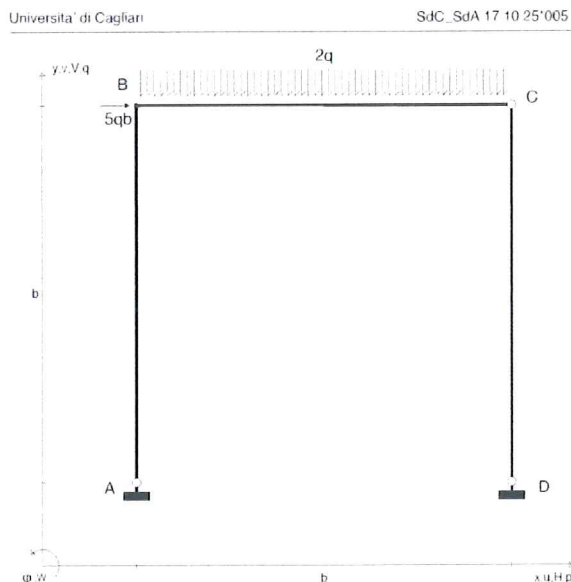
1. Determinare le coordinate (riferite all'origine in A) del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 1 (asta ABC), C_1 , del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 2 (asta CD), C_2 , del centro di istantanea rotazione relativo fra i due corpi, C_{12} ;
2. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
3. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente verticale dello spostamento virtuale del punto B , v_B , e quella orizzontale dello spostamento virtuale del punto C , u_C .

Calcolare poi, riapplicando il PLV, il valore del momento flettente nel punto B , M_B .

In questa situazione (nella quale la struttura è suddivisa nelle tre aste AB , BC , CD) si richiede di:

4. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
5. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente verticale dello spostamento virtuale del punto B , v_B , e quella orizzontale dello spostamento virtuale del punto C , u_C .

Nota: Nel caso di punti impropri, si indichino le coordinate dei centri di rotazione in questa forma: (∞, m) , dove m è il coefficiente angolare della retta a cui appartiene il punto improprio.



$$V_A(\hat{u}) = -4qb; C_1 = (b, 0); C_2 = (b, 0); C_{12} = (b, b);$$

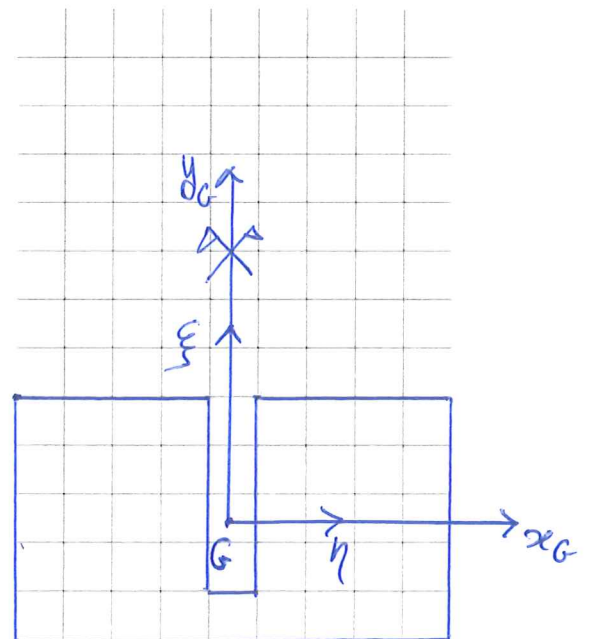
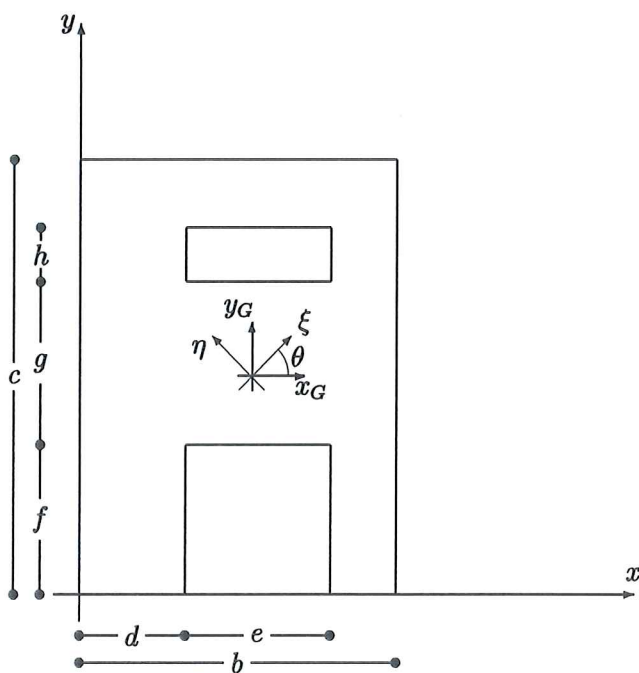
$$v_B = bSq_1; u_C = bSq_1;$$

$$M_B(\hat{u}, \hat{u}) = 5qb^2; v_B = 0; u_C = bSq_1;$$

Esercizio n. 3 (5 punti)

Per la lamina piana omogenea rappresentata in Figura (NB: *Si noti che il disegno non è in scala!*) nella quale le misure quotate sono le seguenti: $b = 9a$; $c = 5a$; $d = 4a$; $e = a$; $f = 0$; $g = a$; $h = 4a$ si richiede di:

- calcolare i momenti statici, S_x e S_y (rispetto agli assi x e y indicati);
- calcolare le coordinate del baricentro x_G e y_G rispetto ai medesimi assi;
- calcolare i momenti di inerzia J_{xG} e J_{yG} e il momento centrifugo J_{xGyG} rispetto agli assi baricentrici;
- calcolare i momenti centrali d'inerzia, $J_\xi = J_{\max}$ e $J_\eta = J_{\min}$ rispetto agli assi centrali d'inerzia, ξ , η ;
- calcolare la tangente trigonometrica, $\tan 2\theta$, del doppio dell'angolo θ formato dagli assi x_G e ξ .



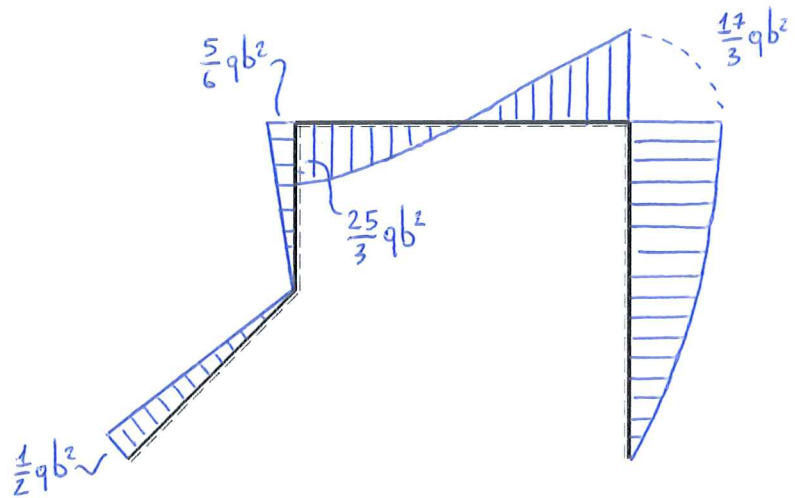
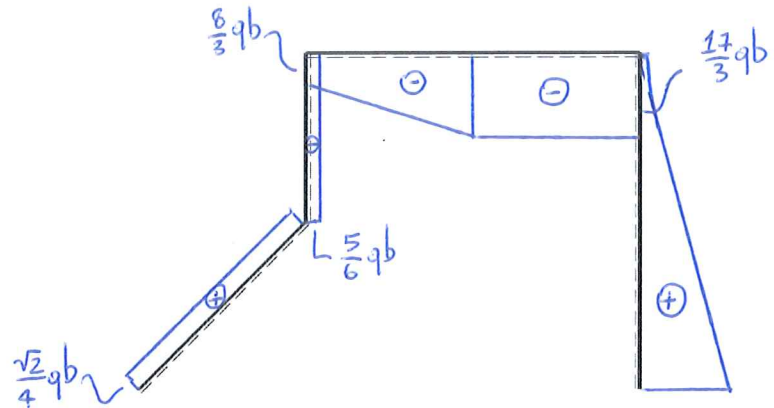
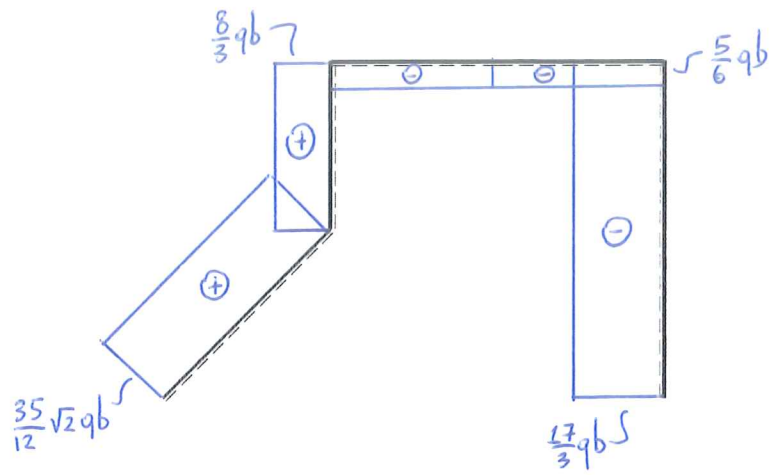
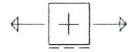
$$S_x = \frac{201}{2} a^3 = 100.5000 a^3; S_y = \frac{369}{2} a^3 = 184.5000 a^3;$$

