

Ingegneria dell'Energia
a.a. 2023/2024



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Scienza delle Costruzioni

Lorenzo Sanavia

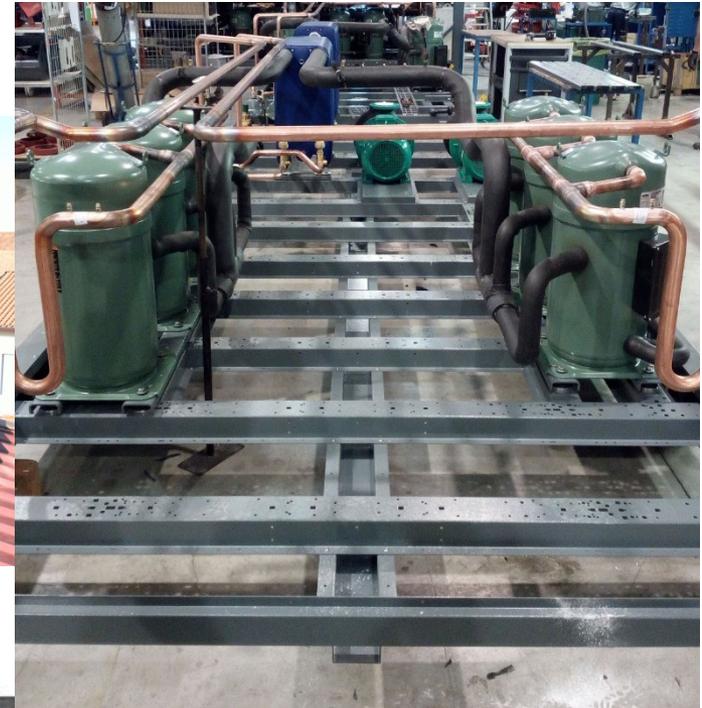
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale – ICEA

- Approccio
- Organizzazione del corso
- Desiderata

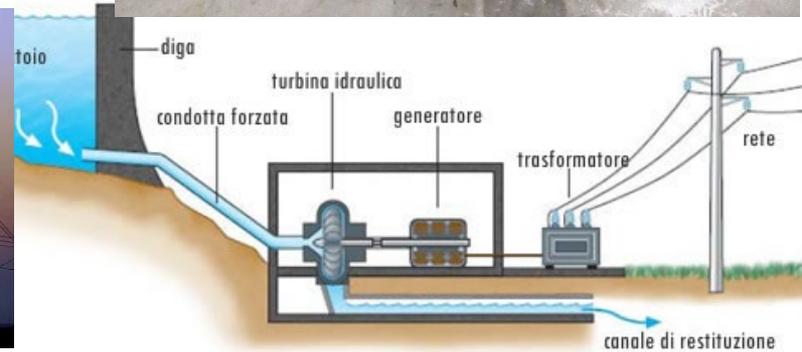


Obiettivo: progettare, verificare, collaudare strutture per l'ingegneria dell'energia

- Impianti fotovoltaici e solari



- Impianti per la produzione di energia elettrica



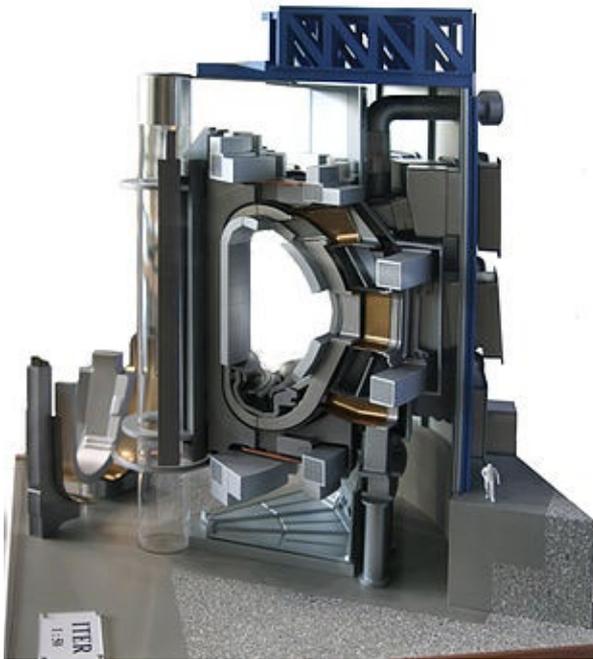
Obiettivo: progettare, verificare, collaudare strutture



Obiettivo: progettare, verificare, collaudare strutture per l'ingegneria dell'energia

- Progetto ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor)

