**VECCHIO ORDINAMENTO**

* **Laurea Specialistica in Ingegneria Idraulica Trasporti Territorio (12CFU codice HH047)**
* **Laurea Specialistica in Ingegneria delle Costruzioni Civili (9CFU codice HH053)**
* **Laurea Triennale in Ingegneria Civile Ambiente Territorio indirizzo applicativo (12CFU codice 039HH)**

**Corso di Tecnica delle Costruzioni (Structural Engineering)**

**Programma e modalità di svolgimento del corso**

**Obiettivi del Corso**

Il corso di Tecnica delle Costruzioni per allievi Ingegneri Specialisti in Ingegneria Idraulica Trasporti Territorio, Ingegneri Specialisti in Ingegneria delle Costruzioni Civili e Ingegneri Junior in Ingegneria Civile Ambiente Territorio, si propone di fornire agli studenti gli strumenti teorici e pratici di base necessari per la comprensione, l’analisi e la previsione dei fenomeni meccanici che presiedono la risposta strutturale e la sicurezza delle costruzioni in acciaio, in cemento armato normale ed in cemento armato precompresso, ai fini del progetto strutturale delle opere di nuova costruzione, nel rispetto della attuale Normativa tecnica, nazionale ed europea.

**Struttura didattica del Corso**

Le attività didattiche del corso prevedono la frequentazione di lezioni teoriche ed esercitazioni pratiche e la partecipazione alle sedute di tutorato per la revisione degli elaborati grafici ed analitici riguardanti temi di progettazione strutturale.

Non sussiste obbligo di frequenza delle lezioni e delle esercitazioni.

**Lezioni**

Nelle lezioni alla lavagna vengono illustrati gli aspetti salienti della concezione del progetto strutturale e fornite le basi teoriche dei metodi di analisi strutturale degli edifici in acciaio, c.a., c.a.p.

**Esercitazioni**

Durante le esercitazioni vengono svolte, alla lavagna o mediante l’uso di altri mezzi didattici, applicazioni ed esemplificazioni numeriche degli argomenti trattati a lezione. Argomenti complementari, quali aspetti di tecnologia dei materiali e delle strutture, tecniche di montaggio, prescrizioni normative etc., saranno altresì illustrati nel corso delle esercitazioni.

**Elaborazione di temi di progettazione strutturale**

E’ previsto che ciascun allievo svolga uno o due temi riguardanti i problemi della sicurezza strutturale degli edifici civili: il primo riguardante una struttura in carpenteria metallica, il secondo riguardante una struttura, anche prefabbricata, in c.a.. I due temi possono anche essere riuniti in un unico tema riguardante una sola struttura realizzata in parte mediante carpenteria metallica ed in parte in c.a.. I temi vengono assegnati singolarmente, a ciascun studente, da parte del tutore al quale l’allievo è stato assegnato.

Se un allievo decide di non svolgere uno dei due temi, in fase di esame orale dovrà risolvere un tema scritto riguardante una struttura appartenente alla classe (acciaio o c.a.) del tema non svolto.

Se un allievo decide di non svolgere alcun tema progettuale, dovrà svolgere una ricerca di approfondimento su un problema assegnatogli dal tutore. I risultati della ricerca dovranno essere presentati in una relazione scritta ed in una prsentazione Power Point.

Lo svolgimento dei temi consiste nella comprensione, analisi critica e proporzionamento di organismi resistenti assegnati e quindi nella verifica analitica e normativa delle scelte operate, nella restituzione grafica degli elaborati di progetto comprendente anche i dettagli costruttivi e nella redazione di una relazione di calcolo e di una relazione tecnico-descrittiva.

Per la revisione progressiva dello svolgimento dei temi, gli studenti possono avvalersi ogni settimana, nell’orario che ciascun tutore stabilirà all’inizio dell’A.A, della consulenza dei propri tutori. La frequenza delle revisioni settimanali è facoltativa.

**Modalità di esame**

L’esame consiste in una prova orale durante la quale l’allievo sarà interrogato sui vari argomenti di teoria e tecnica delle strutture civili esposti durante il corso.

Per essere ammesso alla prova orale lo studente deve superare una prova scritta preliminare riguardante la soluzione di un semplice scherma statico.

L’allievo è ammesso alla prova scritta preliminare solo se il tutore giudica concluso il lavoro di elaborazione dei temi progettuali apponendo la firma sugli elaborati.

Il tutore, con l’avallo del titolare del corso, esprime un giudizio sulla preparazione raggiunta dall’allievo, gli attribuisce una classe di merito per l’ammissione all’orale.

Il giudizio di ammissione, così come il superamento della prova scritta preliminare, non è soggetto a modifiche o a decadenza e concorre, assieme al voto conseguito durante la prova orale, alla definizione del voto finale.

**Programma del Corso**

**Lezioni**

**Fondamenti di analisi limite delle strutture**

Estensione dell’analisi strutturale oltre il dominio elastico. Il legame elastico-perfettamente plastico. Ipotesi fondamentali dell’analisi elasto-plastica delle travature piane. Analisi elasto-plastica di travi soggette a solo sforzo normale. Analisi elasto-plastica di travi inflesse. Analisi limite, o a rottura, delle travature. Concetto di cerniera plastica e di meccanismo di collasso. Coefficienti di sicurezza esterno ed interno, moltiplicatore di collasso. Teorema di Greenberg – Prager: moltiplicatori staticamente ammissibili e cinematicamente suffficienti.

**La sicurezza**

Nozioni base di analisi statistica e calcolo delle probabilità. Determinazione probabilistica della sicurezza strutturale. Nozioni di rischio, sicurezza e affidabilità delle strutture. Evoluzione della filosofia di analisi delle strutture dai metodi deterministici a quelli probabilistici. Metodo di calcolo agli stati limite (S.L.).

