

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
DIPARTIMENTO DI STRUTTURE PER L'INGEGNERIA E L'ARCHITETTURA
SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

ANNO ACCADEMICO 2020-2021

GUIDA DELLO STUDENTE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA

(Ai sensi del D.M. n.270 del 2004,
del Regolamento didattico di Ateneo,
dei Regolamenti didattici dei Corsi di laurea)

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Strutturale e Geotecnica (Classe delle Lauree magistrali in Ingegneria Civile, Classe n. LM-23)

La Laurea Magistrale in Ingegneria Strutturale e Geotecnica ha come obiettivo la formazione di una figura professionale esperta nella progettazione e realizzazione delle strutture portanti delle opere civili e nell'analisi delle relative problematiche geotecniche. I settori di intervento del laureato magistrale sono molteplici. Tra questi si possono elencare: l'edilizia di uso abitativo e per i servizi, gli edifici e gli impianti industriali, le infrastrutture stradali e ferroviarie (ponti, viadotti, gallerie, rilevati), le opere idrauliche (dighe e serbatoi), i grandi impianti sportivi, le strutture marittime sia costiere sia in mare aperto, le fondazioni superficiali e profonde, le opere di sostegno, gli argini in materiali sciolti, le costruzioni in sotterraneo. L'importanza della piena garanzia di sicurezza per le opere sopra citate, la larga diffusione di molte di esse, nonché la rilevanza e l'attenzione sempre crescente alla problematica sismica, con le connesse esigenze di previsione dettagliata del rischio ai fini del progetto, del consolidamento e delle riparazione del patrimonio edilizio esistente (edilizia fatiscente, centri storici) creano per il laureato magistrale un amplissimo e articolato campo di intervento. Nei corsi, pertanto, verranno fornite le basi scientifiche e le tecniche per affrontare le problematiche del settore. L'allievo avrà la possibilità di scegliere se specializzarsi in una figura settoriale ad alto livello di conoscenza, oppure acquisire un più ampio spettro di competenze utile per affrontare con sufficiente flessibilità le richieste del mondo del lavoro.

Gli obiettivi formativi specifici sono rivolti alla formazione di una figura culturale e professionale compiuta, rivolta al mondo del lavoro e caratterizzata da una solida cultura di base, da una buona cultura nelle materie applicative fondamentali e da una più approfondita cultura in specifici settori applicativi e professionale dell'Ingegneria Civile. Il laureato magistrale sarà una figura professionale cosciente e critica, dotata del necessario bagaglio teorico-scientifico, qualificata per impostare, svolgere e gestire attività di progettazione anche complesse, con spiccate capacità di proposizione progettuale ed operativo/gestionale.

I principali sbocchi occupazionali dei laureati specialistici possono essere la libera professione ovvero l'impiego presso imprese, aziende, enti pubblici e privati, studi professionali, società di ingegneria, società di servizi.

Esempi di possibili sbocchi occupazionali sono:

- Dirigente in enti pubblici, enti economici e società, industria delle costruzioni e imprese di costruzione.
- Progettista di strutture ordinarie e speciali
- Progettista di opere geotecniche
- Progettista dei sistemi di sicurezza di insediamenti ed impianti industriali
- Progettista di interventi per la stabilità del territorio
- Progettista di interventi di recupero e riqualificazione alla scala edilizia e territoriale
- Responsabile della qualità e sicurezza
- Consulente per privati e enti pubblici