$$x_G = \frac{9}{2} a = 4.5000 a; y_G = \frac{201}{82} a = 2.4512 a;$$

$$J_{xG} = \frac{42961}{492} a^4 = 87.3191 a^4; J_{yG} = \frac{3641}{12} a^4 = 303.4167 a^4;$$

$$J_{xGyG} = 0; \tan 2\theta = 0;$$

$$J_\xi = J_{\max} = \frac{3641}{12} a^4; J_\eta = J_{\min} = \frac{42961}{492} a^4;$$



$$\begin{aligned}
 H_A (\Rightarrow) &= -\frac{19}{6}qb; & V_A (\uparrow) &= -\frac{8}{3}qb; & M_A (\curvearrowright) &= \frac{1}{2}qb^2; & H_F (\Rightarrow) &= -\frac{29}{6}qb; & V_F (\uparrow) &= \frac{17}{3}qb; \\
 N_{AB} &= \frac{35\sqrt{2}}{12}qb; & T_{AB} &= \frac{\sqrt{2}}{4}qb; & M_{AB} &= -\frac{1}{2}qb^2 + \frac{\sqrt{2}}{4}qb x_1; \\
 N_{BC} &= \frac{8}{3}qb; & T_{BC} &= -\frac{5}{6}qb; & M_{BC} &= -\frac{5}{6}qb x_2; \\
 N_{CD} &= -\frac{5}{6}qb; & T_{CD} &= -\frac{8}{3}qb - 3q x_3; & M_{CD} &= \frac{25}{6}qb^2 - \frac{8}{3}qb x_3 - \frac{3}{2}q x_3^2; \\
 N_{DE} &= -\frac{5}{6}qb; & T_{DE} &= -\frac{17}{3}qb; & M_{DE} &= -\frac{17}{3}qb x_4; \\
 N_{FE} &= -\frac{17}{3}qb; & T_{FE} &= \frac{29}{6}qb - 2q x_5; & M_{FE} &= -\frac{29}{6}qb x_5 + q x_5^2;
 \end{aligned}$$

CORSO DI STATICA E SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

A.A. 2024-2025

Esame scritto del 17.10.2025

Parte 1 - Testo 2

Nota: I risultati numerici vanno riportati a penna su questo stesso foglio, nei riquadri predisposti; i calcoli (in forma ordinata) vanno allegati sui soli fogli a quadretti che sono stati forniti. Esprimere i risultati in forma frazionaria o con almeno 3 cifre decimali.

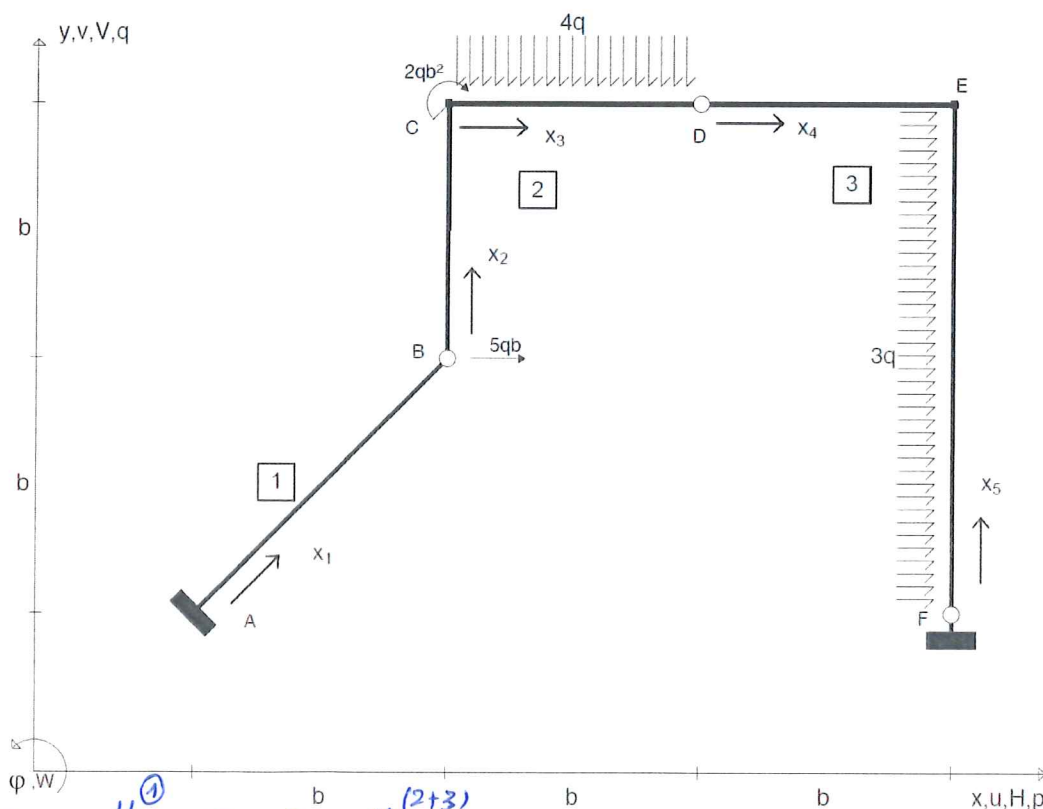
Allievo:.....e-mail:..... Matricola:.....

Esercizio n. 1 (17 punti)

Risolvere la struttura isostatica riportata in Figura calcolando le reazioni vincolari, le equazioni delle azioni interne e tracciando nello spazio predisposto nella pagina a fronte i corrispondenti grafici. Si rammenta che il diagramma del momento flettente va riportato dalla parte delle fibre tese.

Universita' di Cagliari

SdC_SdA 17.10.25*002



Eq. aux' liewe

$$\begin{aligned} M_{z(B)}^{(1)} &= 0 \text{ oppure } M_{z(B)}^{(2+3)} = 0 \\ M_{z(D)}^{(1+2)} &= 0 \text{ oppure } M_{z(D)}^{(3)} = 0 \end{aligned}$$

Esercizio n. 2 (11 punti)

Per la struttura, indicata in Figura, determinare la reazione verticale V_A applicando il principio dei lavori virtuali (PLV). Si richiede di

1. Determinare le coordinate (riferite all'origine in A) del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 1 (asta ABC), C_1 , del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 2 (asta CD), C_2 , del centro di istantanea rotazione relativo fra i due corpi, C_{12} ;
2. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
3. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente verticale dello spostamento virtuale del punto B , v_B , e quella orizzontale dello spostamento virtuale del punto C , u_C .

Calcolare poi, riapplicando il PLV, il valore del momento flettente nel punto B , M_B .

