

Titolo / Title	Ingegneria Sismica / Seismic Engineering
Docente / Teacher	Sandro CARBONARI

Corso di Laurea / Domain	Livello / Level	Anno-semester / Year-semester	Ore a settimana / hours par week	Tipo / Type	Lingua / Language	CFU
Ingegneria Civile / Civil Engineering	M	Secondo-Primo Second-First	6 (F + E)	ob	Italiano Italian	9

Obbiettivi del corso:

Il corso intende fornire le basi teoriche e gli strumenti operativi per il dimensionamento, il progetto e la verifica di strutture in zona sismica mediante lezioni teoriche frontali ed una esercitazione a carattere progettuale.

Contenuti:

Elementi di sismologia: cenni sulla teoria della tettonica a placche, cause e meccanismi dei terremoti; le faglie e la teoria del rimbalzo elastico; propagazione delle onde sismiche. La misura del moto sismico, intensità macrosismica e magnitudo; cenni sulla rappresentazione in frequenza dei segnali; elementi di pericolosità e rischio sismico.

Dinamica dei sistemi lineari a un grado di libertà: oscillatore semplice lineare; vibrazioni libere non smorzate e smorzate; forzante armonica, periodica e generica. Forzante sismica; spettri di risposta in spostamento, pseudovelocità e pseudoaccelerazione; analisi statica equivalente. Valutazione dell'azione sismica secondo la normativa italiana; progetto alle prestazioni, spettri di risposta elastici, macro e microzonazione del territorio nazionale.

Dinamica dei sistemi a più gradi di libertà: telai piani multipiano, equazione del moto dell'oscillatore lineare a N gradi di libertà; analisi modale (oscillazioni libere non smorzate) e forzante sismica; analisi lineare dinamica (modale) e lineare statica. Telai tridimensionali; ipotesi di impalcati rigidi nel piano.

Sistemi non lineari a un grado di libertà: moto dell'oscillatore elasto-plastico; spettri a duttilità costante; oscillatore con comportamento non lineare inelastico; fattore di struttura. Criteri generali di progettazione: spettri di progetto, duttilità dei sistemi strutturali (duttibilità del materiale, duttilità locale, duttilità di elemento e duttilità globale); gerarchia delle resistenze.

Concezione strutturale: sistemi sismoresistenti e coefficienti di struttura, requisiti strutturali, regolarità in altezza, rigidità/resistenza di piano, regolarità in pianta, giunti, elementi strutturali secondari, elementi non strutturali.

Analisi sismica degli edifici in c.a.: tipologie strutturali e fattore di struttura; principi di dimensionamento e verifica degli elementi strutturali, gerarchia delle resistenze, duttilità dei materiali, locale e globale. Strutture a telaio: gerarchia delle resistenze, verifiche allo Stato Limite Ultimo e allo stato limite di Danno, dettagli costruttivi per la duttilità locale.

Cenni sul comportamento sismico di altri sistemi strutturali: edifici in acciaio, edifici in muratura, edifici esistenti, isolamento sismico e sistemi di protezione passiva.

Esercitazione: progetto di una struttura a telaio in cemento armato in zona sismica.

Propedeuticità/Prerequisiti:

Si considerano acquisite le conoscenze dei corsi di Tecnica delle Costruzioni e Dinamica delle Strutture.

Modalità di insegnamento:

Lezioni frontali e lavoro individuale o di gruppo.

Esame e assegnazione del voto:

Durante la prova d'esame si discutono gli argomenti teorici trattati a lezione e l'elaborato progettuale svolto dallo studente (individualmente o in gruppo).

Materiale di supporto al corso / Course support:

Appunti del corso / Lecture notes

Castellani A., Faccioli E. Costruzioni in zona sismica. Hoepli, 2008.

Cosenza E., Maddaloni G., Magliulo G., Pecce M., Ramasco R. Progetto antisismico di edifici in cemento armato. Iuss Press, 2007.

Gheri A., Lenza P. Edifici antisismici in cemento armato. Flaccovio Dario Editore, Palermo 2009.

Mezzina M., Raffaele D., Uva G., Marano G.C. Progettazione sismo-resistente di edifici in cemento armato. CittàStudiEdizioni, 2011.

Petrini L., Pinho R., Calvi G.M. Criteri di progettazione antisismica degli edifici. Iuss Press, 2006.

Legenda

ob = obbligatorio; op = a scelta; M = magistrale; T = triennale; F: ore frontali; E: esercitazioni;

Course objectives:

The primary objectives of the course are to provide fundamental theoretical understanding and practical tools for the design and verification of structures in seismic areas through lectures and design exercises.

Contents:

Elements of seismology: notes on the theory of plate tectonics, causes and mechanisms of earthquakes, faults and the elastic rebound theory, propagation of seismic waves. Measurement of ground motion; macroseismic intensity and magnitude; notes on frequency representation of signals, elements of hazard and seismic risk.

Dynamics of linear Single Degree Of Freedom (SDOF) systems: motion for the linear SDOF system; undamped and damped free vibration;

response to forced vibrations: harmonic and periodic excitations, arbitrary excitations and seismic action; displacement, pseudo-velocity and

pseudo-acceleration response spectra; static equivalent analysis.

Evaluation of the seismic action according to Italian code, performance-based design, elastic response spectra, macro and micro zonation of the national territory.

Dynamics of Multi Degree Of Freedom (MDOF) systems: plane multistory frames, motion for a linear system with N degrees of freedom; modal analysis (free undamped vibrations) and forced vibrations (seismic action); linear analyses: dynamic modal analysis and static equivalent analysis.

Non-linear SDOF systems: motion of the elasto-plastic oscillator; constant ductility spectra; oscillator with hardening non-linear behaviour; behaviour factor. Design general rules: design spectra, structural ductility (material ductility, local and global ductility), capacity design.

Basic principles of conceptual design: seismoresistant systems and behaviour factors, elevation regularity, floor stiffness/resistance, plan

regularity, seismic gaps and non-structural elements.

Seismic analysis of reinforced concrete buildings: structural typologies and behaviour factor; design and verification of structural members, capacity design; structural ductility (material ductility, local and global ductility). Seismoresistant building frames: capacity design, ULS and DLS verifications, seismic detailing

Basics on the seismic behaviour of other structural systems: steel buildings, masonry buildings, seismic isolation design and passive control systems.

Tutorials: seismic design of a reinforced concrete frame building.

Prior knowledge

Material covered in Structural Design and Dynamics of Structures is considered as assumed knowledge.

Teaching:

Lectures and individual or teamwork.

Exam and note

During the exam, both theoretical subjects and the tutorial are discussed.