MANIFESTO DEGLI STUDI

	Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Ambito Disciplinare	Tipologia (*)	Propedeuticità
I Anno							
1	Fondazioni (I semestre) oppure <i>Static and seismic foundation design</i> (I semestre)		9	ICAR/07	Ingegneria Civile	2	Nessuna
2	Dinamica delle costruzioni ed ingegneria sismica (I semestre) oppure <i>Earthquake engineering and structural control</i> (I semestre)		9	ICAR/09	Ingegneria Civile	2	Nessuna
3	Insegnamento a scelta dalla tabella B		9	vari	Affini/Integrative	2/4	Nessuna
4	Teoria e progetto delle costruzioni in c.a. (II semestre) oppure <i>Theory and design of steel constructions</i> (II semestre) oppure <i>Design and retrofit of r.c. constructions</i> (I semestre) oppure Teoria e progetto delle costruzioni in acciaio (II semestre)		9	ICAR/09	Ingegneria Civile	2	Nessuna
5	Analisi limite delle strutture (II semestre) oppure <i>Limit analysis of structures</i> (II semestre)		9	ICAR/08	Ingegneria Civile	2	Nessuna
6	Insegnamento a scelta dalla tabella B (II semestre)		9	vari	Affini/Integrative	2/4	Nessuna
II Anno							
7	Consolidamento delle strutture in c.a. (I semestre) oppure Progetto e consolidamento di strutture in muratura (I semestre) oppure Strutture speciali e progetto di strutture resistenti al fuoco (I semestre) oppure Teoria e progetto di ponti (I semestre)		9	ICAR/09	Ingegneria Civile	2	
8	Opere di sostegno (I semestre) oppure Dinamica dei terreni e geotecnica sismica (I semestre)		9	ICAR/07	Ingegneria Civile	2	
9	Attività formative curriculari a scelta dello studente dalla tabella A3 (I semestre/ II semestre)		9	ICAR/09	Ingegneria Civile	2	
10	Attività formative curriculari a scelta dello studente dalla tabella B (vedi nota §)		9	ICAR/07 ICAR/08 ICAR/09	Affini/Integrative	2	
11	Attività formative a scelta autonoma dello studente dalla tabella B (vedi note § e +)		9		Attività formative a scelta autonoma dello studente	3	

12	Tirocinio		9		Ulteriori attività formative	6/7	
13	Prova finale		12		Altre attività	5	
			Totale	120			
			CFU				

(§) L'insegnamento può essere eventualmente anticipato per quanto riguarda l'anno.

(+) I CFU possono essere spesi in tutto o in parte per insegnamenti o per attività di tirocinio coordinate con la prova finale. E' in linea di principio possibile per lo studente scegliere un esame diverso dalla tabella B, purché congruente con il percorso formativo del CdS STReGA. Tale eventuale scelta è sottoposta alla approvazione della commissione di coordinamento didattico, mentre la scelta da tabella B è di automatica approvazione.

(*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04.

Attività formativa	1	2	3	4	5	6	7
rif. DM270/04	Art. 10 comma 1, a)	Art. 10 comma 1, b)	Art. 10 comma 5, a)	Art. 10 comma 5, b)	Art. 10 comma 5, c)	Art. 10 comma 5, d)	Art. 10 comma 5, e)

Tabella A1) Lista Ingegneria Geotecnica (Ambito Ingegneria Civile)

Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	Tipologia (*)
I anno			
Stabilità dei pendii e sicurezza del territorio (LM Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio) (II semestre)	9	ICAR/07	2
Geotecnica delle infrastrutture (II semestre)	9	ICAR/07	2
Consolidamento dei terreni e delle rocce (II semestre)	9	ICAR/07	2
(°) <i>Static and seismic foundation design</i> (I semestre)	9	ICAR/07	2
II anno			
Opere di sostegno (I semestre)	9	ICAR/07	2
Dinamica dei terreni e geotecnica sismica (I semestre)	9	ICAR/07	2
Indagini e monitoraggio geotecnico- (II semestre)	9	ICAR/07	2
<i>Tunnels and underground structures</i> (II semestre)	9	ICAR/07	2
<i>Geotechnical modelling</i> (II semestre)	9	ICAR/07	2

Tabella A2) Lista Scienza delle Costruzioni (Ambito Ingegneria Civile)

Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	Tipologia (*)
I anno			
Analisi strutturale con gli elementi finiti (II semestre)	9	ICAR/08	2
Modellazione strutturale (II semestre)	9	ICAR/08	2
II anno			
Analisi sperimentale dei materiali e diagnostica delle strutture (II semestre)	9	ICAR/08	2
<i>FEM in nonlinear structural analysis</i> (I semestre)	9	ICAR/08	2
<i>Mechanics of composite and advanced materials</i> (I semestre)	9	ICAR/08	2

