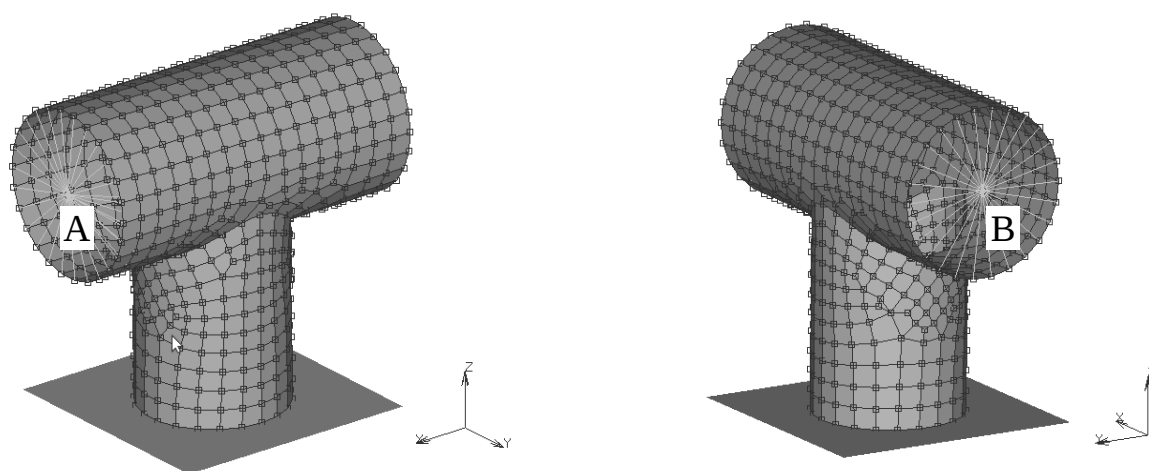


Cognome: _____ Anno accademico in cui si è seguito il corso
 Nome: _____ [2010/2011] [2009/2010] [2008/2009] [.]
 Matricola: _____ Tipo di corso: [A] [B] [completo]
 Componenti tesina:

1. Impostazione di un semplice modello FEM

Considerare il supporto a T in parete sottile di figura, incastrato alla base e caricato ai punti A e B, nodi di controllo di due link di corpo rigido tipo RBE2 creati sulle sezioni terminali del tubolare orizzontale.



Si considerino in particolare i seguenti caricamenti:

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Punto A	+1000N in direzione z	+1000N in direzione y	+1000N in direzione y
Punto B	+1000N in direzione z	-1000N in direzione y	+1000N in direzione y

1.1-1.6 {\$\$\$\$\$} Per ognuno di questi tre casi

- discutere quale sia la **minima porzione di struttura** da modellare al FEM, ottenuta sfruttando ogni eventuale simmetria del modello;
- Definire opportune condizioni di vincolo¹ e carico² da assegnare al modello. Ricordarsi di effettuare un corretto vincolamento dei nodi di controllo dei link di corpo rigido, per evitare che questi si muovano violando l'eventuale simmetria.

1.7 {\$\$} Considerare infine l'utilizzo di un unico corpo rigido che connetta ambo le sezioni terminali, con forze e momenti risultanti applicati al singolo nodo di controllo. **Discutere** se quest'ultima modellazione è equivalente alla precedente in termini di risultati (es. spostamenti/deformazione).

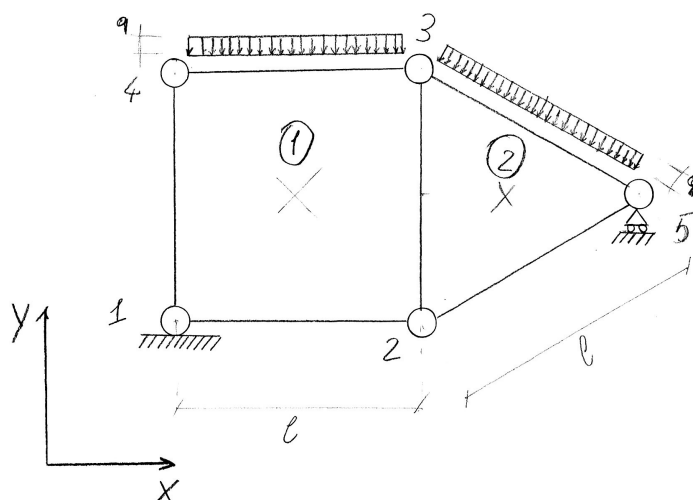
1 Si prega di indicare le condizioni di vincolo in forma univoca come la seguente
 $A, B, \overline{CD} \Rightarrow u_x=0, u_y=0, \theta_z=0$

ove si intendono implicitamente liberi i restanti gradi di libertà dei nodi sui punti A, B e sul segmento CD.

2 Indicare chiaramente punti/segmenti/aree di applicazione dei carichi ed entità degli stessi.

2. Assemblaggio e vincolamento di semplice struttura FEM

Considerare la struttura in figura (2d, plane strain),



composta dai seguenti elementi

	elemento 1 (quad4)	elemento 2 (tria3)
connettività	Nodi 1,2,3,4	Nodi 2,5,3
matrice di rigidezza elemento	$\begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{18} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{81} & \dots & a_{88} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} b_{11} & \dots & b_{16} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{61} & \dots & b_{66} \end{bmatrix}$

Quesito 2.1: {\$\$\$}

Si richiede di assemblare i contributi delle matrici di rigidezza degli elementi entro la matrice di rigidezza globale, e di assemblare la pressione distribuita q entro il vettore dei carichi. Fare attenzione alla scomposizione vettoriale della stessa. Tale matrice di rigidezza è da considerarsi in forma **bandata**.

