

# PROGRAMMA DEL CORSO DI DINAMICA DELLE STRUTTURE

## SETTORE SCIENTIFICO

ICAR/09 (CEAR-07/A)

## CFU

9

## PREREQUISITI

/\*\*/

Si richiedono conoscenze di base di tecnica delle costruzioni, con particolare riferimento all'analisi e alla verifica di elementi in cemento armato e acciaio. Sono inoltre necessarie competenze matematiche relative ad algebra lineare ed equazioni differenziali, utili per l'analisi del comportamento dinamico. Una conoscenza introduttiva della normativa tecnica vigente (NTC ed Eurocodici) costituisce un utile supporto. È auspicabile, infine, una familiarità preliminare con software di calcolo strutturale. Il corso è strutturato per fornire una preparazione di Scienza e Tecnica delle Costruzioni di base al fine di favorire e ottimizzarne l'apprendimento.

## ATTIVITÀ DIDATTICA INTERATTIVA (DI)

/\*\*/

Le attività di Didattica Interattiva (TEL-DI) consistono, per ciascun CFU, in 2 ore erogate in modalità sincrona su piattaforma Class, svolte dal docente anche con il supporto del tutor disciplinare, e dedicate a una o più tra le seguenti tipologie di attività:

- sessioni live, in cui il docente guida attività applicative, stimolando la riflessione critica e il confronto diretto con gli studenti tramite domande in tempo reale e discussioni collaborative;
- webinar interattivi, arricchiti da sondaggi e domande dal vivo, per favorire il coinvolgimento attivo e la costruzione della conoscenza;
- lavori di gruppo e discussioni in tempo reale, organizzati attraverso strumenti collaborativi come le breakout rooms, per sviluppare strategie di problem solving e il lavoro in team;
- laboratori virtuali collettivi, in cui il docente guida esperimenti, attività pratiche o l'analisi di casi di studio, rendendo l'apprendimento un'esperienza concreta e partecipativa;

Tali attività potranno essere eventualmente supportate da strumenti asincroni di interazione come per esempio:

- forum;
- wiki;
- quiz;
- glossario.

Si prevede l'organizzazione di almeno due edizioni di didattica interattiva sincrona nel corso dell'anno accademico. Si precisa che il ricevimento degli studenti, anche per le tesi di laurea, non rientra nel computo della didattica interattiva.

### **ATTIVITÀ DIDATTICA EROGATIVA (DE)**

/\*\*/

Le attività di Didattica Erogativa consistono, per ciascun CFU, nell'erogazione di 5 videolezioni della durata di circa 30 minuti. A ciascuna lezione sono associati:

- una dispensa (PDF) di supporto alla videolezione oppure l'indicazione di capitoli o paragrafi di un ebook di riferimento, scelto dal docente tra quelli liberamente consultabili in piattaforma da studentesse e studenti;
- un questionario a risposta multipla per l'autoverifica dell'apprendimento.

### **TESTO CONSIGLIATO**

Gli studenti che intendono approfondire le tematiche del corso, integrando le dispense e i materiali forniti dal docente, possono consultare i seguenti volumi:

V. Piluso. Teoria e Progetto di Edifici in Zona Sismica. Analisi Strutturale, Flaccovio Editore, 2023.

Iunio Iervolino. Dinamica delle strutture e ingegneria sismica. Principi e applicazioni. Hoepli, 2021.

### **MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO**

/\*\*/

L'esame può essere sostenuto sia in forma scritta che in forma orale. L'esame orale consiste in un colloquio con la Commissione sui contenuti dell'insegnamento. L'esame in forma scritta consiste nello svolgimento di un test composto da 31 domande. Per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte. Solo una risposta è corretta e, in caso di risposte errate o mancanti, non sarà attribuita alcuna penalità. Rispondendo correttamente a tutte le 31 domande, si consegnerà la lode.

Oltre alla prova d'esame finale, il percorso prevede attività di didattica interattiva sincrona e prove intermedie che consentono alle studentesse e agli studenti di monitorare il proprio apprendimento, attraverso momenti di verifica progressiva e consolidamento delle conoscenze.