<https://it.wikipedia.org/wiki/ITER>



Cadarache, Francia

Approccio

- Ragionamento generale, critico, basato su modelli fisico-matematici sviluppati con continuità durante il corso durante il corso.
- Aggiornamento continuo: foto e video (web, personali, eventi che accadono, ...):

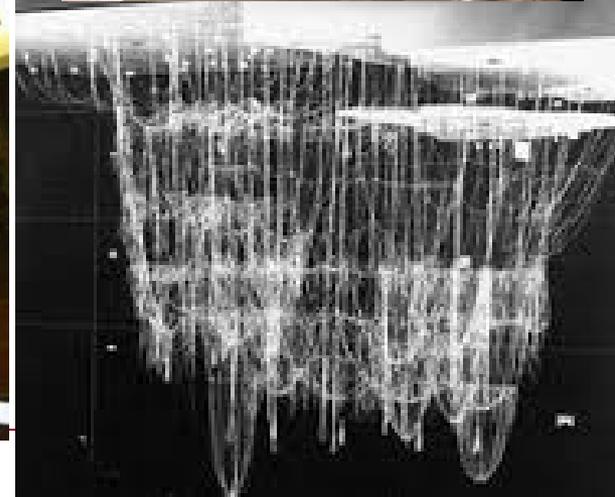
Note: per l'aa 2023-24 devo andare più veloce, non ho fatto bene il Taglio e Eulero, spiegare collasso Torri gemelle

arco a 3 cerniere: costruzione per ponte

https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7211389781820264448?utm_source=share&utm_medium=member_desktop



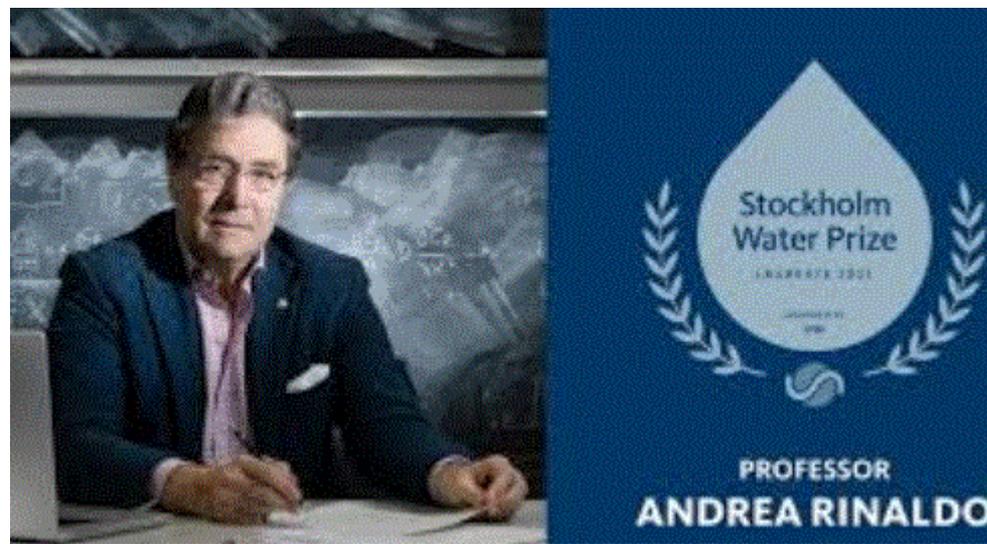
Sagrada Familia (Barcellona) – A. Gaudì





Sagrada Familia (Barcellona) – A. Gaudì





- Per ogni grado in più di temperatura dell'aria, l'atmosfera mediamente aumenta del 6-7% il suo contenuto di vapore acqueo.
- Quando quell'atmosfera incontra fronti freddi si generano precipitazioni sempre più intense: bombe d'acqua, alluvioni diffuse.
- La massa atmosferica è di circa $5,15 \times 10^{18}$ kg, tre quarti della quale è contenuta all'interno dei primi 11 km di altitudine.
- Aumento del 5% per ogni grado di T in più $\rightarrow 1 \times 10^{16}$ kg = 1×10^{13} ton = 1×10^4 miliardi di ton (a p e T costanti con l'altezza)



IN09107428 - SCIENZA DELLE COSTRUZIONI 2022-2023

Home > Corsi > DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE - DII > A.A. 2022 - 2023 > Corsi di laurea / Bachelor's degrees > IN0515 - INGEGNERIA DELL'ENERGIA > **2022-IN0515-000ZZ-2021-IN09107428-NO-IN0515**

IN09107428 - SCIENZA DELLE COSTRUZIONI 2022-2023 - PROF. LORENZO SANAVIA



Annunci



Pagina dell'offerta Formativa



Appelli d'esame



Programma_Insegnamento_&_Info_varie



download_materiale_corso



Dimostrazioni del corso

Costituiscono possibili quesiti della parte orale dell'esame



Argomenti facoltativi

Trattasi di argomenti spiegati a lezione, facoltativi ai fini della prova d'esame.



