

## LA TERRA TREMA: TERREMOTI E COSTRUZIONI

a cura della Prof.ssa Chiara Smerzini – Ingegneria Sismica

### Descrizione del corso

I terremoti che colpiscono con regolarità l'Italia, con un drammatico peso sociale e economico, mettono in luce l'estrema fragilità del nostro Paese. Secondo la Protezione Civile, negli ultimi 50 anni, i terremoti hanno infatti causato circa 180 miliardi di danni. I terremoti sono **fenomeni naturali** inevitabili e imprevedibili dal punto di vista deterministico, tuttavia la **difesa dai terremoti** è possibile attraverso la diffusione di una **cultura della prevenzione** sismica tra la popolazione e l'attuazione di efficaci misure di **mitigazione del rischio sismico**, che si esplicano nella definizione di opportuni criteri di pianificazione del territorio e di progettazione delle costruzioni.

Il corso risponde dunque all'esigenza di introdurre il tema del rischio sismico, fornendo le nozioni teoriche di base necessarie per comprendere il fenomeno fisico dei terremoti e della loro **complessa interazione con il contesto geologico e con il costruito**. Alla fine del corso, gli studenti saranno in grado di comprendere come si generano i terremoti e quali sono le aree a maggiore pericolosità sismica sul territorio nazionale, di identificare quali sono i fattori geologici che influenzano in maniera significativa lo scuotimento sismico, di acquisire consapevolezza sulle caratteristiche strutturali che determinano un comportamento degli edifici sfavorevole durante terremoti.

### Organizzazione

Il corso è suddiviso in 4 moduli; durante ogni modulo gli studenti avranno accesso a diversi **materiali didattici online**, tra cui dispense, materiale video, questionari di autovalutazione ed esercitazioni da svolgere e consegnare ai docenti. Gli studenti saranno in contatto costante con docenti e tutor del Politecnico. Inoltre, grazie a un **forum online** potranno lavorare insieme agli altri iscritti all'interno di una classe virtuale. È prevista infine anche la partecipazione a **webinar**, tenuti direttamente dai docenti del corso. Alla fine dei 4 moduli, coloro che avranno completato tutti gli esercizi riceveranno un attestato di partecipazione e un badge digitale, da allegare al proprio CV.

### Altri docenti coinvolti

Prof. Roberto Paolucci – Ingegneria Sismica

Prof.ssa Lorenza Petrini - Scienza delle Costruzioni

### Struttura del corso

#### *Modulo 1 – Origine dei terremoti:*

Il primo modulo ha come obiettivo principale quello di comprendere **cosa sono e come si originano i terremoti**. I terremoti sono fenomeni naturali causati dalla frattura di rocce della crosta terrestre, che provoca il rilascio subitaneo di energia di deformazione sotto forma di onde sismiche che si propagano verso l'esterno. Al fine di comprendere il fenomeno fisico dei terremoti, verranno trattati i seguenti argomenti:

- Cenni alla teoria della tettonica delle placche e sismicità globale;
- Tipologie di margini tettonici: trascorrenti, convergenti (subduzione) e divergenti;
- Sorgente di un terremoto: faglia sismogenetica e teoria del rimbalzo elastico;
- Misura della severità di terremoto (magnitudo momento);
- Contesto sismotettonico e sismicità della penisola italiana.

### Modulo 2 – La propagazione delle onde sismiche:

Questo modulo si concentra su alcuni **aspetti teorici semplici del moto ondoso** nei mezzi elastici, necessari per descrivere i fenomeni legati alla **propagazione delle onde sismiche** e, in particolare, lo scuotimento del suolo prodotto dai terremoti alla superficie terrestre. A tal fine, si affronteranno le seguenti tematiche:

- Tipologie di onde: onde P, onde S e onde di superficie;
- Equazione mono-dimensionale dell'onda (o equazione della corda vibrante), velocità di propagazione delle onde sismiche nei mezzi terrestri;
- Osservazione strumentale delle scosse sismiche e principali parametri di severità del moto del suolo;
- Influenza delle caratteristiche geologiche e topografiche sullo scuotimento del suolo a scala locale.