Matrice K, in forma bandata

b

F1x										
F1y										
F2x										
F2y										
F3x										
F3y										
F4x										
F4y										
F5x										
F5y										

Quesito 2.2: {\$\odot \odot\$}

Quali grandezze tra spostamenti $[u_x, u_y]$, deformazioni $[\epsilon_x, \epsilon_y, \gamma_{xy}]$, tensioni $[\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}]$ risultano continue all'interfaccia (edge 3-2) tra l'elemento quad4 e l'elemento tria3?

Quesito 2.3: {\$\$\$}

Supponendo che il solo vincolo in 5 sia **non omogeneo**, e in particolare imponga uno spostamento y di entità $+d$, riportare la matrice di rigidezza e il termine noto come restituito dalle procedure di vincolamento

	Matrice K, in forma bandata										b
F1x											
F1y											
F2x											
F2y											
F3x											
F3y											
F4x											
F4y											
F5x											
F5y											

Quesito 2.4: {\$\odot \odot\$}

Rimanendo nell'ipotesi di piccoli spostamenti, discutere la variazione dei campi

- spostamento
- deformazione
- tensione

in funzione dell'entità dello spostamento imposto in 5 come da quesito precedente.

3. Listato di programma Fortran 77 {\$\$\$\$}

Scrivere una subroutine Fortran 77 che, presa in input una matrice rettangolare A di dimensioni $n \times m$, restituisca in output le due matrici

$$B=A^T \cdot A, C=A \cdot A^T$$

Omettendo le sezioni di input di A e di output di B,C scrivere quindi un programma main che allochi le matrici e richiami tale subroutine.

4. Teoria: matrice di rigidezza dell'elemento

4.1 {\$\$} Ricavare la formulazione della matrice di rigidezza per un elemento triangolare tria3 a partire dall'eguaglianza tra energia interna e lavoro delle forze esterne.

4.2 {\$\$ \odot \odot\$} Descrivere la procedura di integrazione dell'energia interna nell'elemento isoparametrico 4 nodi, in particolare discutere:

- l'introduzione delle coordinate locali (ξ, η) e della mappatura tra coordinate locali e coordinate globali;
- Definizione della matrice B di correlazione tra spostamenti nodali e deformazioni all'interno dell'elemento;
- Il ruolo della matrice Jacobiana;
- Procedura di integrazione dell'energia potenziale elastica sull'elemento.

5. Teoria: Il metodo di Newton per la soluzione di equazioni nonlineari

Il metodo di Newton è un metodo iterativo impiegato per determinare una soluzione approssimata x all'equazione $f(x)=0$. Per decidere se la soluzione approssimata x è accettabile, si effettuano in genere due controlli:

1. si esamina se il residuo $|f(x)|$ è abbastanza piccolo;
2. si esamina se la variazione della soluzione tra due iterazioni successive del metodo di Newton è abbastanza piccola, se cioè $|\Delta x|$ è abbastanza piccolo.

5.1 $\{\$\}$ Disegnare una funzione $f(x)$ (l'asse x è quello orizzontale) tale che, pur essendo x abbastanza vicino alla soluzione esatta, $|f(x)|$ rimane abbastanza grande.

5.2 $\{\$\}$ Disegnare inoltre una funzione $f(x)$ tale che, anche se $|f(x)|$ è abbastanza piccolo, $|\Delta x|$ rimane abbastanza grande.

6. Teoria: varie

- 6.1 $\{\$\}$ La formulazione dell'elemento in deformazione piana rispetto alla tensione piana:
- [V] [F] varia il campo degli spostamenti all'interno dell'elemento
 - [V] [F] varia il legame costitutivo tra deformazione e tensioni
 - [V] [F] varia la matrice di rigidità K
 - [V] [F] varia la matrice B
 - [V] [F] varia la matrice D

6.2 {\$\$\$} Caratterizzazione delle metodologie di analisi dinamica.
 Si richiede di specificare le peculiarità che distinguono le risposte (a) e (b).
 Si richiede di specificare le peculiarità che distinguono le risposte (c) e (d).

Rispondere su foglio protocollo riportando la griglia.

		Analisi Modale	Analisi di risposta in frequenza diretta	Analisi di risposta in frequenza per sovrapposizione modale
Dati in input	Matrice massa			
	Matrice smorzamento		a	b
	Matrice rigidezza			
	Vettore forze applicate			
Tipologia di solutore numerico			c	d
Interpretazione ingegneristica degli output				

6.3 {\$} Descrivere in che modo gli output di un'analisi di risposta in frequenza si correlano agli output di un'analisi modale.

6.4 {\$\$} La teoria delle piastre alla Kirchhoff è stata sviluppata:

- ipotizzando che * sia piccolo rispetto a **
 * = ...
 ** = ...
- Imponendo condizioni di natura cinematica così descrivibili:
 ...
- Il legame tensioni/deformazioni del singolo strato di materiale che compone la piastra è di tipo ...
- trascurando il contributo energetico associato al moto di “drilling”, ovvero alla rotazione di un nodo attorno ad un asse orientato ...

6.5 {\$\$} Secondo la teoria delle piastre alla Kirchhoff le caratteristiche di sollecitazione

- di tipo membranale N_x, N_y, N_{xy} hanno dimensione ...
- di tipo flessionale M_x, M_y, M_{xy} hanno dimensione ...
- sono definite per integrazione de ...
 su ...