Formulario prova scritta

Formulario che può essere utilizzato durante lo svolgimento della prova scritta dell'esame. Verrà consegnato stampato in formato A4 all'inizio della prova scritta.



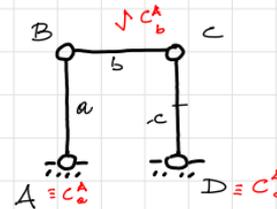
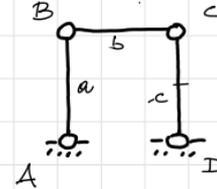
Questionario intermedio sull'organizzazione e l'efficacia della didattica

Apertura: domenica, 23 aprile 2023, 00:49

Chiusura: lunedì, 8 maggio 2023, 16:48

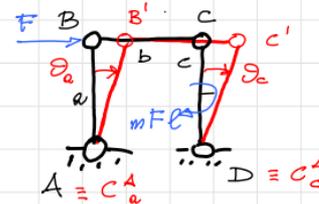
- Schema_lezioni_tablet_aa2021-2022
- le_02_baseSDC_01marzo2022.pdf
- le_03_baseSDC_04marzo2022.pdf
- le_04_baseSDC_07marzo2022.pdf
- le_05_baseSDC_08marzo2022.pdf
- le_06_baseSDC_11marzo2022.pdf
- le_07_baseSDC_14marzo2022.pdf
- le_08_baseSDC_15marzo2022.pdf
- le_09_baseSDC_18marzo2022.pdf
- le_10_baseSDC_21marzo2022.pdf
- le_11_baseSDC_22marzo2022.pdf
- le_12_baseSDC_25marzo2022.pdf
- le_13_baseSDC_28marzo2022.pdf
- le_14_baseSDC_29marzo2022(2).pdf
- le_15_baseSDC_01aprile2022.pdf
- le_16_baseSDC_04aprile2022.pdf
- le_17_baseSDC_05aprile2022.pdf
- le_18_baseSDC_08aprile2022.pdf
- le_19_baseSDC_11aprile2022.pdf
- le_20_baseSDC_12aprile2022.pdf
- le_21_baseSDC_22aprile2022.pdf
- le_22_baseSDC_26aprile2022.pdf
- le_23_baseSDC_29aprile2022.pdf
- le_24_baseSDC_02maggio2022.pdf
- le_25_baseSDC_03maggio2022.pdf
- le_26_baseSDC_06maggio2022.pdf
- le_27_baseSDC_09maggio2022.pdf
- le_28_baseSDC_10maggio2022.pdf

a) classificazione statica e cinematica $b=?$ $i=?$



Configurazione spostata

E s.v. labile $\Leftrightarrow \int L^e = 0 \quad \forall \delta S \neq 0$ assegnabile al s.v.
 L_v lavoro virtuale di F e di $mF\ell$



$$\int L^e =$$

**Appunti di Scienza delle Costruzioni
 per gli allievi di ingegneria
 dell'energia**

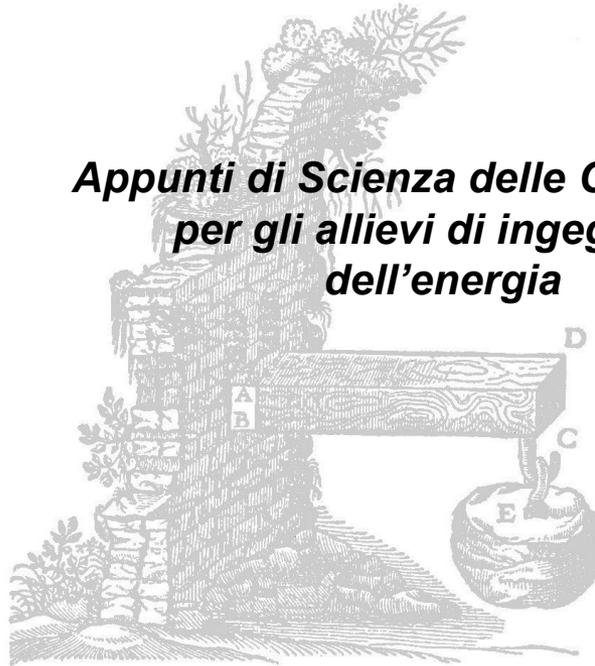


Fig. 17

suspended at the same point exert its full moment of two pounds; but, as you know, this solid is uniformly distributed through-