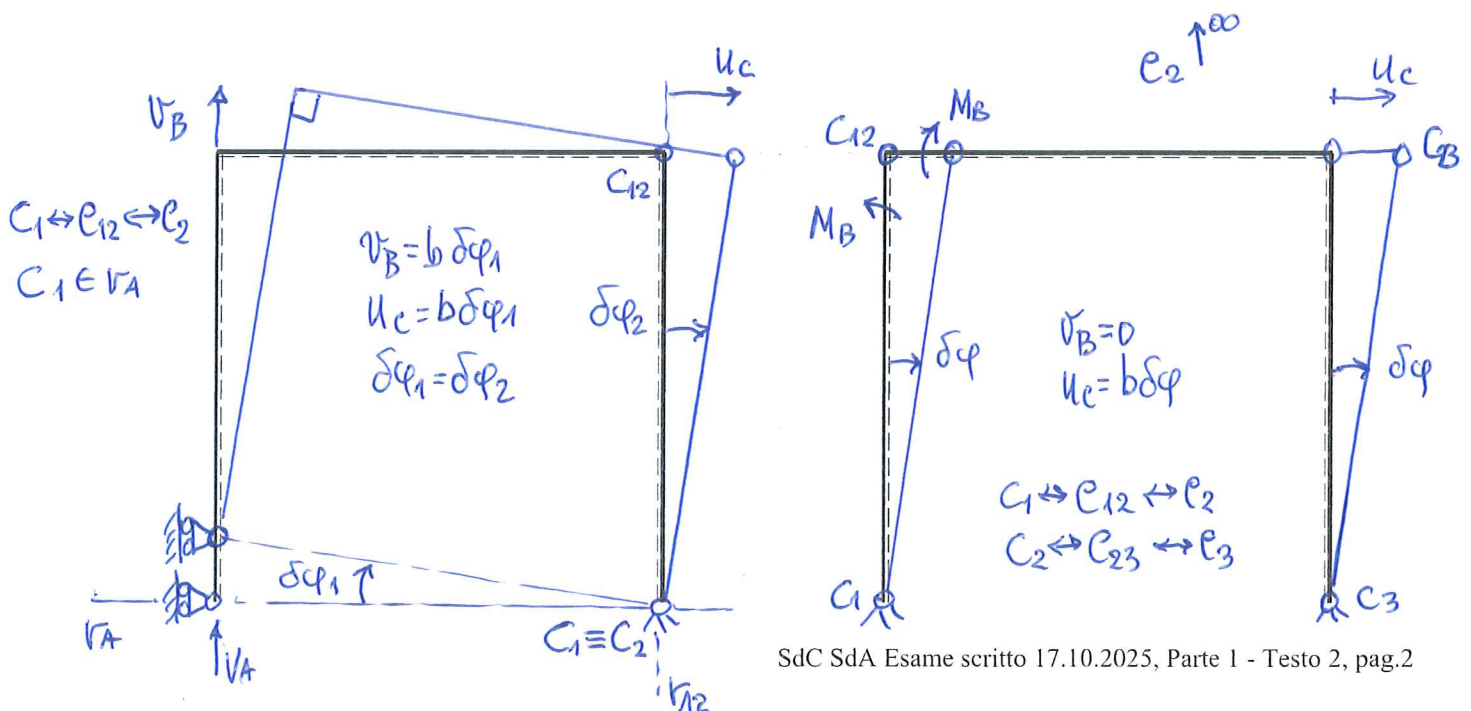
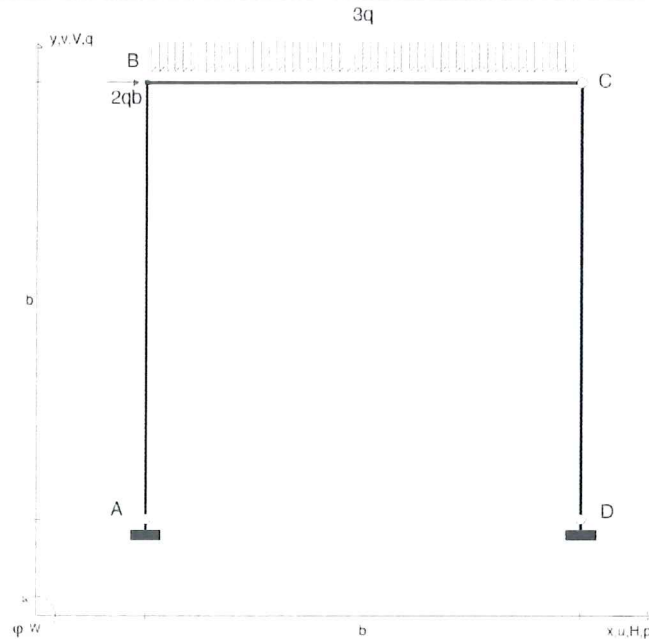
In questa situazione (nella quale la struttura è suddivisa nelle tre aste AB , BC , CD) si richiede di:

4. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
5. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente verticale dello spostamento virtuale del punto B , v_B , e quella orizzontale dello spostamento virtuale del punto C , u_C .

Nota: Nel caso di punti impropri, si indichino le coordinate dei centri di rotazione in questa forma: (∞, m) , dove m è il coefficiente angolare della retta a cui appartiene il punto improprio.

Università di Cagliari

SdC_SdA 17.10.25*006



$$V_A(\hat{u}) = -\frac{1}{2}qb; C_1 = (b, 0); C_2 = (b, 0); C_{12} = (b, b);$$

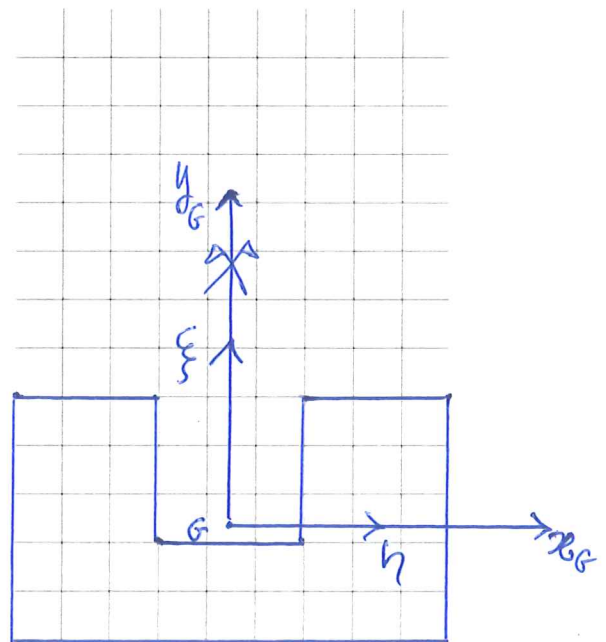
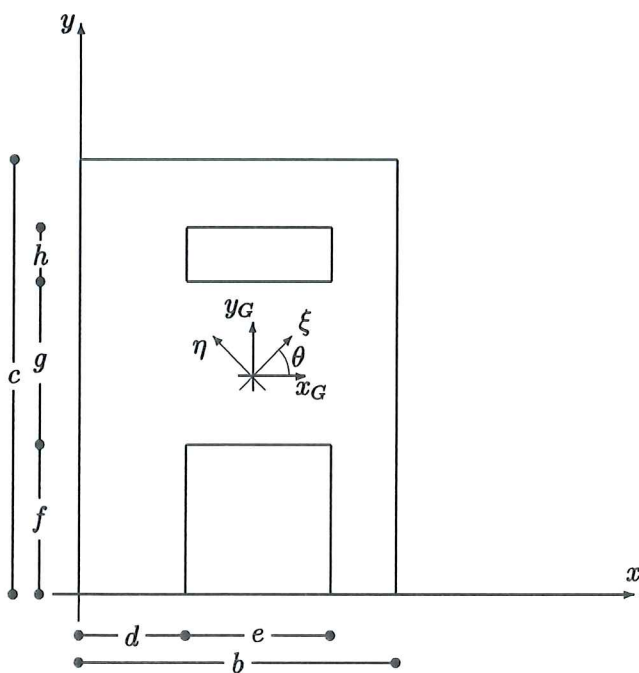
$$v_B = b\psi_1; u_C = b\psi_1;$$

$$M_B(\hat{u}, \hat{u}) = 2qb^2; v_B = 0; u_C = b\psi_1;$$

Esercizio n. 3 (5 punti)

Per la lamina piana omogenea rappresentata in Figura (NB: *Si noti che il disegno non è in scala!*) nella quale le misure quotate sono le seguenti: $b = 9a$; $c = 5a$; $d = 3a$; $e = 3a$; $f = 0$; $g = 2a$; $h = 3a$ si richiede di:

- calcolare i momenti statici, S_x e S_y (rispetto agli assi x e y indicati);
- calcolare le coordinate del baricentro x_G e y_G rispetto ai medesimi assi;
- calcolare i momenti di inerzia J_{xG} e J_{yG} e il momento centrifugo J_{xGyG} rispetto agli assi baricentrici;
- calcolare i momenti centrali d'inerzia, $J_\xi = J_{\max}$ e $J_\eta = J_{\min}$ rispetto agli assi centrali d'inerzia, ξ , η ;
- calcolare la tangente trigonometrica, $\tan 2\theta$, del doppio dell'angolo θ formato dagli assi x_G e ξ .



