



## Corso di Laurea in Ingegneria Industriale

### Programma del corso di Scienza delle Costruzioni (9 CFU)

| ARGOMENTO LEZIONE   |
|---|
| <b>Introduzione al corso</b><br>Presentazione del corso, riferimenti bibliografici, regole e modalità d'esame.  |
| <b>Formulazione e Soluzione di un Problema Strutturale</b><br>Introduzione. Modello matematico della struttura. Problema dell'equilibrio elastico. Equazioni della trave sollecitata a sforzo assiale. Equazioni della trave elastica inflessa. Energia potenziale totale della trave sollecitata a sforzo assiale. Energia potenziale totale per la trave inflessa.<br>Riferimenti al testo: Cap. 1 (A).   |
| <b>Analisi statica e cinematica delle strutture piane</b><br>Considerazione sui vincoli per i sistemi piani. Calcolo delle reazioni vincolari. Tabella dei vincoli esterni. Il principio dei lavori virtuali (PLV). Procedimento delle catene cinematiche. Analisi cinematica dei sistemi di corpi rigidi. Calcolo delle reazioni attraverso il procedimento delle catene cinematiche. Problema cinematico e statico di strutture piane. Sistemi chiusi. Equazioni ausiliarie. Tavola sinottica dei vincoli interni.<br>Riferimenti al testo: Cap. 1 - 3 (D).   |
| <b>Caratteristiche della sollecitazione</b><br>Generalità. Equazioni indefinite di equilibrio per le travi. Convenzioni e osservazioni sui segni e sul tracciamento dei diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione. Determinazione delle componenti dell'azione interna mediante il PLV. Curva delle Pressioni.<br>Riferimenti al testo: Cap. 4 - 5 (D).  |
| <b>Strutture reticolari piane</b><br>Travature reticolari. Sforzi nelle aste delle travature isostatiche. Metodo dei nodi e di Ritter.<br>Riferimenti al testo: Cap. 7 (D).   |
| <b>Geometria delle masse</b><br>Baricentri e momenti statici. Momenti del secondo ordine. Polarità di inerzia. Ellisse centrale di inerzia o di Culmann. Nocciolo centrale di inerzia.<br>Riferimenti al testo: Cap. 8 (D), Cap. 1 - 5 (B).   |
| <b>Analisi della deformazione</b><br>Campo di spostamento e componenti di deformazione. Componenti di moto rigido e di deformazione. Cinematica dei piccoli spostamenti. Matrice di trasformazione delle coordinate. Significato fisico delle componenti del tensore di deformazione. Intorno sferico di raggio unitario. Direzioni e dilatazioni principali di deformazione. Decomposizione del tensore di deformazione. Stati piani e monoassiali di deformazione.<br>Riferimenti al testo: Cap. 2 (A).   |
| <b>Analisi della tensione</b><br>Forze specifiche di superficie e di volume. Equazioni di equilibrio del corpo rigido. Tensione interna. Componenti cartesiane e componenti speciali di tensione. Tensioni su giaciture parallele ai piani coordinati. Proprietà locali dello stato tensionale. Tensore degli sforzi. Teorema di reciprocità delle componenti mutue. Direzioni e tensioni principali. Circoli di Mohr. Stati tensionali staticamente ammissibili. Equazioni di equilibrio ai limiti. Classificazione degli stati tensionali. Stati tensionali particolari.<br>Riferimenti al testo: Cap. 3 (A). |
| <b>Il Corpo elastico</b><br>Teorema dei lavori virtuali. Lavoro virtuale interno. Trasformazioni reali. Lavoro di deformazione esterno ed interno. Potenziale elastico e potenziale elastico complementare. Corpo elastico lineare. Corpo elastico-lineare ed isotropo. Costanti elastico del mezzo isotropo. Il problema dell'equilibrio elastico. Principio di sovrapposizione degli effetti. Esistenza ed unicità della soluzione del problema dell'equilibrio elastico. Teoremi di Clapeyron e di Betti. Principi Variazionali.<br>Riferimenti al testo: Cap. 4 - 6 (A).                                    |
| <b>I Criteri di resistenza</b><br>Stato limite e coefficiente di sicurezza. Superficie limite. Le prove sui materiali. Stati tensionali ugualmente pericolosi. Criterio di Tresca. Criterio di Huber-Hencky-Mises.<br>Riferimenti al testo: Cap. 7 (A).   |
| <b>Il problema di De Saint Venant</b><br>Generalità, Ipotesi, Postulato. Caratteristiche della sollecitazione. Equivalenza tra tensioni e sollecitazioni. I quattro casi  |