La partecipazione alle attività di didattica interattiva sincrona consente di maturare una premialità fino a 2 punti sul voto finale, attribuiti in funzione della qualità della partecipazione alle attività e dell'esito delle prove.

Per accedere alle prove intermedie è necessario aver seguito almeno il 50% di ogni ora di didattica interattiva. Le prove intermedie possono consistere in un test di fine lezione o nella predisposizione di un elaborato. Le prove intermedie si considerano superate avendo risposto correttamente ad almeno l'80% delle domande di fine lezione.

In caso di prove intermedie che prevedano la redazione di un elaborato, il superamento delle stesse ai fini della premialità sarà giudicata dal docente titolare dell'insegnamento. I punti di premialità, previsti per le prove intermedie, sono sommati al voto finale d'esame solo se la prova d'esame è superata con un punteggio pari ad almeno 18/30 e possono contribuire al conseguimento della lode.

Le modalità d'esame descritte sono progettate per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di applicazione delle stesse e consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dalla studentessa e dallo studente. Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate anche attraverso le interazioni dirette che avranno luogo durante la fruizione dell'insegnamento.

Durante la prova finale, per lo svolgimenti dei calcoli, è consentito l'utilizzo di calcolatrici e fogli bianchi.

## RECAPITI

/\*\*/

francesco.fabbrocino@unipegaso.it; giancarlo.ramaglia@unipegaso.it; paolo.todisco@unipegaso.it;  
alessandro.pisapia@unipegaso.it

## OBBLIGO DI FREQUENZA

/\*\*/

A studentesse e studenti viene richiesto di partecipare ad almeno il 70% delle attività di didattica erogativa. Per l'accesso alla prova d'esame è, inoltre, necessaria la redazione di un elaborato giudicato sufficiente dal docente titolare dell'insegnamento".

## AGENDA

Nella sezione Informazioni Appelli, nella home del corso, per ogni anno accademico vengono fornite le date degli appelli d'esame.

Le attività di didattica interattiva sincrona sono calendarizzate in piattaforma nella sezione Class.

Le attività di ricevimento di studenti e studentesse sono calendarizzate nella sezione Ricevimento Online.

## OBIETTIVI FORMATIVI PER IL RAGGIUNGIMENTO DEI RISULTATI DI APPRENDIMENTO PREVISTI NELLA SCHEDA SUA

Il corso di Dinamica delle Strutture si propone di fornire agli studenti le conoscenze teoriche e gli strumenti analitici fondamentali per comprendere e modellare il comportamento dinamico delle strutture soggette ad azioni variabili nel tempo, come carichi sismici e vibrazioni meccaniche. Gli obiettivi formativi includono la comprensione approfondita della risposta dinamica di sistemi ad un grado di libertà (SDF), trattando nel dettaglio i modelli lineari e non lineari, il concetto di smorzamento, la risposta a carichi impulsivi e armonici, e la formulazione dell'equazione del moto. Si

affronta inoltre l'estensione ai sistemi a più gradi di libertà (MDF), con particolare attenzione all'analisi modale, alla diagonalizzazione delle equazioni del moto e al significato fisico dei modi propri e delle frequenze naturali.

Obiettivi formativi:

Sviluppare capacità di analizzare gli effetti dinamici delle strutture e la loro interazione ai fini di ottimizzarne il funzionamento;

Affiancare altri tecnici per contribuire alla definizione di strategie di intervento che mirino all'ottimizzazione delle scelte progettuali;

Applicare modelli dinamici a uno e più gradi di libertà per l'analisi del comportamento strutturale, integrando metodi teorici e strumenti computazionali per la risoluzione di problemi reali;

Sviluppare capacità autonome nella gestione progettuale e nella redazione di elaborati tecnici, anche in preparazione della prova finale, dimostrando padronanza delle metodologie apprese e capacità di sintesi tecnica.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

Conoscenza e capacità di comprensione

Capacità di identificare dei fattori di rischio per la valutazione delle condizioni di sicurezza di progetti e strutture in ambito civile.

Conoscenza di tecniche e strategie di monitoraggio, manutenzione e gestione di strutture.