Tabella A3) Lista Tecnica delle Costruzioni (Ambito Ingegneria Civile)

Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	Tipologia (*)
I anno			
Complementi di Tecnica delle Costruzioni (obbligatorio, se lo stesso insegnamento oppure Tecnica delle costruzioni II, non è stato già sostenuto per la laurea (I semestre)	9	ICAR/09	2
** Teoria e progetto delle costruzioni in c.a. (II semestre)	9	ICAR/09	2
* Teoria e progetto delle costruzioni in acciaio (II semestre)	9	ICAR/09	2
<i>Theory and design of steel constructions</i> (se non scelto *) (II semestre)	9	ICAR/09	2
<i>Innovative building materials</i> (I semestre)	9	ICAR/09	2
II anno			
Consolidamento delle strutture in c.a. (I semestre)	9	ICAR/09	2
Progetto e consolidamento di strutture in muratura (I semestre)	9	ICAR/09	2
Strutture speciali e progetto di strutture resistenti al fuoco (I semestre)	9	ICAR/09	2
Teoria e progetto di ponti (I semestre)	9	ICAR/09	2
Costruzioni in legno (LM Ingegneria edile) (I semestre)	9	ICAR/09	2
Diagnosi e terapia dei dissesti strutturali (LM Ingegneria Edile)(I semestre)	9	ICAR/09	2
<i>Design and retrofit of r.c. constructions</i> (se non scelto **) (I semestre)	9	ICAR/09	2
Strutture prefabbricate (II semestre)	9	ICAR/09	2
Sistemi informativi per le costruzioni (BIM) (II semestre)	9	ICAR/09	2
<i>Advanced metallic structures</i> (II semestre)	9	ICAR/09	2
<i>Structural reliability</i> (II semestre)	9	ICAR/09	2

Tabella B) Insegnamenti delle Tabelle A1, A2, A3 e ulteriori insegnamenti consigliati di seguito (Ambito Affini o Integrative)

Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	Tipologia (*)
# Modelli e metodi numerici per l'ingegneria (I semestre)	9	MAT/07	4
<i>Advanced applied engineering mathematics</i> (se non scelto #) (II semestre)	9	MAT/07	4
Geologia applicata (se non già sostenuto per la laurea) (II semestre)	6	GEO/05	4
Rischi geologici nella progettazione di opere d'ingegneria civile (I semestre)	9	GEO/05	4
Project Management per le opere civili (II semestre)	9	ING-IND/35	4

Piano di studi con insegnamenti tutti in lingua inglese

<i>FIRST YEAR</i>	COURSE TITLE	ECTS	SSD
FALL SEMESTER	Additional training requirements, if necessary (Table C)	18	ICAR/08 ICAR/09
	Earthquake engineering and structural control	9	ICAR/09
	Static and seismic foundation design	9	ICAR/07
SPRING SEMESTER	Limit analysis of structures	9	ICAR/08
	Advanced applied engineering mathematics	9	MAT/07
	Theory and design of steel constructions	9	ICAR/09
SECOND YEAR			
FALL SEMESTER	FEM in non-linear structural analysis	9	ICAR/08
	Design and retrofit of r.c. constructions	9	ICAR/09
	Mechanics of composite and advanced materials (<i>or alternatively</i> , Structural reliability - II semester)	9	ICAR/08 ICAR 09
SPRING SEMESTER	Advanced metallic structures	9	ICAR/09
	Innovative building materials	9	ICAR/09
	Tunnels and underground structures <i>or alternatively</i> Geotechnical modelling	9	ICAR/07
	Structural reliability (<i>or alternatively</i> , Mechanics of composite and advanced materials - I semester)	9	ICAR/09 ICAR 08
	<i>Internship</i>	9	
	<i>Thesis dissertation</i>	12	

Tabella C) Insegnamenti relativi agli obblighi formativi aggiuntivi per gli iscritti al percorso in lingua inglese

<i>Continuum mechanics (I semestre)**</i>	9	ICAR/08
<i>Structural engineering (I semestre)**</i>	9	ICAR/09

(**) Insegnamento che sarà attivato di anno in anno come obbligo formativo aggiuntivo eventuale per gli studenti iscritti al percorso in lingua inglese.

