

**Course code 140669**  
**Course title Ingegneria Sismica/Seismic Engineering”**  
**[Civil Engineering]**  
**A.A. /A. Y. 2024-2025**

<b>TITOLO/TITLE</b>	
<i>ITA</i>	Ingegneria Sismica
<i>EN</i>	Seismic Engineering

<b>OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI/EDUCATIONAL OBJECTIVES AND EXPECTED LEARNING OUTCOMES</b>	
<i>ITA</i>	<p>Il corso si propone di fornire gli strumenti metodologici e operativi per la progettazione e l’analisi strutturale di edifici e di strutture di tipologia corrente in zona sismica mediante l’apprendimento dei concetti fondamentali della dinamica strutturale applicata alla progettazione sismica. Nello specifico, la comprensione delle procedure di calcolo finalizzate alla progettazione delle nuove costruzioni e al retrofitting delle costruzioni esistenti attraverso l’applicazione delle regole proposte dalle normative sismiche nazionali e internazionali. Il corso si pone inoltre l’obiettivo dell’apprendimento delle tecniche di isolamento dinamico e di controllo attivo da applicare alle strutture in zona sismica.</p> <p>Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· analizzare in maniera critica la risposta delle strutture soggette ad azione sismica;</li> <li>· impostare il progetto sismico di un edificio;</li> <li>· di dimensionare e verificare i principali elementi strutturali e collegamenti di strutture soggette ad azione sismica;</li> <li>· applicare analisi lineari e non lineari per la progettazione sismica delle strutture.</li> </ul>
<i>EN</i>	<p>The course aims to provide methodological and operational approach to design and analyze the structural response of buildings and structures commonly realized in seismic area. Learning of basic concepts of structural dynamics applied to seismic design. In detail, the understanding of calculation procedures aimed at the design of new buildings and retrofitting of existing buildings through the application of the rules stated both in national and international regulations in the field of earthquake-resistant structures. Moreover, the course aims to learn seismic isolation and control techniques to be applied to structures in seismic zones.</p> <p>At the end of the course, the student will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· critically analyze the response of seismic structures;</li> <li>· setting up the seismic design of a building;</li> <li>· to design and check the main structural elements and connections of structures subjected to seismic actions;</li> <li>· apply linear and nonlinear analysis for seismic design of structures.</li> </ul>

<b>PREREQUISITI/PREREQUISITES</b>	
<i>ITA</i>	Dinamica e plasticità delle Strutture e Costruzioni in CA e CAP
<i>EN</i>	Structural dynamics and Plasticity and Design of reinforced and prestressed concrete