Second Day consists in a failure to see that, in such a beam, there must be equilibrium between the forces of tension and compression over any cross-section. The correct point of view seems first to have been found by E. Mariotte in 1680 and by A. Parent in 1713. Fortunately this error does not vitiate the conclusions of the subsequent propositions which deal with the strength of beams.

a cura di L. Sanavia

Following K. Pearson (*Todhunter's History of Elasticity*) one might say that Galileo's mistake lay in supposing the fibres of the strained beam to be inextensible. Or, confessing the anachronism, one might say that the error consisted in taking the lowest fibre of the beam as the neutral axis.

[Trans.]



Parametri di sollecitazione / Azioni interne nelle travi (rigide)

cap. 4 - Le travi rigide (L)
cap. 6 (HS)

$F^e \rightarrow R^v, S$

Forze e momenti che si generano in una generica sezione all'interno del corpo vincolato a causa dei carichi applicati (caratteristiche di sollecitazione)

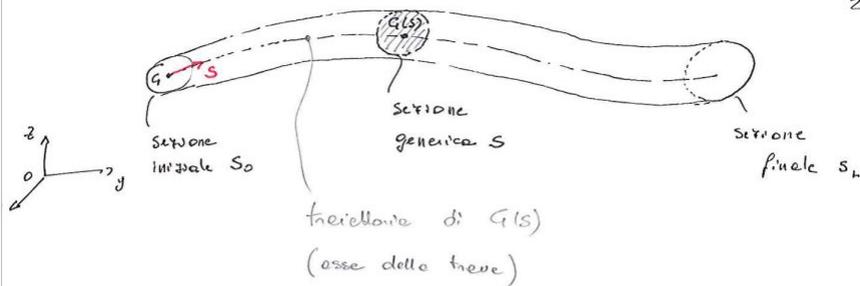
definiti facendo riferimento alla struttura TRAVE

= solido generato da una figura piana S (sezione, sezione retta, sezione ortogonale, sez. trasversale)

che si muove nello spazio R^3 mantenendosi sempre \perp alla traiettoria descritta dal suo baricentro G.

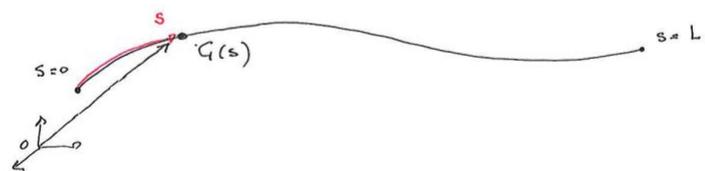
La curva $G(s)$ è detta asse della trave (o asse geometrico).

Se le dimensioni lineari della sezione trasversale sono piccole rispetto allo sviluppo dell'asse geometrico e ai suoi raggi di curvatura, è possibile ricondurre lo studio della trave a un problema 1D facendo riferimento al suo asse geometrico.



In genere, la sezione S durante il suo moto lungo s può venire in forma e dimensioni, ma con variazioni modeste (cioè tali variazioni devono avvenire con continuità)

invece al carattere 1D della trave, l'analisi del comportamento meccanico viene svolta facendo particolare riferimento al suo asse geometrico, (modello di struttura 1D - vedi 1a lezione), ovvero:



si pensa la trave come ad una curva $s \rightarrow [G(s) - 0]$ in R^3

Prima di ricavare i S, definiamo una particolare parametrizzazione per l'asse geometrico che ci servirà come sistema di riferimento locale in G(s).



Didattica integrativa (facoltativa, 20 ore):

DIDATTICA INTEGRATIVA

 Esercizi svolti durante la didattica integrativa

 SDC-did-integr_1_06giugno2022-isostatiche

 SDC-did-integr_2_07giugno2022-iper-cinem

 SDC-did-integr_3_10giugno2022-DSV

 Progetto pensilina fotovoltaica

 Progetto pensilina fotovoltaica 

a) 10 ore, 5 laboratori:
durante il corso

b) 8 ore, risoluzione di temi d'esame:
fine corso

c) Progettazione di una pensilina fotovoltaica,
2 ore, fine corso

✓ Lezione 3: cinematica finita e infinitesima del corpo rigido e classificazione dei vincoli, 28 febbraio 2024

 le_3_baseSDC_28febbraio2024 

 le_3_SDC_28febbraio2024 

 le_3_anno2021 

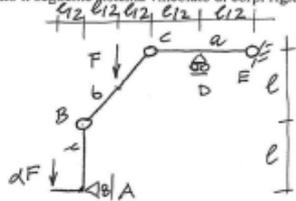
 le_3_videoregistrata_anno2021



Valutazione scritto:
SCIENZA DELLE COSTRUZIONI ING. dell'Energia - 26/08/2019 Tema A