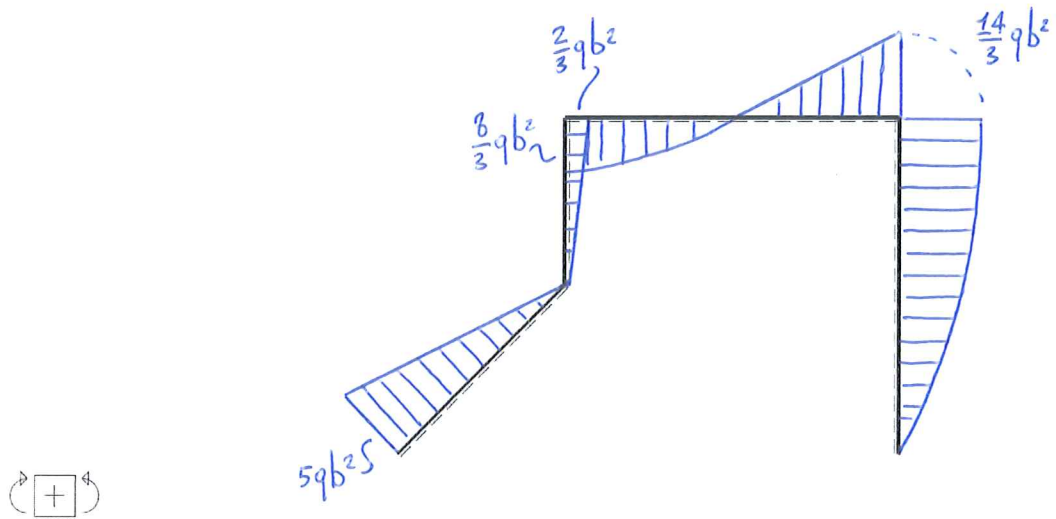
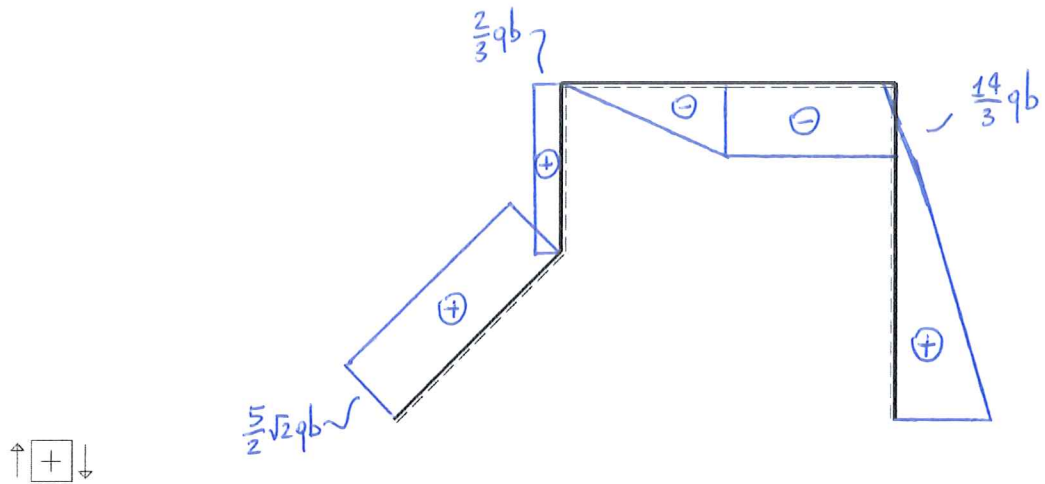
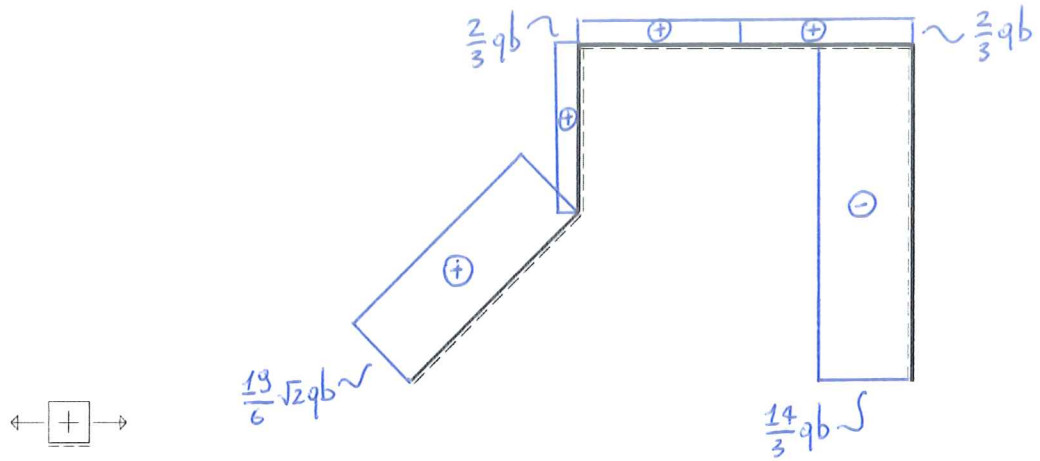
$$S_x = 81 a^3; S_y = 162 a^3;$$

$$x_G = \frac{9}{2} a = 4.5000 a; y_G = \frac{9}{4} a = 2.2500 a;$$

$$J_{xG} = \frac{303}{4} a^4 = 75.7500 a^4; J_{yG} = 297 a^4;$$

$$J_{xGyG} = 0; \tan 2\theta = 0;$$

$$J_\xi = J_{\max} = 297 a^4; J_\eta = J_{\min} = \frac{303}{4} a^4.$$



$$\begin{aligned}
 H_A (\Rightarrow) &= -\frac{17}{3} qb; & V_A (\uparrow) &= -\frac{2}{3} qb; & M_A (\curvearrowright) &= 5 qb^2; & H_F (\Rightarrow) &= -\frac{16}{3} qb; & V_F (\uparrow) &= \frac{14}{3} qb; \\
 N_{AB} &= \frac{19}{6} \sqrt{2} qb; & T_{AB} &= \frac{5}{2} \sqrt{2} qb; & M_{AB} &= -5 qb^2 + \frac{5}{2} \sqrt{2} qb x_1; \\
 N_{BC} &= \frac{2}{3} qb; & T_{BC} &= \frac{2}{3} qb; & M_{BC} &= \frac{2}{3} qb x_2; \\
 N_{CD} &= \frac{2}{3} qb; & T_{CD} &= -\frac{2}{3} qb - 4 q x_3; & M_{CD} &= \frac{8}{3} qb^2 - \frac{2}{3} qb x_3 - 2 q x_3^2; \\
 N_{DE} &= \frac{2}{3} qb; & T_{DE} &= -\frac{14}{3} qb; & M_{DE} &= -\frac{14}{3} qb x_4; \\
 N_{FE} &= -\frac{14}{3} qb; & T_{FE} &= \frac{16}{3} qb - 3 q x_5; & M_{FE} &= \frac{16}{3} qb x_5 + \frac{3}{2} q x_5^2;
 \end{aligned}$$

CORSO DI STATICA E SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

A.A. 2024-2025

Esame scritto del 17.10.2025

Parte 1 - Testo 3

Nota: I risultati numerici vanno riportati a penna su questo stesso foglio, nei riquadri predisposti; i calcoli (in forma ordinata) vanno allegati sui soli fogli a quadretti che sono stati forniti. Esprimere i risultati in forma frazionaria o con almeno 3 cifre decimali.

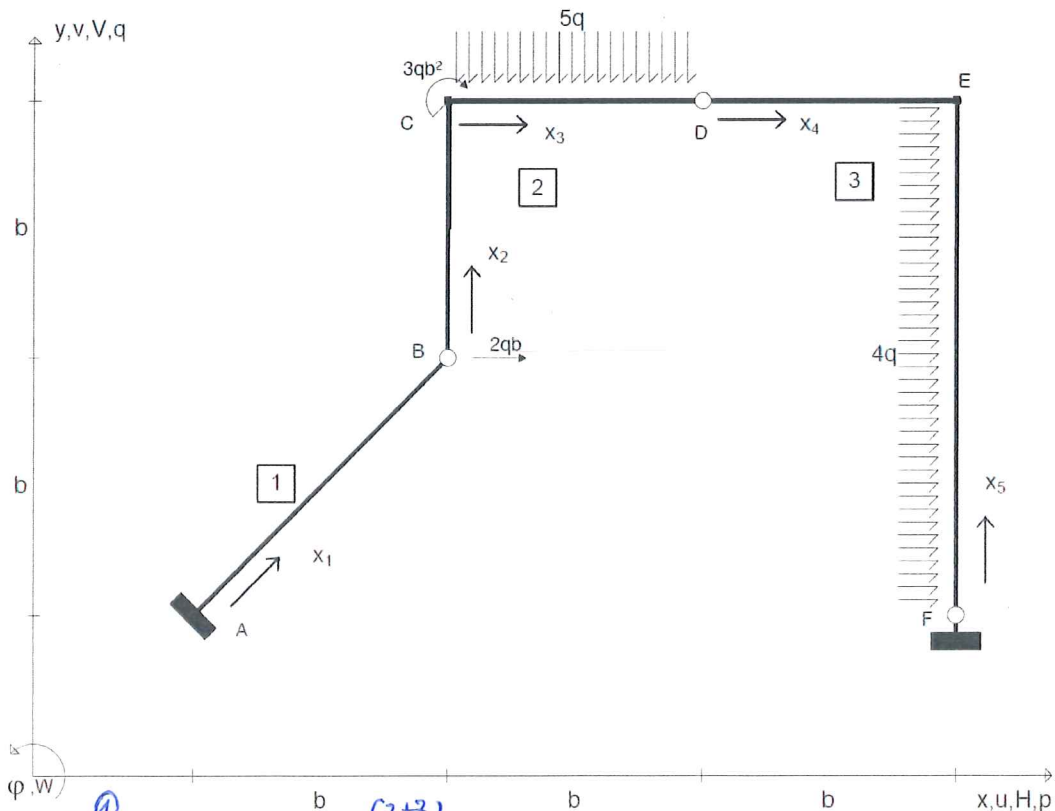
Allievo:.....e-mail:..... Matricola:.....

Esercizio n. 1 (17 punti)

Risolvere la struttura isostatica riportata in Figura calcolando le reazioni vincolari, le equazioni delle azioni interne e tracciando nello spazio predisposto nella pagina a fronte i corrispondenti grafici. Si rammenta che il diagramma del momento flettente va riportato dalla parte delle fibre tese.