PROGRAMMA DEL CORSO/LIST OF TOPICS COVERED	
ITA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il corso si pone come obiettivo quello di fornire le basi per una progettazione di strutture sismo resistenti. Nello specifico, il corso affronterà gli aspetti fondamentali dinamica delle strutture per la progettazione delle stesse considerando l'influenza della sismologia e dei fondamentali aspetti geotecnici al fine di una corretta valutazione dell'azione sismica e della risposta strutturale. Il corso è incentrato prevalentemente sullo studio del comportamento sismico di edifici civili e industriali con alcuni approfondimenti su particolari tipologie di strutture quali ponti e gli impianti industriali anche mediante la teoria del rischio e l'affidabilità strutturale. Importanza è data alla comprensione teorica dei fattori fondamentali che influenzano e controllano la risposta di queste strutture, e sullo sviluppo di procedure di progettazione efficaci in grado di raggiungere determinati obiettivi prestazionali considerando il possibile comportamento non lineare delle strutture in esame nel caso di eventi sismici. Un elaborato progettuale finalizzato all'applicazione dei concetti teorici visti durante il corso sarà svolto in parallelo per consentire allo studente un approfondimento nella progettazione dei principali elementi sismo resistenti</li> </ul> <p>I principali argomenti affrontati sono i seguenti.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dinamica strutturale applicata al problema sismico. Richiami delle equazioni generali della dinamica. Richiamo dell'oscillatore semplice. Richiami di dinamica dei sistemi strutturali discretizzati e continui. Dinamica dei sistemi non lineari. Risposta dinamica dei sistemi non lineari. Analisi nel dominio del tempo con integrazione al passo.</li> <li>2. Elementi di Sismologia applicata. Teoria della sorgente sismica. Onde sismiche: P, S e superficiali. Riflessione e rifrazione. Valutazione del rischio sismico. Intensità, magnitudo, leggi di attenuazione e scale sismiche. Stima della pericolosità del sito su base geotettonica. Stima della pericolosità del sito su base storica. Analisi di vulnerabilità. Accelerogrammi. Registrazione ed analisi del moto sismico in un sito. Definizioni e proprietà relative agli spettri di risposta elastici. Definizione di uno spettro elastico di progetto.</li> <li>3. Ingegneria e Normativa sismica. Interazione struttura-fondazione-terreno. Analisi e progetto strutturale. Analisi statica equivalente. Analisi modale tridimensionale e calcolo dei coefficienti di partecipazione. Scelta del terremoto di progetto. Analisi modale applicata alla risposta sismica mediante integrazione nel tempo con terremoto simulato. Analisi modale applicata alla risposta sismica mediante spettro di risposta. Analisi modale applicata alla risposta sismica mediante funzione di trasferimento e densità spettrale di potenza del terremoto. Applicazione comparata delle norme sismiche (Decreti Ministeriali ed Eurocodice 8). Applicazione dello spettro di risposta all'oscillatore elasto-plastico. Verifica elastica agli stati limite. Progetto in zona sismica. Dettagli costruttivi e criteri generali di progetto. Applicazioni alle strutture in acciaio. Applicazioni alle strutture in cemento armato. Applicazioni alle strutture in muratura. Applicazione ai ponti. Cenni su riparazione e adeguamento di strutture di varie tipologie. Controllo passivo, attivo e semi-attivo.</li> </ol>
EN	<p>This course provides a rational basis for the design of earthquake-resistant structures. Therefore, the course touches upon pertinent information from engineering seismology, geotechnical engineering, risk and reliability theory and architecture in addition to advanced topics related to the dynamics and the analysis and design of structures. The focus of the course is on buildings, bridges, industrial facilities and other types of structures that are allowed to respond in the inelastic range. The course emphasizes a theoretical understanding of the fundamental factors influencing and controlling the response of these structures, and on the development of effective design procedures capable of achieving specified performance goals.</p> <p>The main topics are the followings.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elements of structural dynamics relevant to seismic engineering. Equations of motion. Dynamic analysis of elastic single-degree-of-freedom (SDoF) elastic systems. Dynamic analysis of</li> </ol>

	<p>multiple-degree-of-freedom (MDoF) elastic systems. Inelastic response of SDoF systems. Dynamic analysis of multiple-degree-of-freedom (MDoF) inelastic systems. Time domain analysis with step-by-step integration</p> <p>2. Elements of applied seismology. Origin-geographical distribution of earthquakes. Instruments for recording seismic motion. The magnitude and the intensity of the earthquake. Seismicity and seismic hazard. Response spectra.</p> <p>3. Seismic analysis and design. Soil-structure interaction. Structural regularity. Modelling of the structure. Methods of analysis. Simplified modal response spectrum analysis. Multimodal response spectrum analysis. Second-order (P-Delta) effects. The influence of masonry infilled frames on the seismic behaviour of structures. Safety verifications of concrete members and joints; steel and steel-concrete composite members and joints; masonry elements. Applications of modern design codes (Italian Code and Eurocode 8). Design of repair and strengthening. Introduction to systems employing seismic isolation and energy dissipation devices; its advantages and disadvantages. Applications to bridges.</p>
--	--

<b>METODI DIDATTICI UTILIZZATI E ATTIVITÀ DI APPRENDIMENTO RICHIESTE ALLO STUDENTE/TEACHING FORMAT</b>	
<i>ITA</i>	Il corso è costituito da lezioni ed esercitazioni in aula. Le lezioni trattano i singoli temi strutturali e ne illustrano le soluzioni teoriche e le disposizioni normative anche con l'ausilio di esempi. Le esercitazioni, presentano i più comuni approcci di progettazione e sono finalizzate alla realizzazione di un elaborato progettuale.
<i>EN</i>	The course consists of classroom lectures and exercises. Lectures deal with individual issues and illustrate theoretical solutions as well as code provisions. Exercises present the most common design approaches and are aimed at creating a design work.