(*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04

Attività formativa	1	2	3	4	5	6	7
rif. DM270/04	Art. 10 comma 1, a)	Art. 10 comma 1, b)	Art. 10 comma 5, a)	Art. 10 comma 5, b)	Art. 10 comma 5, c)	Art. 10 comma 5, d)	Art. 10 comma 5, e)

- 1 art. 10,1,a Attività formative di base
- 2 art. 10,1,b Attività formative caratterizzanti la classe - Ingegneria civile
- 3 art. 10,5,a Attività formative autonomamente scelte dallo studente purché coerenti con il progetto formativo
- 4 art. 10,5,b Attività formative in uno o più ambiti disciplinari affini o integrativi a quelli di base e caratterizzanti,
- 5 art. 10,5,c Attività formative relative alla preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio
- 6 art. 10,5,d Attività formative, non previste dalle lettere precedenti, volte ad acquisire ulteriori conoscenze
- 7 art. 10,5,e Attività formative relative agli stages e ai tirocini sulla base di apposite convenzioni.

Per eventuali ulteriori informazioni e chiarimenti nella compilazione del presente Piano di Studio è possibile rivolgersi ai seguenti docenti della Commissione Piani di Studio:

Nominativo	Dipartimento	telefono	e-mail
Russo Gianpiero (Coordinatore)	Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale	081 7683475	gianpiero.russo@unina.it
Della Corte Gaetano	Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura	081 7683131	gdellaco@unina.it
Jalayer Fatemeh	Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura	081 7683671	fatemeh.jalayer@unina.it
Gesualdo Antonio	Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura	081 7683160	antonio.gesualdo@unina.it
Polese Maria	Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura	081 7683485	maria.polese@unina.it

Calendario delle attività didattiche - a.a. 2020-21

	Inizio	Termine
1° periodo didattico	28 settembre 2020	22 dicembre 2020
1° periodo di esami (a)	23 dicembre 2020	27 febbraio 2021
Finestra esami marzo	01 marzo 2021	31 marzo 2021
2° periodo didattico	8 marzo 2021	11 giugno 2021
2° periodo di esami (a)	12 giugno 2021	31 luglio 2021
3° periodo di esami (b)	31 agosto 2021	30 settembre 2021
Finestra esami ottobre	01 ottobre 2021	30 ottobre 2021

(a): due sedute

(b): una seduta

Referenti del Corso di Studi

Coordinatore Didattico del Corso di Studi in Ingegneria Strutturale e Geotecnica:
Prof. Emidio Nigro – Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura -
tel. 081/7683686 - e-mail: emidio.nigro@unina.it

Referente del Corso di Laurea per il Programma ERASMUS:
Prof. Gaetano Della Corte – Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura-
tel. 081/7683131 - e-mail: gaetano.dellacorte@unina.it

Referenti del Corso di Laurea per i tirocini e placement:
Dott. Ing. Antonio Bilotta e D.ssa Antonella Greco – Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria
e l'Architettura- tel. 081/7683335 e-mail: antonio.bilotta@unina.it; didattica.dist@unina.it

Insegnamento: ADVANCED APPLIED ENGINEERING MATHEMATICS	
Modulo /i:	
CFU: 9	SSD: MAT/07
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 40
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I	
<p>Obiettivi formativi: After this course students should be able to: organize/develop mathematical model for the engineering problem at hand, solve partial differential equations using numerical methods, use finite-difference method and finite element method, use Matlab for scientific programming</p>	
<p>Contenuti: The main purpose of this course is the introduction to mathematical and numerical modeling for Engineering. The following topics will be discussed. Heat conduction and diffusion. Parabolic partial differential equations. Initial boundary value problems. Finite difference Method. Consistency, Convergence, Stability. Von Neumann criterion. Finite element method. Weak form. Dirac delta function. Elliptic partial differential equations and steady-state processes. Wave motions and hyperbolic partial differential equations. Euler-Bernoulli equation and partial differential equations of higher order. Matlab for scientific programming</p>	
Docente: LUIGI FRUNZO	
Codice:	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: Calculus, Mechanics	
Metodo didattico: Lectures , Tutorials	
Materiale didattico : B. D'Acunto, Computational Partial Differential Equations For Engineering Science, Nova Publisher, New York.	
Modalità di esame: Oral exam	