Universita' di Cagliari

SdC_SdA 17.10.25*003



Eq. ausiliarie
① $M_{z(B)} = 0$ oppure $M_{z(B)}^{(2+3)} = 0$
② $M_{z(D)} = 0$ oppure $M_{z(D)}^{(3)} = 0$

Esercizio n. 2 (11 punti)

Per la struttura, indicata in Figura, determinare la reazione verticale V_A applicando il principio dei lavori virtuali (PLV). Si richiede di

1. Determinare le coordinate (riferite all'origine in A) del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 1 (asta ABC), C_1 , del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 2 (asta CD), C_2 , del centro di istantanea rotazione relativo fra i due corpi, C_{12} ;
2. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
3. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente verticale dello spostamento virtuale del punto B , v_B , e quella orizzontale dello spostamento virtuale del punto C , u_C .

Calcolare poi, riapplicando il PLV, il valore del momento flettente nel punto B , M_B .

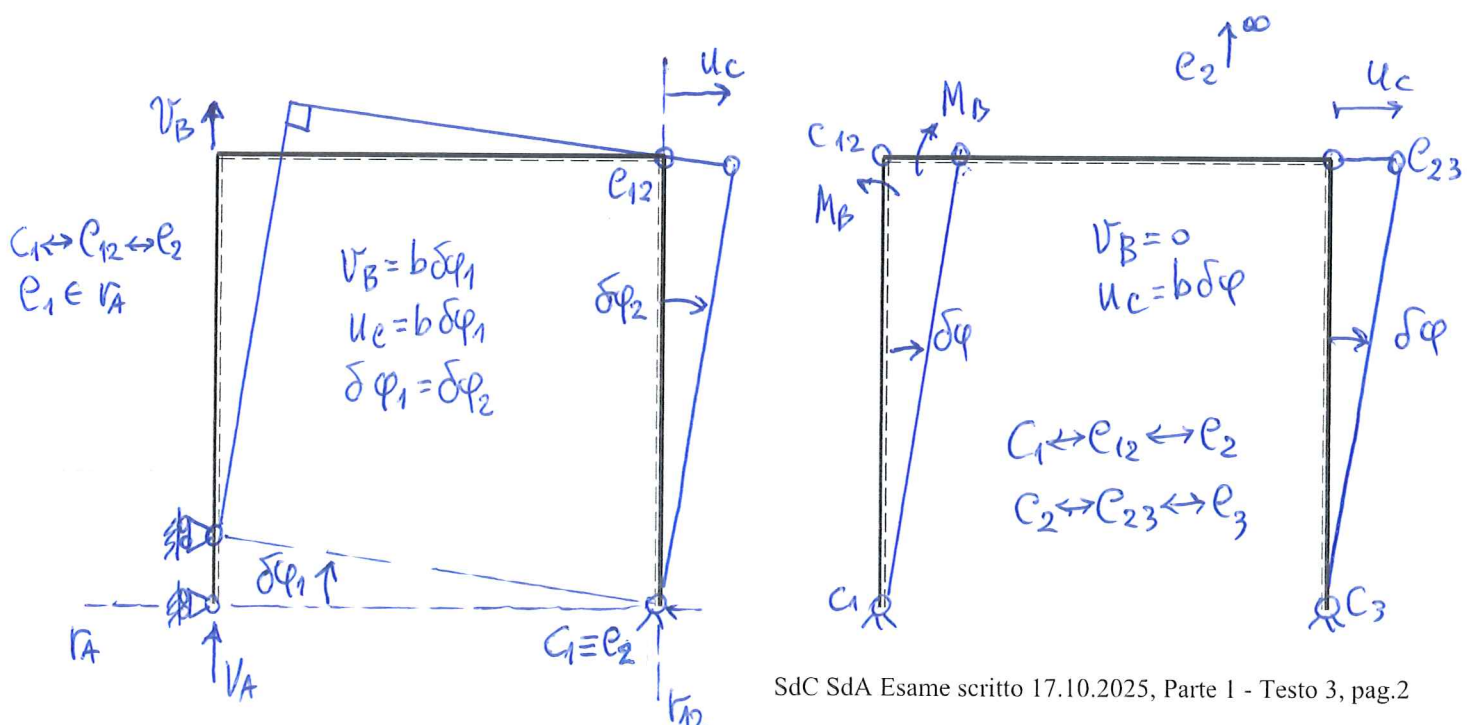
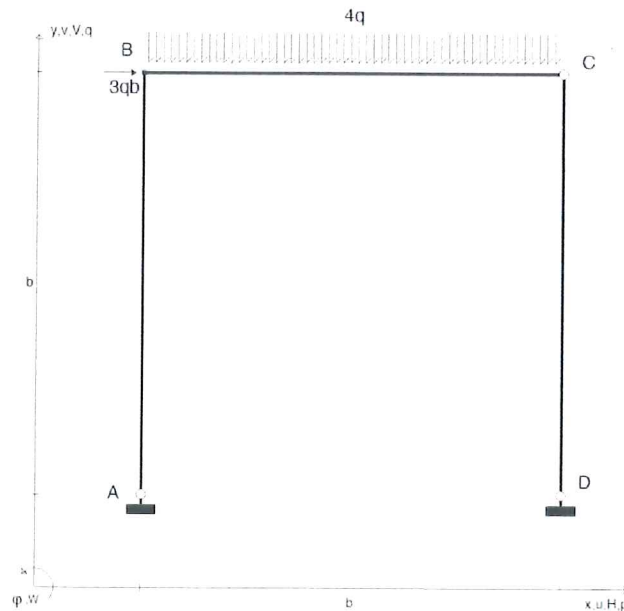
In questa situazione (nella quale la struttura è suddivisa nelle tre aste AB , BC , CD) si richiede di:

4. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
5. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente verticale dello spostamento virtuale del punto B , v_B , e quella orizzontale dello spostamento virtuale del point C , u_C .

Nota: Nel caso di punti impropri, si indichino le coordinate dei centri di rotazione in questa forma: (∞, m) , dove m è il coefficiente angolare della retta a cui appartiene il punto improprio.

Università di Cagliari

SdC_SdA 17.10.25*007



$$V_A(\hat{u}) = -qb; C_1 = (b, 0); C_2 = (b, 0); C_{12} = (b, b);$$

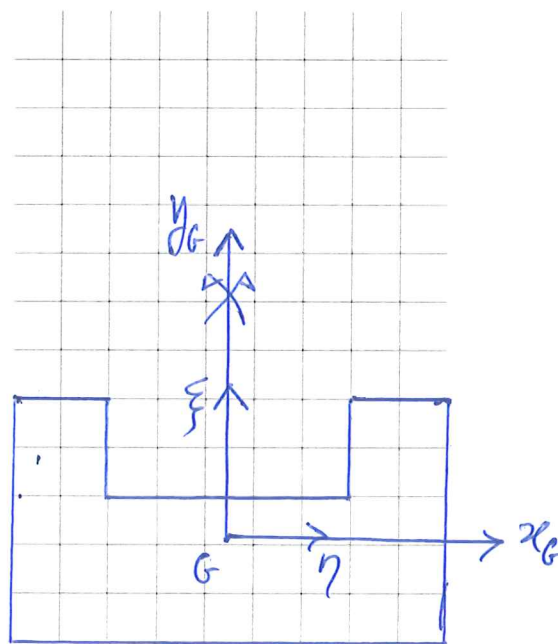
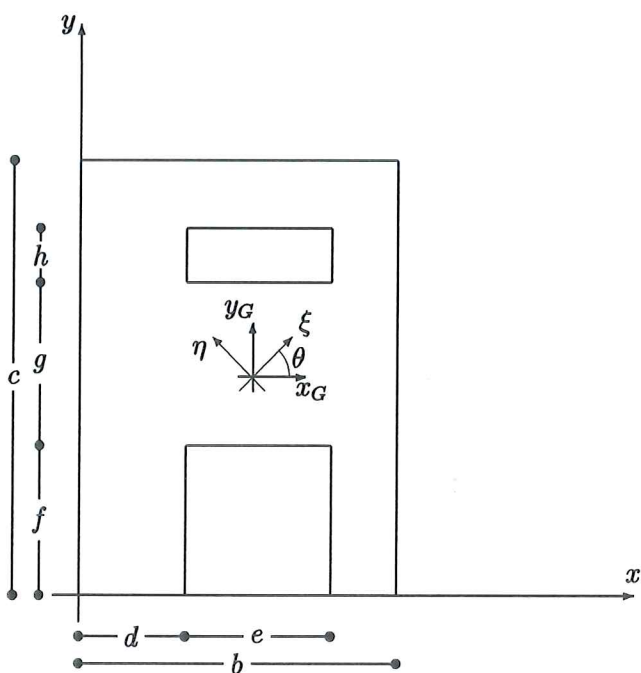
$$v_B = bsq_1; u_C = bsq_1;$$

$$M_B(\hat{u}, \hat{u}) = 3qb^2; v_B = 0; u_C = bsq_1;$$

Esercizio n. 3 (5 punti)

Per la lamina piana omogenea rappresentata in Figura (NB: *Si noti che il disegno non è in scala!*) nella quale le misure quotate sono le seguenti: $b = 9a$; $c = 5a$; $d = 2a$; $e = 5a$; $f = 0$; $g = 3a$; $h = 2a$ si richiede di:

- calcolare i momenti statici, S_x e S_y (rispetto agli assi x e y indicati);
- calcolare le coordinate del baricentro x_G e y_G rispetto ai medesimi assi;
- calcolare i momenti di inerzia J_{xG} e J_{yG} e il momento centrifugo J_{xGyG} rispetto agli assi baricentrici;
- calcolare i momenti centrali d'inerzia, $J_\xi = J_{\max}$ e $J_\eta = J_{\min}$ rispetto agli assi centrali d'inerzia, ξ , η ;
- calcolare la tangente trigonometrica, $\tan 2\theta$, del doppio dell'angolo θ formato dagli assi x_G e ξ .