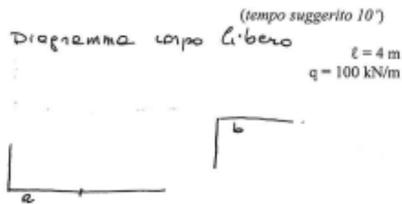
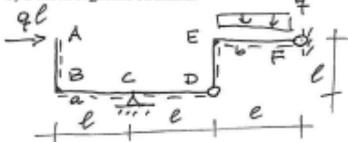
COGNOME NOME MATRICOLA

1) Dato il seguente sistema vincolato di corpi rigidi, nell'ipotesi di piccoli α :



- determinare il centro assoluto di rotazione di ciascun corpo del sistema dato e disegnare la configurazione spostata
- calcolare il grado di labilità $\ell = \dots$
- calcolare il grado di vincolo sovrabbondante $i = \ell + V - L = \dots$
- equilibrare la struttura caricata, calcolando il valore di $\alpha = \dots$

2) Data la seguente struttura:



2a) calcolare il grado di labilità e di iperstaticità:

$\ell = \dots$ $i = \ell + V - L = \dots$

spiegando il risultato della classificazione cinematica:

2b) calcolare le reazioni vincolari, riportando i valori ottenuti nel diagramma del corpo libero

2c) tracciare i diagrammi dei parametri di sollecitazione M, T ed N, calcolando i valori massimi e minimi

(si disegnino i grafici nello spazio a disposizione)

2d) verificare l'equilibrio globale della struttura

2e) dimensionare a flessione la trave AB calcolando la base b della sua sezione trasversale rettangolare (di altezza pari

a 2b) applicando il modello di de S. Venant e assumendo una $\sigma_{amm} = 1,6 \text{ kN/cm}^2$.

$b = \dots$

(tempo suggerito 30')

(M)

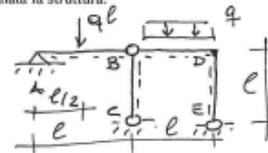


(N)



(T)

3) Assegnata la struttura:



$R_y = \text{cost.}$
 $q = 100 \text{ kN/m}$

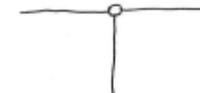
$\ell = 4 \text{ m}$

- calcolare il grado di labilità $\ell = \dots$
- e di iperstaticità $i = \ell + V - L = \dots$
- tracciare i diagrammi dei parametri di sollecitazione: M e T (disegnare i grafici nello spazio a disposizione)

(tempo suggerito 20')



(M)



(T)

SCIENZA DELLE COSTRUZIONI ING. dell'Energia - 26/08/2019 Tema A

Valutazione scritta:

COGNOME NOME MATRICOLA

1) Dato il seguente sistema vincolato di corpi rigidi, nell'ipotesi di piccoli u:

1a) determinare il centro assoluto di rotazione di ciascun corpo del sistema dato e disegnare la configurazione spostata

1b) calcolare il grado di labilità $\ell = \dots$

1c) calcolare il grado di vincolo sovrabbondante $i = \ell + V - L = \dots$

1d) equilibrare la struttura caricata, calcolando il valore di $\alpha = \dots$

asta (a) fissa e si comporta come una cerniera esterna con $C \equiv C_{A_b}$; relazione cinematica $\theta_b = -\theta_c \approx \theta = 1$

PLV: $dF \frac{F_c}{2} \theta_c - F \frac{F_b}{2} \theta_b = 0 \Rightarrow \theta_c = \theta_b = \theta$

2) Data la seguente struttura:

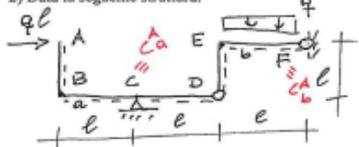
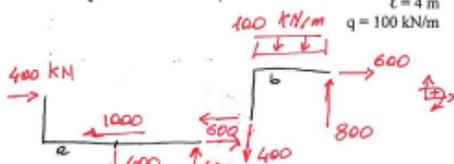


Diagramma corpo libero $\ell = 4 \text{ m}$
 $q = 100 \text{ kN/m}$



2a) calcolare il grado di labilità e di iperstaticità:

$\ell = 0$ $i = \ell + V - L = 0 + 3 - 3 = 0$

spiegando il risultato della classificazione cinematica: *la struttura è fissa per il 1° teo catene cinematiche (appena, ad es., il s.v. è un arco a 3 cerniere che fissa)*

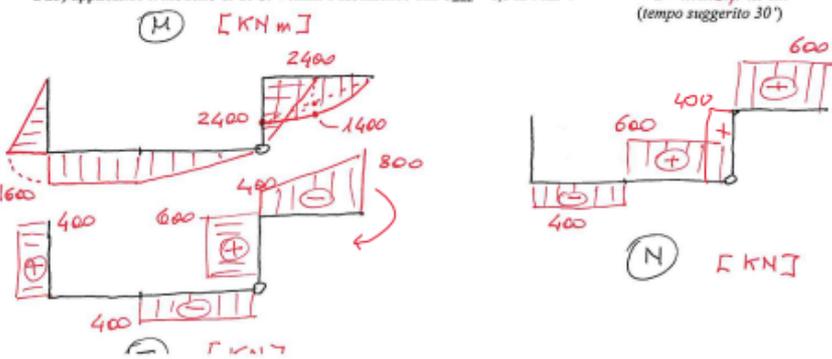
2b) calcolare le reazioni vincolari, riportando i valori ottenuti nel diagramma del corpo libero

2c) tracciare i diagrammi dei parametri di sollecitazione M, T ed N, calcolando i valori massimi e minimi (si disegnino i grafici nello spazio a disposizione)

2d) verificare l'equilibrio globale della struttura

2e) dimensionare a flessione la trave AB calcolando la base b della sua sezione trasversale rettangolare (di altezza pari a $2b$) applicando il modello di S. Venant e assumendo una $\sigma_{amm} = 1,6 \text{ kN/cm}^2$.

$b = \dots 53,13 \text{ cm}$
 (tempo suggerito 30')



$\sum M_c = 0 \quad 400 \cdot 4 - V_D \cdot 4 = 0 \Rightarrow V_D = 400 \text{ kN}$

$\sum F_V = 0 \quad -V_c + 400 = 0 \Rightarrow V_c = 400 \text{ kN}$

$\sum M_D = 0 = 100 \cdot 2 - 800 \cdot 4 + H_F \cdot 4 \Rightarrow H_F = 600 \text{ kN}$

$\sum F_H = 0 = -H_D + 600 \Rightarrow H_D = 600 \text{ kN}$

$\sum F_H \text{ corpo (a)} = 400 + 600 - H_c = 0 \Rightarrow H_c = 1000 \text{ kN}$

$\sum F_H = 400 + 600 - 1000 = 0 \quad \checkmark$

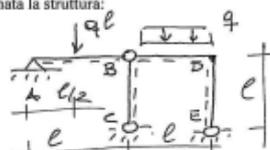
$\sum F_V = -400 - 400 + 800 = 0 \quad \checkmark$

$\sum M_c = 400 \cdot 2 + 1000 \cdot 2 + 400 \cdot 4 + 100 \cdot 4 \cdot 10 - 800 \cdot 14 + 600 \cdot 2 = 0 \quad \checkmark$

2c) $\delta_{amm} = \frac{M_{max}}{\frac{1}{12} b(2b)^3} \cdot b \Rightarrow b = \sqrt[3]{\frac{3}{2} \frac{M}{\sigma_{amm}}} = \sqrt[3]{\frac{3}{2} \frac{160000 \text{ kNcm}}{1,6 \text{ kN/cm}^2}} = 53,13 \text{ cm}$

$\frac{1}{8} q l^2 = 200 \text{ kNm}$

3) Assegnata la struttura:



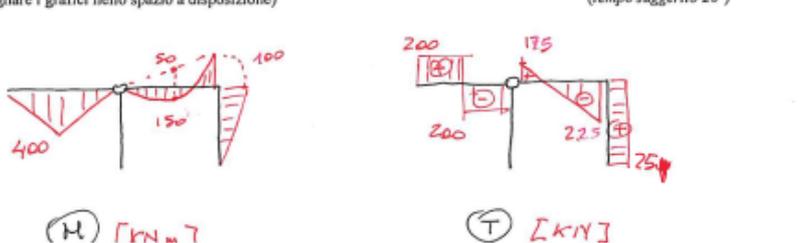
$R_y = \text{cost.}$
 $q = 100 \text{ kN/m}$
 $\ell = 4 \text{ m}$

a) calcolare il grado di labilità $\ell = 0$

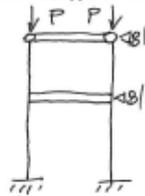
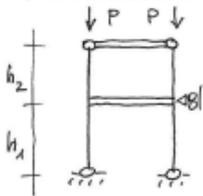
b) e di iperstaticità $i = \ell + V - L = 0 + (2 + 4 + 2 + 2) - 3 \cdot 3 = 1$ } IPER

c) tracciare i diagrammi dei parametri di sollecitazione: M e T (disegnare i grafici nello spazio a disposizione)