Conoscenza delle tecniche di modellazione delle strutture e delle infrastrutture.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Capacità di applicare le conoscenze per realizzare e/o verificare progetti e/o interventi in materia di sicurezza relativi a strutture e infrastrutture al fine di garantire un idoneo livello di sicurezza delle persone e dell'ambiente.

Capacità di applicare la comprensione delle situazioni di rischio legate sia al territorio che al patrimonio costruito, sviluppando soluzioni tecniche per prevenire danni e mettere in sicurezza il territorio e le strutture.

Autonomia di giudizio

Capacità di interpretare e applicare normative e regolamenti tecnici, giuridici e amministrativi, garantendo conformità e trasparenza in contesti nazionali e internazionali.

Abilità comunicative

Capacità di dialogare efficacemente con professionisti di diversi settori, esprimendo concetti tecnici con precisione e adattando il linguaggio al livello di competenza dell'interlocutore.

Capacità di rispondere in maniera chiara e articolata, spiegando con logica il proprio ragionamento e facendo riferimento alle normative vigenti.

Capacità di apprendimento

Capacità di aggiornarsi costantemente sugli sviluppi normativi nel campo della sicurezza.

Capacità di apprendere ed utilizzare tecniche di monitoraggio per l'analisi dei rischi.

Capacità di approfondire e applicare tecniche innovative per la sicurezza di strutture e infrastrutture.

## **PROGRAMMA DIDATTICO: ELENCO VIDEOLEZIONI/MODULI**

Caratterizzazione di un evento sismico

Come nasce l'azione sismica

Misure di intensità del terremoto ed effetti del sisma sulle strutture

Principi di Dinamica

Comportamento dell'oscillatore semplice

Oscillazioni libere non smorzate

Oscillazioni libere non smorzate applicazione ad un caso reale

Oscillazioni libere smorzate

Oscillazioni libere sotto-smorzate

Oscillazioni libere smorzate stima del fattore di smorzamento

Oscillazioni libere sistema sovra smorzato

Oscillazioni libere smorzate applicazione ad un caso reale

Oscillazioni forzate non smorzate (caso di forzante sinusoidale)

Oscillazioni forzate non smorzate (forzante sinusoidale) andamento delle oscillazioni

Oscillazioni non smorzate con forzante sinusoidale applicazione ad un caso reale

Oscillazioni forzate smorzate (caso di forzante sinusoidale)

Oscillazioni forzate sotto-smorzate (caso di forzante sinusoidale)

Oscillazioni smorzate con forzante sinusoidale applicazione ad un caso reale

Dinamica dei sistemi ad 1 grado di libertà

Oscillazioni forzate smorzate con forzante qualsiasi

Oscillazioni forzate smorzate con forzante qualsiasi approccio iterativo e diretto

Struttura tipo soggetta ad un accelerogramma fenomeno della risonanza

Spettri di risposta

Spettri di risposta esempio di calcolo

Calcolo della forza staticamente equivalente esempio di calcolo

Valutazione delle azioni secondo normativa

Valutazione dell'azione sismica secondo normativa

Sistemi a più gradi di libertà

Sistemi a più gradi di libertà oscillazioni libere non smorzate

Modi di vibrare di una struttura

Equilibrio dinamico in coordinate principali

Sistemi a più gradi di libertà soggetti ad una forzante qualunque

Analisi modale delle strutture

Metodi per il calcolo della pulsazione e della forma modale

Valutazione della massima azione per effetto di un sisma

Sistema di forze modali esempio di calcolo

Esercitazione 1: Dinamica dei sistemi ad 1 grado di libertà

Esercitazione 2: Influenza dei parametri meccanici nella risposta sismica dei sistemi ad 1 grado di libertà

Esercitazione 3: Dinamica dei sistemi a più gradi di libertà

Esercitazione 4: influenza dei parametri meccanici nella risposta sismica dei sistemi a più gradi di libertà

Esercitazione 5: Analisi modale delle strutture

Esercitazione 6: Analisi statica lineare

Esercitazione 7: Analisi dinamica lineare

Esercitazione 8: Analisi spettrale e determinazione delle forze di piano tramite analisi lineare dinamica

Esercitazione 9: Influenza della risposta sismica locale