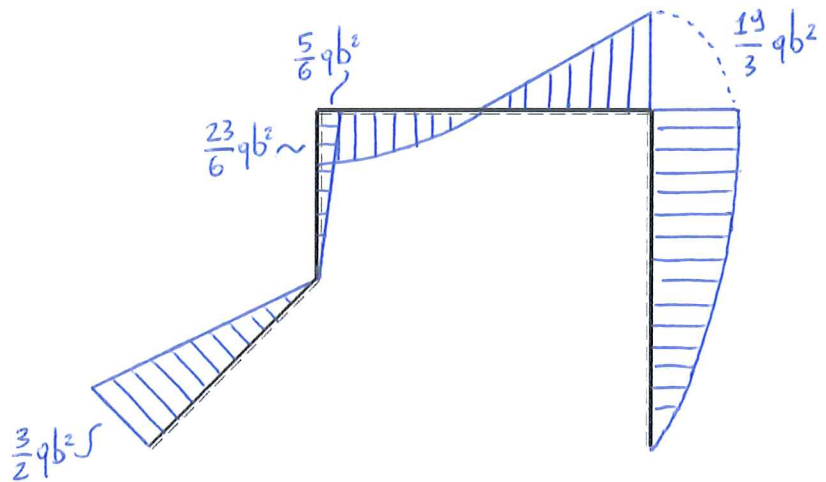
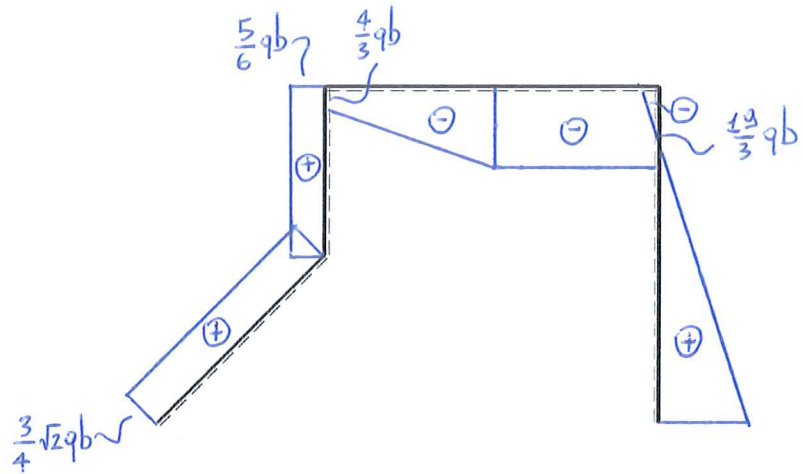
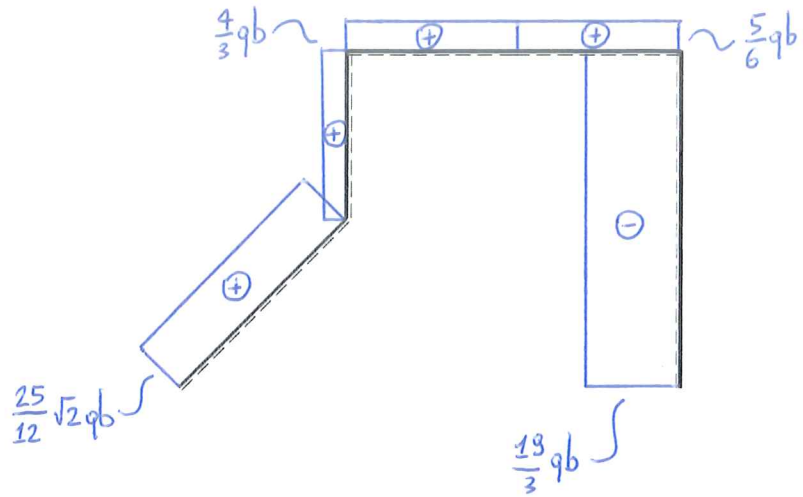
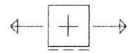
$$S_x = \frac{145}{2} a^3 = 72.5000 a^3; S_y = \frac{315}{2} a^3 = 157.5000 a^3;$$

$$x_G = \frac{9}{2} a = 4.5000 a; y_G = \frac{29}{14} a = 2.0714 a;$$

$$J_{xG} = \frac{5165}{84} a^4 = 61.4881 a^4; J_{yG} = \frac{3335}{42} a^4 = 79.3810 a^4;$$

$$J_{xGyG} = 0; \tan 2\theta = 0;$$

$$J_\xi = J_{\max} = \frac{3335}{12} a^4; J_\eta = J_{\min} = \frac{5165}{84} a^4;$$



$H_A (\Rightarrow) = -\frac{17}{6} qb$	$V_A (\uparrow) = -\frac{4}{3} qb$	$M_A (\curvearrowright) = \frac{3}{2} qb^2$	$H_F (\Rightarrow) = -\frac{43}{6} qb$	$V_F (\uparrow) = \frac{19}{3} qb$
$N_{AB} = \frac{25}{12} \sqrt{2} qb$	$T_{AB} = \frac{3}{4} \sqrt{2} qb$	$M_{AB} = -\frac{3}{2} qb^2 + \frac{3}{4} \sqrt{2} qb x_1$		
$N_{BC} = \frac{4}{3} qb$	$T_{BC} = \frac{5}{6} qb$	$M_{BC} = \frac{5}{6} qb x_2$		
$N_{CD} = \frac{5}{6} qb$	$T_{CD} = -\frac{4}{3} qb - 5q x_3$	$M_{CD} = \frac{23}{6} qb^2 - \frac{4}{3} qb x_3 - \frac{5}{2} q x_3^2$		
$N_{DE} = \frac{5}{6} qb$	$T_{DE} = -\frac{19}{3} qb$	$M_{DE} = -\frac{19}{3} qb x_4$		
$N_{FE} = -\frac{19}{3} qb$	$T_{FE} = \frac{43}{6} qb - 4q x_5$	$M_{FE} = -\frac{43}{6} qb x_5 + 2q x_5^2$		

CORSO DI STATICA E SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

A.A. 2024-2025

Esame scritto del 17.10.2025

Parte 1 - Testo 4

Nota: I risultati numerici vanno riportati a penna su questo stesso foglio, nei riquadri predisposti; i calcoli (in forma ordinata) vanno allegati sui solli fogli a quadretti che sono stati forniti. Esprimere i risultati in forma frazionaria o con almeno 3 cifre decimali.

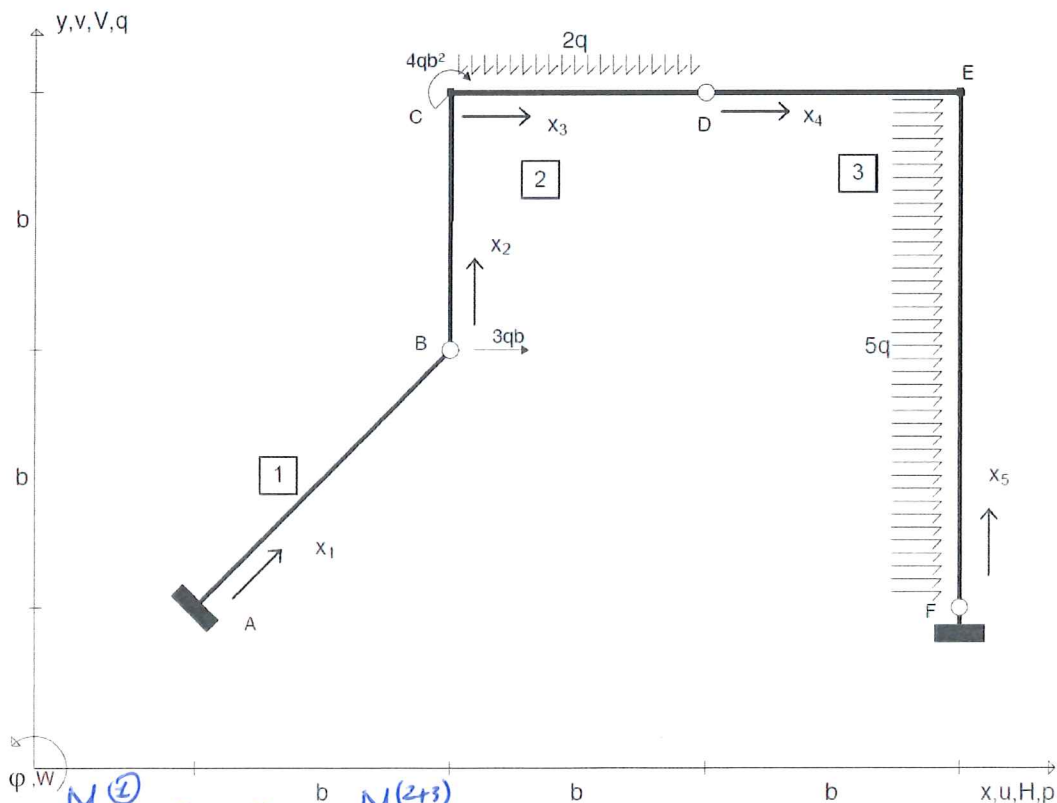
Allievo:.....e-mail:..... Matricola:.....