(tempo suggerito 20')



4) Determinare il massimo carico P_{cr} euleriano che può essere applicato alle seguenti strutture in acciaio,

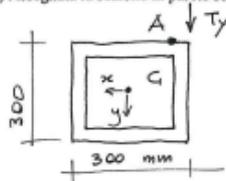


$I_x = I_y = 16279 \text{ cm}^4$
 $E = 2.1 \cdot 10^4 \text{ kN/cm}^2$
 $h_1 = 4 \text{ m}$
 $h_2 = 3 \text{ m}$
 (tempo suggerito 10')

Caso A:

Caso B:

5) Assegnata la sezione in parete sottile (di spessore costante = 10 mm):

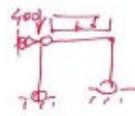
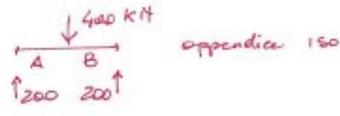


$N = -100 \text{ kN}$
 $T_y = 100 \text{ kN}$
 $M_x = 100 \text{ kNm}$
 $\sigma_{max} = 16 \text{ kN/cm}^2$
 $I_x = 16279 \text{ cm}^4$
 Area = cm^2

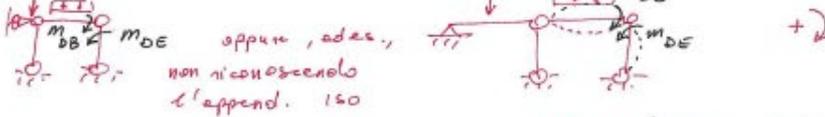
- determinare la distribuzione delle componenti di tensione nella sezione, calcolando i valori massimi e minimi utilizzando il modello di de S. Venant

- verificare la sezione nel punto A utilizzando il criterio di von Mises ($\sigma_{Mises} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$)

(tempo suggerito 30')

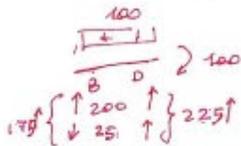


SISTEMA PRINCIPALE

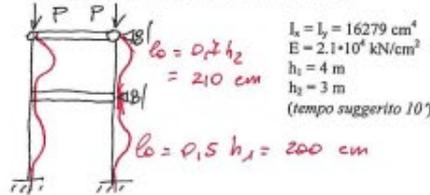
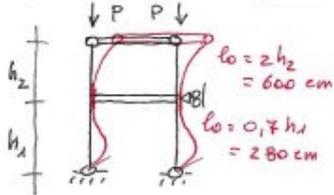


Eq. congruenza $\theta_{DB}^D = \theta_{DE}^D$ | Eq. rotazione nodo D

$$-\frac{qL^2}{8 \cdot 2R} + \frac{m_{DB}}{2R} = -\frac{m_{DE}}{3R} \quad \left| \begin{array}{l} m_{DB} - m_{DE} = 0 \\ m_{DB} = \frac{qL^2}{2} = 200 \text{ kNm} \end{array} \right.$$



4) Determinare il massimo carico P_{ul} euleriano che può essere applicato alle seguenti strutture in acciaio.

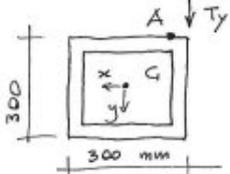


$I_x = I_y = 16279 \text{ cm}^4$
 $E = 2.1 \cdot 10^4 \text{ kN/cm}^2$
 $h_1 = 4 \text{ m}$
 $h_2 = 3 \text{ m}$
 (tempo suggerito 10')

Caso A: $P_{ul}^E = \frac{\pi^2 EI}{600^2} = 9372 \text{ kN}$

Caso B: $P_{ul}^E = \frac{\pi^2 EI}{210^2} = 76508 \text{ kN}$

5) Assegnata la sezione in parete sottile (di spessore costante = 10 mm):



$N = -100 \text{ kN}$
 $T_y = 100 \text{ kN}$
 $M_x = 100 \text{ kNm}$
 $\sigma_{amm} = 16 \text{ kN/cm}^2$
 $I_x = 16279 \text{ cm}^4$
 Area = 116 cm²