<b>METODI DI ACCERTAMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE/ASSESSMENT AND EVALUATION CRITERIA</b>	
<i>ITA</i>	<p>L'esame prevede l'esecuzione di una prova in itinere da svolgere durante il corso e un esame finale il quale prevede le due seguenti opzioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· la realizzazione di un elaborato progettuale (esercitazione di gruppo concernente la progettazione dei principali elementi di un edificio con sollecitazioni determinate mediante analisi statica e dinamica tridimensionale) e di un esame orale che si incentrerà prevalentemente sulla discussione degli argomenti affrontati nell'elaborato progettuale; soluzione consigliata;</li> <li>· esame orale concernente le tematiche affrontate durante il corso.</li> </ul> <p>Nel caso dell'opzione di elaborato progettuale e esame orale, soluzione consigliata, la prova in itinere e l'elaborato finale contribuiscono per 1/2 del voto finale (rispettivamente nella proporzione di 0.4 e 0.6), mentre l'esame orale contribuisce per 1/2 del voto finale.</p> <p>Nel caso dell'opzione di solo esame orale, la prova in itinere contribuirà per 1/5 del voto finale, mentre l'esame orale contribuirà per 4/5 del voto finale.</p>
<i>EN</i>	<p>The examination consists of an in progress written test and a final examination according to one of the following two options:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· development of a design work (teamwork based, on the main elements of a building with stresses determined by static and by dynamic 3-D analyses) and of an oral exam mainly focused on the contents developed in the design work; suggested option;</li> <li>· oral exam on the course topics</li> </ul> <p>In the case of the option design work and oral exam, suggested option, the in progress written test and the design work contribute to 1/2 of the final grade (in proportions of 0.4 and 0.6, respectively), while the oral examination for 1/2.</p>

In the case of oral examination only, the in progress written test contributes to 1/5 of the final grade, whilst the oral examination for 4/5.