**Le azioni**

I carichi permanenti. I carichi accidentali agenti sugli orizzontamenti. Il carico-neve. Le azioni del vento. Le azioni termiche. Cenno sulle azioni sismiche.

**COSTRUZIONI IN ACCIAIO**

Tecnica delle strutture in acciaio

Gli acciai impiegati nella carpenteria metallica, tecnologia, proprietà meccaniche. Profili laminati a caldo e a freddo, altri tipi di profili, loro impiego nelle costruzioni.. La realizzazione di orizzontamenti portanti negli edifici in acciaio. La concezione dell’edificio a struttura di acciaio: tipologie strutturali e criteri generali di progettazione. Le controventature negli edifici civili e industriali e la ripartizione delle azioni orizzontali. Tipologia e tecnologia delle giunzioni. Prescrizioni normative nazionali ed europee.

Teoria delle strutture in acciaio

Analisi della resistenza e della stabilità in campo elastico e plastico sotto sollecitazioni statiche dei seguenti elementi strutturali:

Travi a parete piena semplicemente tese o compresse.

Travi a parete piena semplicemente inflesse, e tenso- o presso-inflesse.

Travi composte tralicciate o calastrellate semplicemente compresse, e tenso- o presso-inflesse.

Il comportamento meccanico ed il calcolo dei mezzi d’unione: collegamenti chiodati, collegamenti bullonati normali e ad attrito, collegamenti saldati.

Prescrizioni normative nazionali ed europee.

**COSTRUZIONI IN C.A, C.A.P**

Tecnica delle strutture in c.a., c.a.p.

I calcestruzzi strutturali: nozioni fondamentali sulle proprietà meccaniche e reologic he, la tecnologia, l’impiego. Gli acciai da c.a. e c.a.p.: nozioni fondamentali. L’accoppiamento tra cls e barre di armatura, il fenomeno dell’aderenza e quello della fessurazione del cls in elementi strutturali in c.a.. Ancoraggio delle barre e problemi di diffusione degli sforzi. Problemi di disposizione razionale delle armature. Schematizzazione “strut and tie”. I solai in laterizio armato ed in lastre parzialmente prefabbricate in c.a.\ c.a.p.. La concezione dell’edificio a struttura di c.a.: tipologie strutturali e criteri generali di progettazione.

Prescrizioni normative nazionali ed europee.

Teoria delle strutture in c.a. e c.a.p.

Strutture nello stato I, II, III. La teoria convenzionale elastica lineare nello stato I e II.

La teoria del calcolo a rottura (stato III). La duttilità delle strutture in c.a.. Costruzione ed uso dei domini di interazione delle sezioni in c.a.. Il metodo semi-probabilistico agli S.L. per la verifica delle strutture in c.a. formate da elementi trave tesi o compressi, inflessi, presso- o tenso-inflessi. S.L. di rottura per flessione e taglio. S.L. di rottura per torsione.

La presollecitazione delle travi in c.a. Forze equivalenti alla precompressione. Cavo risultante. Cadute di tensione istantanee e differite. Verifiche nelle varie fasi di esercizio della trave, verifiche agli S.L.U..

Il problema della instabilità delle strutture in c.a. (cenni)

Prescrizioni normative nazionali ed europee.

**Esercitazioni**

Esempi di calcolo ed applicazioni sui problemi presentati a lezione. Nozioni di base sull’analisi mediante F.E.M. delle strutture. Guida pratica all’uso dei codici di analisi strutturale per Personal Computer.

**Riferimenti bibliografici**

Il testo fondamentale di riferimento del corso è l’opera in tre volumi di **E.F. Radogna: “Tecnica delle Costruzioni**“, Editore Masson.

Testi di consultazione generale sono:

P.Pozzati: “Teoria e Tecnica delle Strutture”, Voll.1 e 2\*, 2\*\*, Editore UTET.

G:Ballio, F.M. Mazzolani: “Strutture in Acciaio”, Edizioni Mondadori.

D.Danieli, F.De Miranda : “Strutture in Acciaio per l’Edilizia Civile ed Industriale”, Editore CISIA.

L.Finzi, E.Nova : “Elementi Strutturali”, Editore CISIA.

U.Carputi, M.Locatelli :”Collegamenti Chiodati e Bullonati”, Editore CISIA.

G.F.Costa, I.Daddi, F.M.Mazzolani:” Collegamenti saldati”, Editore CISIA.

Autori Vari: “Architettura-Acciaio”, Italsider.

L.Santarella: “Il Cemento Armato”, Editore Hoepli.

F.Leonhardt: “Vorlesungen über Massivbau – Dritter Teil: Grundlagen zum Bewehren im Stahlbetonbau”, Springer Verlag. (trad. ital.: C.a. & c.a.p. Calcolo di progetto e tecniche costruttive – Parte tre: l’armatura nelle costruzioni in c.a.”, Edizioni Tecniche.

Autori Vari: “Guida all’uso dell’Eurocodice 2”, Voll.I & II,Aicap, Progetto Ulisse, 2006.

La maggior parte degli argomenti trattati a lezione può essere trovato su gli ***“Appunti di Tecnica delle Costruzioni”***, Servizio Editoriale Universitario di Pisa, Settembre 2010 (ristampa 2013).

Esempi di realizzazione di disegni di progetto svolti dagli studenti degli A.A. precedenti sono raccolti in **“Tavole di Tecnica delle Costruzioni”**, Servizio Editoriale Universitario di Pisa, Ottobre 2005.

Altri testi da consultare per il reperimento di documentazione relativa a problemi specifici verranno indicati caso per caso, nel corso delle lezioni, delle esercitazioni e del tutorato.