Esercizio n. 1 (17 punti)

Risolvere la struttura isostatica riportata in Figura calcolando le reazioni vincolari, le *equazioni* delle azioni interne e tracciando nello spazio predisposto nella pagina a fronte i corrispondenti grafici. Si rammenta che il diagramma del momento flettente va riportato dalla parte delle fibre tese.

Universita' di Cagliari

SdC_SdA 17.10.25*004



Eq ausiliarie

$$M_{z(B)}^{(2)} = 0 \text{ oppure } M_{z(C)}^{(2+3)} = 0$$

$$M_{z(D)}^{(4+2)} = 0 \text{ oppure } M_{z(D)}^{(3)} = 0$$

Esercizio n. 2 (11 punti)

Per la struttura, indicata in Figura, determinare la reazione verticale V_A applicando il principio dei lavori virtuali (PLV). Si richiede di

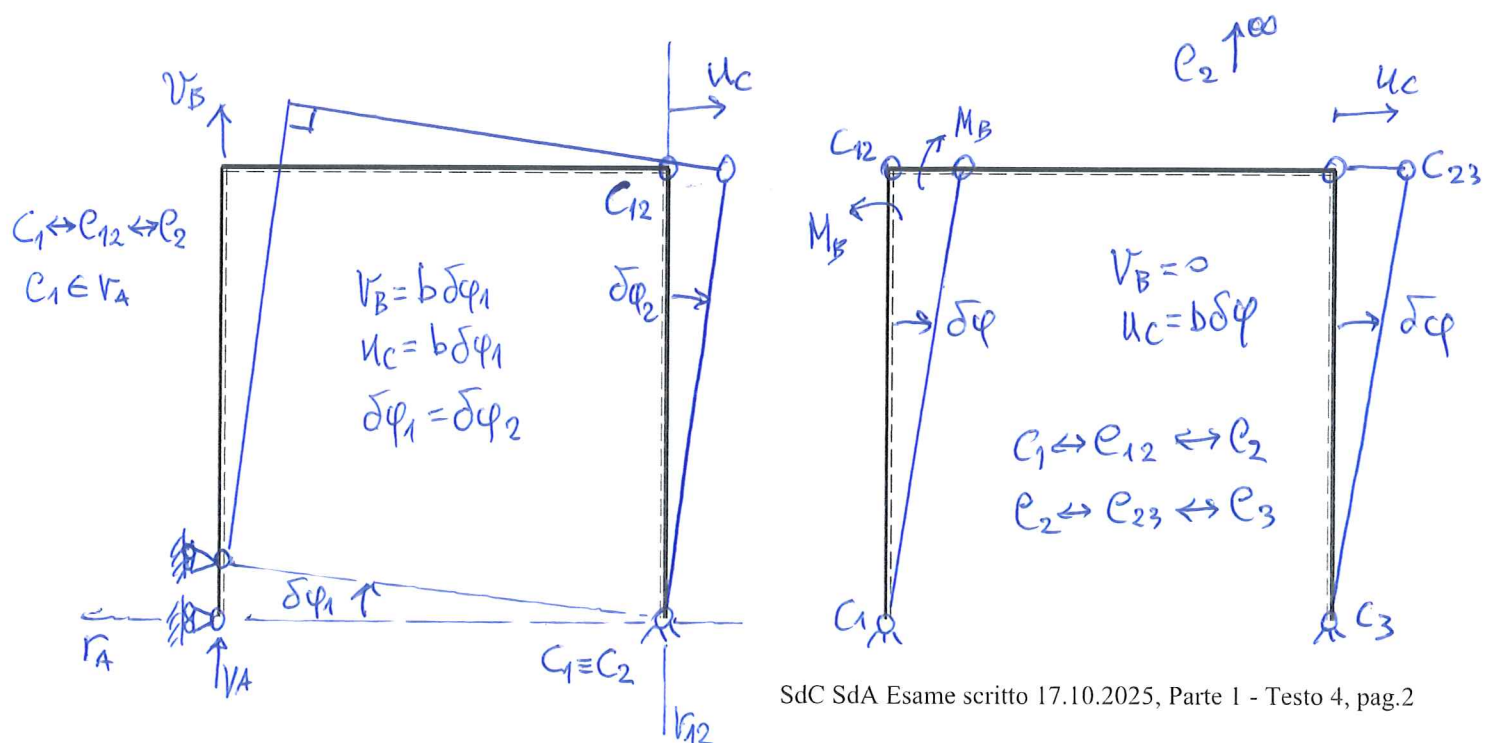
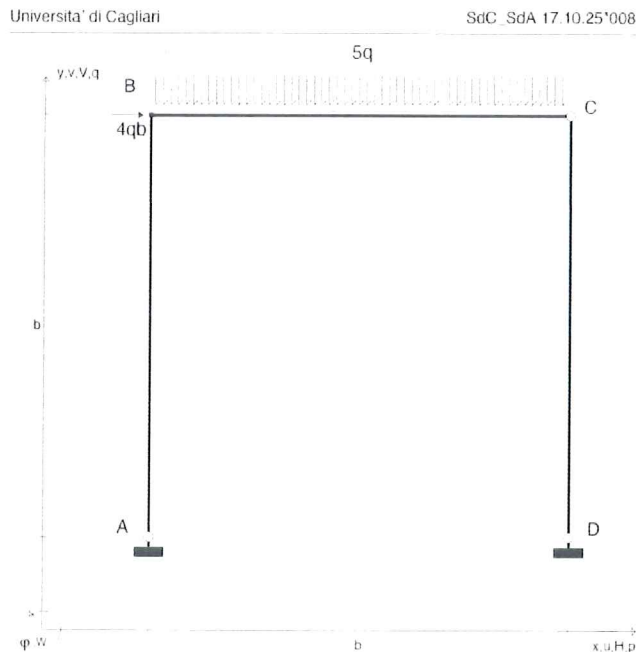
1. Determinare le coordinate (riferite all'origine in A) del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 1 (asta ABC), C_1 , del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 2 (asta CD), C_2 , del centro di istantanea rotazione relativo fra i due corpi, C_{12} ;
2. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
3. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente verticale dello spostamento virtuale del punto B , v_B , e quella orizzontale dello spostamento virtuale del punto C , u_C .

Calcolare poi, riapplicando il PLV, il valore del momento flettente nel punto B , M_B .

In questa situazione (nella quale la struttura è suddivisa nelle tre aste AB , BC , CD) si richiede di:

4. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
5. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente verticale dello spostamento virtuale del punto B , v_B , e quella orizzontale dello spostamento virtuale del punto C , u_C .

Nota: Nel caso di punti impropri, si indichino le coordinate dei centri di rotazione in questa forma: (∞, m) , dove m è il coefficiente angolare della retta a cui appartiene il punto improprio.



$$V_A(\hat{u}) = -\frac{3}{2}qb; C_1 = (b, 0); C_2 = (b, 0); C_{12} = (b, b);$$

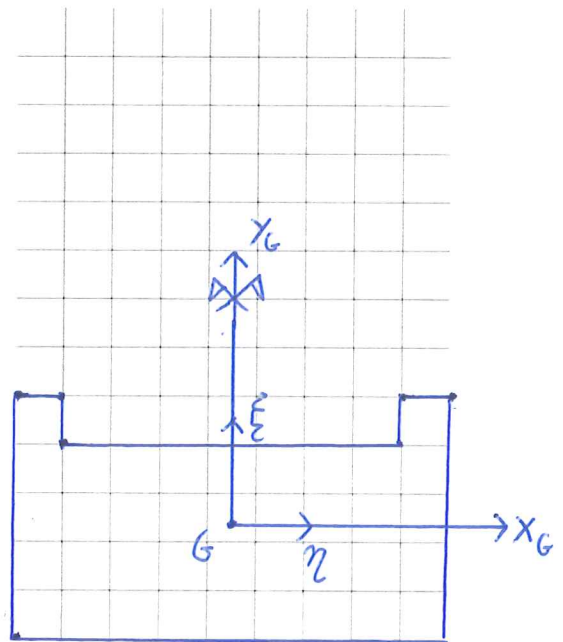
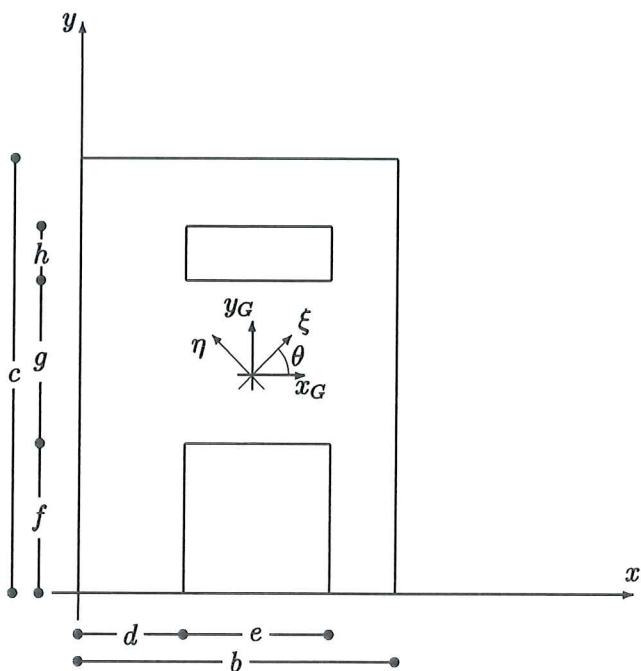
$$v_B = b\varphi_1; u_C = b\varphi_1;$$

$$M_B(\hat{u}, \hat{u}) = 4qb^2; v_B = 0; u_C = b\varphi_1;$$

Esercizio n. 3 (5 punti)