### Modulo 3 – La risposta delle strutture al sisma:

In questo modulo si studieranno i terremoti dal punto di vista dell'**ingegneria strutturale**, fornendo i concetti fondamentali della risposta sismica delle strutture e i principi alla base delle vigenti **normative sismiche** per le costruzioni. Partendo dall'illustrazione di un semplice modello fisico-matematico atto a descrivere la risposta dinamica di un edificio soggetto a sisma, il modulo abbraccia i temi chiavi della progettazione sismica di strutture, che possono essere sintetizzati come segue:

- Come vibrano gli edifici durante terremoti: l'oscillatore ad un grado di libertà;
- Mappe di pericolosità sismica e di rischio sismico;
- Cenni alla progettazione antisismica basata sulle prestazioni attese e criteri per la definizione delle azioni sismiche nelle norme tecniche per le costruzioni;
- Caratteristiche strutturali favorevoli e sfavorevoli durante terremoti.

### Modulo 4 – Lezioni dai terremoti del passato:

Nel modulo conclusivo del corso si prendono in esame alcuni **terremoti del passato** per mettere in luce le principali lezioni tratte dall'esperienza vissuta a seguito di eventi che hanno segnato la storia del nostro Paese. Viene presentata una panoramica dei terremoti verificatisi negli ultimi 57 anni, dal 1968 ad oggi, che hanno causato ingenti vittime e danni all'economia italiana. Per ciascun esempio trattato, partendo dal contesto sismotettonico e geologico da cui è scaturito l'evento sismico, si mostreranno le principali caratteristiche sismologiche del terremoto unitamente ad una discussione critica dei principali effetti sul territorio.

### Note biografiche

**Chiara Smerzini** – Dal 2020 è Professore Associato in Tecnica delle Costruzioni presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale del Politecnico di Milano, dove è titolare dei corsi di *Earthquake Engineering Analysis, Risk-Based Design* e *Buildings in Seismic Areas*. Ha conseguito il dottorato in sismologia applicata all'ingegneria presso l'Istituto Superiore degli Studi di Pavia (IUSS) nel 2010. La sua attività di ricerca è incentrata sui temi dell'ingegneria sismica, in particolare, sullo sviluppo di approcci avanzati per la caratterizzazione dello scuotimento sismico del terreno a fini ingegneristici, sulla modellazione numerica tridimensionale di problemi di propagazione delle onde e sulla valutazione della pericolosità e del rischio sismico di aree urbane e strutture strategiche. È autore di più di 60 pubblicazioni su riviste e atti di conferenze internazionali ed ha partecipato a svariati progetti di ricerca con rilevanza nazionale e internazionale.

**Roberto Paolucci** – Professore Ordinario in Tecnica delle Costruzioni presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale del Politecnico di Milano, dove è titolare del corso di *Engineering Seismology*. È stato coordinatore del Dottorato di ricerca in Ingegneria Strutturale, Sismica e Geotecnica dal 2011 al 2018. Ha un'esperienza trentennale di ricerca e di attività professionale nell'ambito delle tematiche riguardanti il rischio sismico. È membro della Commissione Grandi Rischi, organo di consulenza scientifica del Dipartimento della Protezione Civile, in qualità di referente del Settore Rischio Sismico. Collabora alla stesura della nuova versione della normativa europea per strutture in zona sismica (Eurocodice 8), relativamente alla sezione dedicata alle azioni sismiche di progetto.

**Lorenza Petrini** – Professore Ordinario di Scienza delle Costruzioni presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale del Politecnico di Milano, dove è titolare del modulo di Laboratorio al “Progettazione Strutturale e Vulnerabilità Sismica”. La sua attività di ricerca è incentrata sui temi dell’ingegneria sismica, in particolare, sulla valutazione della vulnerabilità sismica di edifici esistenti. È autore di più di 150 pubblicazioni su riviste e atti di conferenze internazionali e di alcuni libri sulla progettazione e modellazione di strutture sotto azione sismica. Ha partecipato a svariati progetti di ricerca con rilevanza nazionale e internazionale, sia con istituzioni pubbliche (Progetti RELUIS finanziati dal Dipartimento della Protezione Civile, Progetti su bandi nazionali PNRR, World Bank) che con istituzioni private (studi professionali), anche con ruolo di coordinamento.