



Università di Pisa  
Scuola di Ingegneria  
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Strutturale e Edile

A.A. 2018-19

Programma dell'insegnamento di  
**Teoria delle Strutture I**  
(1° anno, 9 CFU)

Docente: Riccardo Barsotti (e-mail: riccardo.barsotti@unipi.it)  
Co-docenti: Adolfo Bacci, Stefano Bennati

#### OBIETTIVI FORMATIVI

Affrontare e risolvere problemi di equilibrio di strutture, in regime statico e dinamico, con particolare riferimento ai sistemi di travi, alle piastre e ai gusci sottili, sia in regime elastico che in prossimità del collasso. Fornire elementi di conoscenza utili per scegliere e utilizzare in modo consapevole gli strumenti e le tecniche disponibili per il calcolo strutturale.

#### CONOSCENZE DI BASE

Scienza delle Costruzioni

#### ARGOMENTI

##### *I sistemi di travi in regime elastico lineare*

Richiami di teoria tecnica delle travi. Il metodo degli spostamenti: rigidezza di un elemento strutturale e carichi nodali equivalenti. Cenni alla matrice di rigidezza di una trave ad asse rettilineo. Schemi semplificati per la descrizione della risposta meccanica di sistemi di travi. Travi equivalenti a un telaio o a una travatura reticolare. Le strutture di controventamento: criteri di verifica e di progetto. Il carico critico di pilastri presso- inflessi.

##### *Elementi di analisi limite delle strutture*

Il materiale elastico – perfettamente plastico. Esempi introduttivi sulla crisi delle strutture. La trave soggetta a flessione uniforme: descrizione della sua risposta oltre il limite elastico. Carico di collasso, meccanismo di collasso, cerniera plastica, campo di sollecitazioni staticamente ammissibile. Teorema statico e teorema cinematico. Cenni al caso in cui agiscono più carichi fra loro indipendenti e all'interazione fra sforzo normale e momento flettente.

##### *Archi, cavi e reti di funi*

Le travi ad asse curvilineo: equazioni di equilibrio e misure della deformazione. La risposta meccanica degli archi in muratura: la curva delle pressioni. Ricerca di campi di sollecitazione staticamente ammissibili e compatibili con le capacità resistenti del materiale. Un esempio di analisi non lineare: i cavi e le reti di funi. Il metodo delle densità di sforzo.

##### *Elementi di dinamica delle strutture*

Sistemi a un grado di libertà. L'oscillatore semplice: oscillazioni libere, eccitazione periodica, forzanti generiche, forzanti impulsive, smorzamento. Sistemi discreti a più gradi di libertà: analisi modale ed integrazione diretta. Sistemi continui: dinamica delle travi e delle piastre (cenni).

##### *Piastre e gusci sottili*

Le ipotesi cinematiche e le misure di deformazione. Caratteristiche della sollecitazione e equazioni di equilibrio. L'equazione di Sophie Germain - Lagrange. Esame critico delle condizioni al contorno e loro

espressioni secondo Kirchhoff. Equazioni della piastra sottile inflessa dedotte per via variazionale. Metodi classici di soluzione: il caso delle piastre rettangolari. La soluzione in forma chiusa di problemi assial-simmetrici. Carico critico di lastre compresse. Metodi approssimati di soluzione: differenze finite ed elementi finiti.

Le ipotesi cinematiche e le misure di deformazione per un guscio sottile. Caratteristiche della sollecitazione e equazioni di equilibrio. Gusci inestensibili soggetti a stati membranali di sollecitazione. Gusci di forma cilindrica. Gusci di rivoluzione, soggetti a carichi assial-simmetrici. Metodi approssimati di soluzione: differenze finite ed elementi finiti. Volte e cupole in muratura: ricerca di campi di sollecitazione staticamente ammissibili e compatibili con le capacità resistenti del materiale.

#### TESTI DI RIFERIMENTO

- Barsotti R., Elementi di Teoria delle Strutture, TEP Pisa, 2011.
- Pozzati P., Teoria e tecnica delle strutture, voll. 2\* e 2\*\*, UTET, Torino, 1972-77. (Vol. 2, prima parte: i capitoli 12, 13 e 15 sul metodo degli spostamenti per sistemi di travi. Vol. 2, seconda parte: i capitoli 5 e 6, sugli edifici multipiano in c.a. e in acciaio; il capitolo 7, sull'organizzazione delle strutture di controvento.)
- Timoshenko S.P., Woinowsky-Krieger S., Theory of Plates and Shells, McGraw-Hill Book Company Inc., New York, 1959. (Il capitolo 4, sulle piastre sottili inflesse; i capitoli 2 e 3, che trattano i casi particolari di flessione uniforme e simmetria polare; i capitoli 5 e 6, che illustrano alcuni problemi relativi a piastre rettangolari soggette a diverse condizioni di vincolo; il capitolo 10, che tratta i metodi approssimati di soluzione; i capitoli 14, 15 e 16 sui gusci sottili.)
- Timoshenko S.P., Gere G.M., Theory of Elastic Stability, McGraw-Hill Book Company Inc., New York, 1961. (Il capitolo 2, sul carico critico di pilastri presso-inflessi e sull'influenza della deformabilità a taglio sul carico critico euleriano.)
- Massonet C., Save M., Calcolo plastico a rottura delle costruzioni, Maggioli.
- Clough R. W., Penzien J., Dynamics of Structures, McGraw-Hill Education.

#### TESTI DI CONSULTAZIONE

- Baldacci R., Scienza delle costruzioni, vol. 2°, UTET, Torino, 1976. (Il capitolo 1, sulle linee d'influenza; il capitolo 5, sul metodo degli spostamenti per travature elastiche; il capitolo 9, sull'influenza della deformabilità a taglio sul carico critico di travi elastiche e sulla stima del carico critico di travi composte.)
- Belluzzi O., Scienza delle costruzioni, vol. II, Zanichelli, Bologna, 1956. (Il capitolo 18, sulle linee d'influenza; il capitolo 20, su travature a nodi fissi e a nodi mobili.) <sup>[1]</sup><sub>SEP</sub>

#### Modalità di iscrizione e di svolgimento degli esami:

Iscrizione on-line sul portale dell'Università di Pisa (<https://esami.unipi.it/esami/>)

Prova orale.