Per la lamina piana omogenea rappresentata in Figura (NB: *Si noti che il disegno non è in scala!*) nella quale le misure quotate sono le seguenti: $b = 9a$; $c = 5a$; $d = a$; $e = 7a$; $f = 0$; $g = 4a$; $h = a$ si richiede di:

- calcolare i momenti statici, S_x e S_y (rispetto agli assi x e y indicati);
- calcolare le coordinate del baricentro x_G e y_G rispetto ai medesimi assi;
- calcolare i momenti di inerzia J_{xG} e J_{yG} e il momento centrifugo J_{xGyG} rispetto agli assi baricentrici;
- calcolare i momenti centrali d'inerzia, $J_\xi = J_{\max}$ e $J_\eta = J_{\min}$ rispetto agli assi centrali d'inerzia, ξ , η ;
- calcolare la tangente trigonometrica, $\tan 2\theta$, del doppio dell'angolo θ formato dagli assi x_G e ξ .



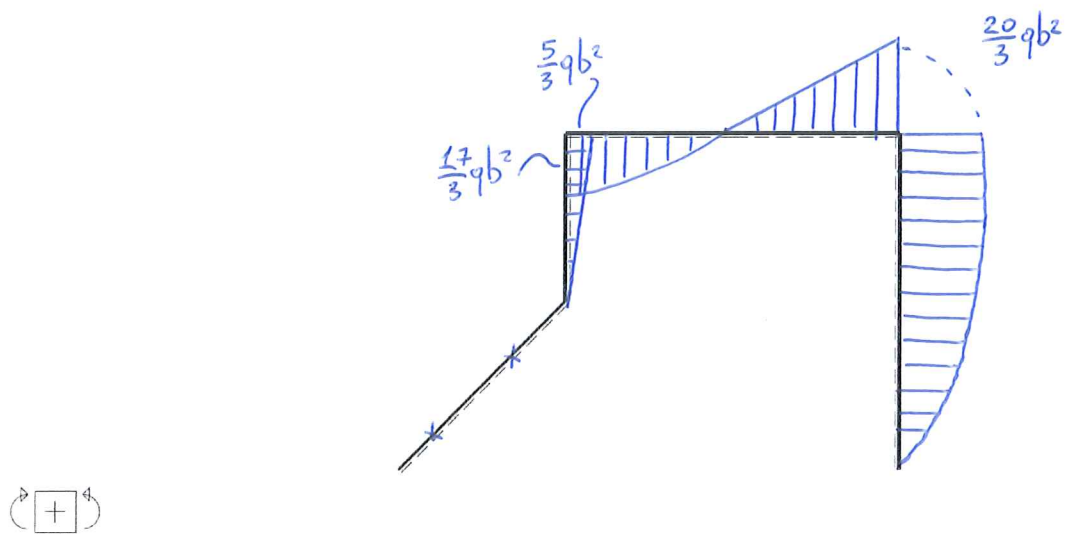
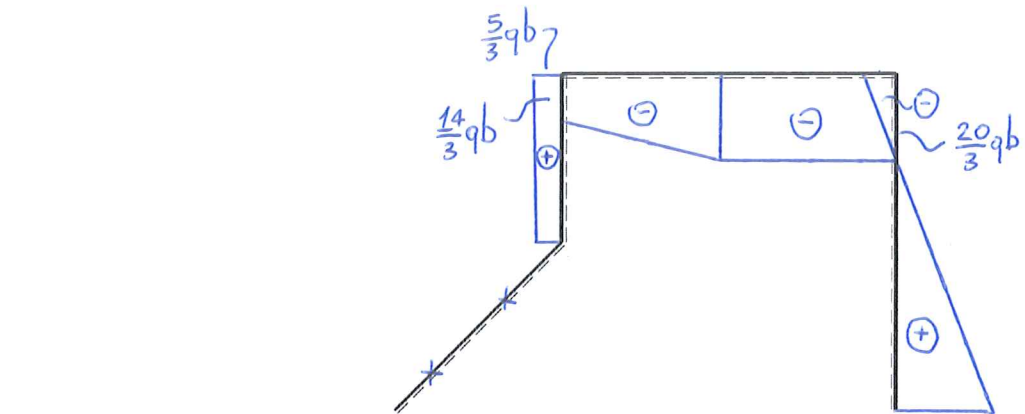
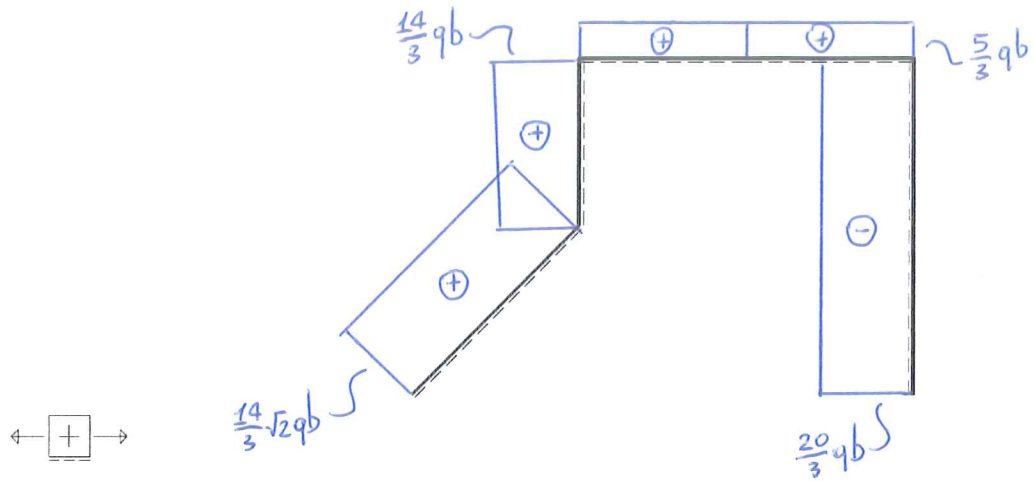
$$S_x = 81 a^3; S_y = 171 a^3;$$

$$x_G = \frac{9}{2} a = 4.5000 a; y_G = \frac{81}{38} a = 2.1316 a;$$

$$J_{xG} = \frac{6841}{114} a^4 = 60.0088 a^4; J_{yG} = \frac{1651}{6} a^4 = 275.1667 a^4;$$

$$J_{xGyG} = 0; \tan 2\theta = 0;$$

$$J_\xi = J_{\max} = \frac{1651}{6} a^4; J_\eta = J_{\min} = \frac{6841}{114} a^4;$$



$$\begin{aligned}
 H_A (\Rightarrow) &= -\frac{14}{3}qb; & V_A (\uparrow) &= -\frac{14}{3}qb; & M_A (\curvearrowright) &= 0; & H_F (\Rightarrow) &= -\frac{25}{3}qb; & V_F (\uparrow) &= \frac{20}{3}qb; \\
 N_{AB} &= \frac{14}{3}\sqrt{2}qb; & T_{AB} &= 0; & M_{AB} &= 0; \\
 N_{BC} &= \frac{14}{3}qb; & T_{BC} &= \frac{5}{3}qb; & M_{BC} &= \frac{5}{3}qb x_2; \\
 N_{CD} &= \frac{5}{3}qb; & T_{CD} &= -\frac{14}{3}qb - 2qx_3; & M_{CD} &= \frac{17}{3}qb^2 - \frac{14}{3}qb x_3 - qx_3^2; \\
 N_{DE} &= \frac{5}{3}qb; & T_{DE} &= -\frac{20}{3}qb; & M_{DE} &= -\frac{20}{3}qb x_4; \\
 N_{FE} &= -\frac{20}{3}qb; & T_{FE} &= \frac{25}{3}qb - 5qx_5; & M_{FE} &= -\frac{25}{3}qb x_5^2 + \frac{5}{2}qx_5^2;
 \end{aligned}$$