|  |
|--|
| fondamentali. Energia di deformazione. Lineamenti del metodo semi-inverso. Sforzo assiale. Flessione retta. Flessione deviata. Sforzo normale eccentrico. Torsione. Trattazione approssimata del taglio.<br>Riferimenti al testo: Cap. 8 - 14 (A).   |
| <b>Estensione del problema di Saint-Venant e Teoremi energetici</b><br>Teoria tecnica della trave. Caratteristiche di sollecitazione e componenti di deformazione. Energia di deformazione. Lavoro di deformazione valutato per via interna. Principio della forza unitaria. Teoremi di Clapeyron e Castigliano. Impostazione del calcolo dello spostamento di una struttura staticamente determinata.<br>Riferimenti al testo: Cap. 15 (A). |
| <b>Simmetria e emisimmetria nelle strutture e Deformazioni nelle travi rettilinee inflesse</b><br>Simmetria ed emisimmetria assiale, polare. Strutture simmetriche con carico qualsiasi. Equazione della linea elastica e sua integrazione. Composizione delle rotazioni e degli spostamenti.<br>Riferimenti al testo: Cap. 9 -10 (D).   |
| <b>Metodi delle forze e delle deformazioni</b><br>Metodo delle forze. Cedimenti vincolari. Distorsioni di Volterra. Metodi delle deformazioni. Trave continua.<br>Riferimenti al testo: Cap. 11 (D).   |
| <b>Principi Variazionali</b><br>Il principio dei lavori virtuali: calcolo di spostamenti e rotazioni generalizzate, risoluzione di strutture iperstatiche.<br>Riferimenti al testo: Cap. 13 (D).   |
| <b>Stabilità dell'equilibrio elastico di travi</b><br>Criteri di stabilità. Sistemi discreti e continui ad un grado di libertà. Comportamento postcritico simmetrico stabile ed instabile. Comportamento post-critico asimmetrico.<br>Riferimenti al testo: Cap. 1 - 3 (C).  |

|  |
|--|
| <b>ARGOMENTO ESERCITAZIONI</b>   |
| Geometria delle masse.<br>Riferimenti al testo: Cap. 8 (D), Cap. 7 (B).  |
| Determinazione delle reazioni vincolari mediante le equazioni cardinali della statica, il metodo delle equazioni ausiliarie, e il PLV. Tracciamento dei diagrammi di sollecitazione. Curva delle pressioni.<br>Riferimenti al testo: Cap. 3, 4, 5 (D). |
| Integrazione della linea elastica, casi notevoli: travi appoggiate e incastrate con varie condizioni di vincolo. Composizione di spostamenti e rotazioni.<br>Riferimenti al testo: Cap. 10 (D).  |
| Calcolo degli spostamenti, sulle decomposizioni simmetriche e emisimmetria. Strutture iperstatiche: calcolo delle reazioni vincolari, diagrammi di sollecitazione, spostamenti, deformate elastiche.<br>Riferimenti al testo: Cap. 9 - 11 (D).         |
| Il principio dei lavori virtuali: calcolo di spostamenti e rotazioni generalizzate, risoluzione di strutture iperstatiche.<br>Riferimenti al testo: Cap. 13 (D).   |
| Casi del De Saint Venant: Casi di sollecitazione semplice e combinata. Cap. 16 (D).  |
| Instabilità dell'equilibrio di sistemi discreti e sistemi continui. Casi di interesse ingegneristico.<br>Riferimenti al testo: Cap. 2 - 3 (C), 15 (D).   |

**Totale Ore di lezione: 81 (51 di teoria, 30 di esercizi)**

**Riferimenti bibliografici:**

Teoria:

- (A) E. Viola – Lezioni di Scienza delle Costruzioni, Pitagora Editrice, Bologna.
- (B) D. Bigoni, A. Di Tommaso, M. Gei, F. Laudiero, D. Zaccaria – Geometria delle masse (con esercizi risolti e programma di calcolo), Società Editrice Esculapio, Bologna.
- (C) F. Tornabene, R. Dimitri Stabilità dell'Equilibrio Elastico, Società Editrice Esculapio, Bologna.

Esercizi:

- (D) E. Viola - Esercitazioni di Scienza delle Costruzioni, vol. 1, 2, 4, Pitagora Editrice, Bologna.

**Propedeuticità:** Meccanica Razionale.