- determinare la distribuzione delle componenti di tensione nella sezione, calcolando i valori massimi e minimi utilizzando il modello di St. Venant

- verificare la sezione nel punto A utilizzando il criterio di von Mises ($\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$)

(tempo suggerito 30')

$$A_{MO} = (20 \times 30) - 28 \times 28 = 116 \text{ cm}^2$$

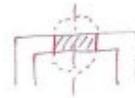
$$M_z) \quad \bar{\sigma}_z = \frac{N_z}{A} = \frac{-100}{116} = -0,86 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_y) \quad \bar{\sigma}_z = \frac{M_y}{I_y} y; \quad \bar{\sigma}_z^{max} = \frac{100 \text{ kNm}}{16279 \text{ cm}^4} \cdot 25 \text{ cm} = 1,54 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_z) \quad M_z = T_y \cdot b_{centro} = 100 \text{ kN} \cdot 15 \text{ cm} = 1500 \text{ kNm}$$

$$\bar{\tau}_z = \frac{M_z}{z \cdot I_y} = \frac{1500}{2(29+29) \times 2} = 0,90 \text{ kN/cm}^2$$

Ty)



$$\bar{\tau}_{2x}^{max} = \frac{100 \cdot (28+1+14,5)}{16279 \times 2} = 1,24 \text{ kN/cm}^2$$

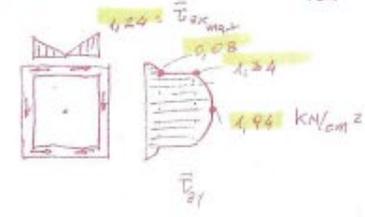
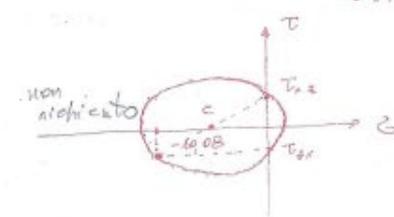


$$\bar{\tau}_{2y}^{(c)} = \frac{100 \times (30+1+14,5)}{16279 \times 30} = 0,08 \text{ kN/cm}^2$$

$$\bar{\tau}_{2y}^{(b)} = \frac{100 \times (30+1+14,5)}{16279 \times 2} = 1,34 \text{ kN/cm}^2$$



$$\bar{\tau}_{2y}^{(g)} = \frac{100 \times [(30+1+14,5) + 2 \times (14+1 \times 9)]}{16279 \times 2} = 1,94 \text{ kN/cm}^2$$



verif. in A

$$\bar{\sigma}_{A1} = -0,86 - 1,24 = -2,10 \text{ kN/cm}^2; \quad \bar{\tau}_{A1} = 1,24 + 0,90 = 2,14 \text{ kN/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_v = \sqrt{(-2,10)^2 + 3(2,14)^2} = 4,76 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{amm} \rightarrow \text{punto A verificato}$$



IN09107428 - SCIENZA DELLE COSTRUZIONI 2022-2023

Home > Corsi > DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE - DII > A.A. 2022 - 2023 > Corsi di laurea / Bachelor's degrees > IN0515 - INGEGNERIA DELL'ENERGIA > 2022-IN0515-000ZZ-2021-IN09107428-N0-IN0515 > IN09107428 - SCIENZA DELLE COSTRUZIONI 2022-2023 - PROF. LORENZO SANAVIA > **download_materiale_corso**

download_materiale_corso

Cartella contenente il materiale messo a disposizione dal docente. In particolare:

Lezioni_appunti: contiene la scansione degli appunti utilizzati dal docente nello svolgimento delle lezioni. Possono essere utili per approfondimento, per confronto con i propri appunti o per ritrovare quanto svolto a lezione.

Lezioni_tablet contiene quanto scritto con il tablet durante la lezione;

Schema_lezioni_tablet contiene la traccia incompleta della lezione, completata durante la lezione.

- ▼   Lezioni_appunti
- ▶  Lezioni_tablet_aa2021-2022
- ▶  Prove_scritte_risolte
- ▶  Schema_lezioni_tablet_aa2021-2022
- ▼  Video_prove_laboratorio
 -  a-video-garza-20160302_122208.mp4
 -  acciaio.avi
 -  barra.avi
 -  bras1.avi
 -  calcestruzzo.avi
 -  cubetto.avi
 -  lezione_red.pdf

Scarica cartella Modifica



Desiderata

- Lavori di gruppo
- Didattica interattiva
- Costruire modelli e portarli a rottura
- Utilizzo di software per lo studio strutturale (cinematismi, travi, piccolo strutture).