#### TESTI DI RIFERIMENTO/REQUIRED AND SUPPLEMENTARY READINGS

ITA	<p><b>INGEGNERIA SISMICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Parducci – Progetto delle costruzioni in zona sismica - 2007</li> <li>· Parducci – Fondamenti di ingegneria sismica in 80 lezioni - 2011</li> <li>· Petrini, Pinho, Calvi – Criteri di Progettazione Antisismica degli Edifici - 2004</li> <li>· Chopra – Dynamics of Structures. Theory and Application to Earthquake Engineering - 2019</li> <li>· Cosenza, Magliulo, Pecce, Ramasco – Progetto Antisismico di Edifici in Cemento Armato - 2004</li> <li>· Dolce, Cardone, Ponzo, Di Cesare – Progetto di Edifici con Isolamento Sismico - 2004</li> <li>· Newmark, Rosenblueth – Fundamentals of earthquake engineering - 1971</li> <li>· Penelis, Kappos – Earthquake-resistant concrete structures - 1997</li> <li>· Sicignano, Nigro – Progettazione Edile Antisismica - 2001</li> <li>· Priestley, Seible, Calvi – Seismic Design and Retrofit of Bridges - 1996</li> <li>· Eurocode 8: Design Provisions for Earthquake Resistance of Structures. Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings</li> <li>· Eurocode 8: Design Provisions for Earthquake Resistance of Structures. Part 2 – Bridges</li> <li>· Buchanan – Structural Design for Fire Safety - 2001</li> <li>· EN 1991-1-2: Eurocode 1 – Actions on Structures. Part 1-2: General Actions - Actions on structures exposed to fire - 2004</li> <li>· EN 1994-1-2: Eurocode 4 – Design of composite steel and concrete structures. Part 1-2: General rules - Structural fire design - 2005</li> <li>· Bursi, Pucinotti, Zanon – Progettazioni di giunzioni e strutture tubolari in acciaio - 2012</li> </ul> <p><b>NORMATIVA NAZIONALE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, DECRETO 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni. (Gazzetta Ufficiale della Repubblica n. 42 del 20 febbraio 2018, Supplemento Ordinario n. 8)</li> <li>· Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (Gazzetta Ufficiale della Repubblica n. 35 del 11 febbraio 2019, Supplemento Ordinario n. 5)</li> </ul>
EN	<p><b>SEISMIC ENGINEERING</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Parducci – Progetto delle costruzioni in zona sismica - 2007</li> <li>· Parducci – Fondamenti di ingegneria sismica in 80 lezioni - 2011</li> <li>· Petrini, Pinho, Calvi – Criteri di Progettazione Antisismica degli Edifici - 2004</li> <li>· Chopra – Dynamics of Structures. Theory and Application to Earthquake Engineering - 2019</li> <li>· Cosenza, Magliulo, Pecce, Ramasco – Progetto Antisismico di Edifici in Cemento Armato - 2004</li> <li>· Dolce, Cardone, Ponzo, Di Cesare – Progetto di Edifici con Isolamento Sismico - 2004</li> <li>· Newmark, Rosenblueth – Fundamentals of earthquake engineering - 1971</li> <li>· Penelis, Kappos – Earthquake-resistant concrete structures - 1997</li> <li>· Sicignano, Nigro – Progettazione Edile Antisismica - 2001</li> <li>· Priestley, Seible, Calvi – Seismic Design and Retrofit of Bridges - 1996</li> <li>· Eurocode 8: Design Provisions for Earthquake Resistance of Structures. Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings</li> <li>· Eurocode 8: Design Provisions for Earthquake Resistance of Structures. Part 2 – Bridges</li> <li>· Buchanan – Structural Design for Fire Safety - 2001</li> <li>· EN 1991-1-2: Eurocode 1 – Actions on Structures. Part 1-2: General Actions - Actions on structures exposed to fire - 2004</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>· EN 1994-1-2: Eurocode 4 – Design of composite steel and concrete structures. Part 1-2: General rules - Structural fire design - 2005</li> <li>· Bursi, Pucinotti, Zanon – Progettazioni di giunzioni e strutture tubolari in acciaio - 2012</li> </ul> <p>NATIONAL STANDARDS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, DECRETO 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni. (Gazzetta Ufficiale della Repubblica n. 42 del 20 febbraio 2018, Supplemento Ordinario n. 8)</li> <li>· Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (Gazzetta Ufficiale della Repubblica n. 35 del 11 febbraio 2019, Supplemento Ordinario n. 5)</li> </ul>
--	---

<b>ALTRE INFORMAZIONI/ADDITIONAL INFORMATION</b>	
<i>ITA</i>	Le esercitazioni sono strettamente correlate alle lezioni e prevedono lavori applicativi eseguiti dagli studenti con l'assistenza e la supervisione del docente e dei collaboratori. Le esercitazioni svolte possono essere raccolte in un elaborato valutato in sede di esame. La revisione delle esercitazioni svolte dallo studente e' garantita solo durante il periodo di svolgimento del corso. Le date nelle quali si svolgono le revisioni sono comunicate e inserite nella bacheca elettronica del corso.
<i>EN</i>	The classroom exercises are strictly correlated to the contents of the lectures and include applicative work carried out by the students under the supervision of the lecturer and the assistant lecturers. All the works produced can be collected in an essay that will be evaluated in the final exam. It is strongly recommended to attend all lessons. The revision of exercises carried out by the student is guaranteed only during the course of lectures. The dates on which the reviews are carried out are communicated and inserted into the electronic bulletin board of the course.