

<b>STRUTTURA</b>	Scuola Politecnica - DICAM
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2015/16
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Ingegneria Civile
<b>INSEGNAMENTO</b>	Meccanica Computazionale delle Strutture
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Ingegneria Civile
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	09136
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	No
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	ICAR/08
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Francesco Parrinello Ricercatore Confermato Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	54
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	II
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://politecnica.unipa.it">politecnica.unipa.it</a>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Applicazioni software
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale e Presentazione e discussione di un progetto strutturale eseguito con codice di calcolo.
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://politecnica.unipa.it">politecnica.unipa.it</a>
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Consultare il sito <a href="http://politecnica.unipa.it">politecnica.unipa.it</a>
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Martedì, ore 10-13.

<p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p><b>Conoscenza e capacità di comprensione</b> Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza delle problematiche inerenti il calcolo strutturale attraverso l'uso dei calcolatori; avrà conoscenza delle procedure matematiche che portano alla risoluzione del problema elastico per strutture intelaiate (metodo diretto delle rigidità) e per sistemi continui (metodo degli elementi finiti). Sarà in grado di comprendere il funzionamento dei programmi di calcolo strutturale, di conoscerne i limiti e i campi di applicabilità.</p> <p><b>Capacità di applicare, conoscenza e comprensione</b> Lo studente sarà in grado di applicare in modo critico i software di calcolo strutturali per l'analisi elastica delle più comuni tipologie di strutture, avrà adeguata conoscenza delle tipologie di problemi che si possono essere affrontare.</p> <p><b>Autonomia di giudizio</b> Lo studente avrà la capacità di giudicare gli strumenti computazionali più adeguati alla risoluzione</p>
--

delle varie tipologie strutturali e delle diverse condizioni di carico, nonché la capacità di valutare se una soluzione approssimata è sufficientemente prossima a quella esatta.

**Abilità comunicative**

Lo studente avrà conoscenza della terminologia specifica della meccanica computazionale, capacità di esporre problematiche inerenti il calcolo strutturale e di collaborare alla realizzazione di progetti di calcolo realizzati in gruppo.

**Capacità d'apprendimento**

Lo studente avrà possibilità di apprendere importanti tematiche di base della meccanica computazionale e di conoscere ed utilizzare alcuni dei più importanti programmi di calcolo agli elementi finiti presenti in commercio.

**OBIETTIVI FORMATIVI**

L'obbiettivo principale del corso è quello di fornire agli allievi le conoscenze teoriche basilari della meccanica computazionale e di consentire agli stessi la conoscenza diretta degli strumenti di calcolo agli elementi finiti, tramite la risoluzione in aula di un sufficiente numero di problemi di calcolo strutturale.

ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
2	<b>A1. Metodo diretto delle rigidità</b> Idealizzazione e discretizzazione della struttura. Scomposizione in elementi finiti. Modellazione del singolo elemento finito. Trasformazione del sistema di riferimento. Assemblaggio, condizioni al contorno e risoluzione.
2	<b>A2. Elementi finiti monodimensionali</b> Costruzione dell'elemento asta per travature reticolari. Costruzione elemento trave a comportamento flessionale. Calcolo della matrice di rigidità locale per la trave piana.
2	<b>A3. Aspetti di carattere computazionale</b> Assemblaggio del sistema di equazioni lineari. Condizioni al contorno. Numerazione ottimale dei nodi. Solutore a banda e solutore sparso.
2	<b>B0. Metodo degli elementi finiti</b> Equazioni di governo del problema elastico. Principio dei lavori virtuali primale e complementare. Metodi variazionali: - Funzionale energia potenziale totale. - Funzionale energia potenziale complementare. - Funzionale di Hellinger-Reissner. - Funzionale di Hu-Washizu.
2	<b>B1. Risoluzione di problema monodimensionale</b> Soluzione di tentativo. Formulazione interpolante e funzioni forma. Gradi di libertà nodali. Metodi di minimizzazione dell'errore. Metodo di Reylight-Ritz.
2	<b>B2. Trave di Eulero-Bernulli</b> Ipotesi cinematiche. Funzioni forma e gradi di libertà. Calcolo della matrice di rigidità dell'elemento. Elementi con vincoli di estremità diversi dall'incastro.
2	<b>B3. Trave di Timoshenko</b> Ipotesi cinematiche. Area equivalente di taglio e coeff. di taglio. Funzioni forma e gradi di libertà. Risoluzione e confronto con modello di Bernulli-Navier.
2	<b>B4. Convergenza della soluzione</b> Errore di approssimazione nel FEM. Convergenza della soluzione approssimata.

	Affinamento della soluzione: p e h refinement.
2	<b>B5. Problemi piani</b> Stato piano di tensione e di deformazione. Problema assialsimmetrico. Elementi finiti triangolari e rettangolari. Risoluzione di alcuni problemi piani.
4	<b>B6. Elementi finiti isoparametrici</b> Elemento reale e elemento naturale. Sistema di riferimento reale e sistema naturale. Mappatura tra i due elementi. Trasformazione di coordinate e jacobiano. Matrice di rigidezza dell'elemento.
2	<b>B7. Tecniche di integrazione numerica</b> Metodi di integrazione approssimata. Metodo di Gauss. Punti di Gauss e relativi pesi. Errore di integrazione. Sottointegrazione.
2	<b>B8. Elementi finiti di ordine superiore</b> Funzioni forma quadratiche. Elemento triangolare a sei nodi. Elementi di serendipity. Elementi finiti a 9 nodi.
4	<b>B9. Elementi finiti tipo piastra</b> Teoria della piastra di Kirchoff e piastra di Mindlin. Elementi agli spostamenti: elemento triangolare di Kirchoff. Elementi misti.
	<b>ESERCITAZIONI</b>
2	Studio di un programma di calcolo agli elementi finiti sviluppato tramite foglio di calcolo elettronico.
2	Analisi di una struttura intelaiata con un codice di calcolo sviluppato su foglio elettronico.
2	Analisi di strutture intelaiate tramite un codice di calcolo commerciale.
2	Analisi di strutture intelaiate e introduzione di vincoli interni tramite rilassamento dei nodi e tramite Vincolo Multigrado.
2	Analisi strutturale di problemi piani attraverso un programma di calcolo agli elementi finiti.
2	Analisi agli elementi finiti di un problema strutturale complesso.
12	Studio e analisi, da svolgere in piccoli gruppi di lavoro, del progetto strutturale di un'opera di ingegneria civile, attraverso un programma di calcolo commerciale.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J- N. Reddy, An introduction to the finite element method, International student edition.</li> <li>• K. J. Bathe, Finite element Procedure, Prentice Hall, 1996</li> <li>• O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, The finite element method, Butterworth Heinemann, 2000</li> </ul>