Insegnamento: ADVANCED METALLIC STRUCTURES	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 20
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: II	
<p>Obiettivi formativi: The course main objective is to provide students with a deeper understanding of the behaviour, analysis and design of steel and aluminium structures. Students will be exposed to advanced analysis tools, considering non-linear material and geometric response of structures. They will learn the design principles and rules according to the Eurocodes. Finally, the course will provide students with knowledge and skills required for an international professional career.</p>	
<p>Contenuti: The Course is currently articulated into two parts. One part is dedicated to a general overview of steel structures all over the world; lectures for this part are given in the form of seminars by F. Mazzolani, expert of steel and aluminium structures, and Emeritus Professor at the University of Naples Federico II. The other part is more specifically addressed to provide students with design and analysis tools. More details about the course content are provided hereafter. <i>Seminars:</i> The main features of structural steelwork; The big challenges of steelwork in buildings; The big challenges of steelwork in bridges; Steel buildings in urban habitats; Seismic upgrading of RC buildings; Passive control of new and existing buildings; Steel in structural restoration; Reticular space structures; Cold-formed thin-walled structures; Aluminium alloy structures. <i>Eurocode 3:</i> Engineering aspects of the production process and mechanical properties of steel; Elastic and plastic resistance of cross sections; Classification of cross sections; Buckling of members; Second-order geometric effects, frame stability and global geometric imperfections; Buckling-restraining systems; Connections and joints. <i>Eurocode 8:</i> Seismic design and analysis of traditional and innovative steel structures; Eccentrically braced frames; Buckling-restrained braced frames; Frames braced by shear panels. <i>Eurocode 9:</i> Introduction to design and analysis of aluminium alloy structures.</p>	
Docente: GAETANO DELLA CORTE	
Codice: 23388	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Students are required to have basic knowledge of principles for design and analysis of steel structures.	
Metodo didattico: Lectures on theoretical aspects will use both slides and blackboard; Tutorials and examples of calculation sheets will also be provided.	
<p>Materiale didattico : During the Course, copy of both lecture slides and calculation sheets will be provided. Readings of the following textbooks are suggested:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Luis. S. da Silva, Rui Simoes, Helena Gervasio, Design of steel structures, Eurocode 3: <i>Design of Steel Structures, Part 1-1 General rules and rules for buildings</i>, ECCS Eurocode design manuals, Ernst and Sohn. 2. <i>Steel designers' manual</i>, 7th Edition, SCI Steel Construction Institute, Buick Davison and Graham W. Owens (Editors), February 2012, Wiley-Blackwell. 	
<p>Modalità di esame: Oral examination, with discussion of any eventual calculation example assigned during development of the course.</p>	

Insegnamento: ANALISI LIMITE DELLE STRUTTURE	
CFU: 9	SSD: ICAR/08
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 30
Anno di corso: I	
<p>Obiettivi formativi: Conoscenza dei principi e metodi per l'analisi anelastica delle strutture insieme a elementi di calcolo a rottura. Vengono trattati: il comportamento ultraelastico dei materiali; i criteri di crisi; le leggi di scorrimento plastico; i teoremi fondamentali della plasticità e dell'analisi limite delle strutture; i concetti di danno e fatica; la stabilità delle strutture in regime ultraelastico; problemi riconducibili a sistemi bidimensionali e tridimensionali (muri di sostegno, fondazioni); metodi numerici.</p>	
<p>Contenuti: Risposta ultra-elastica dei materiali: Prove di laboratorio sui materiali. Modelli fenomenologici. Prova di trazione per acciaio e alluminio. Deformazioni residue. Effetto Baushinger. Prove in presenza di stati di tensioni pluridimensionali. Condizioni di crisi per materiali isotropi e non isotropi: Tresca-De Saint Venant, Von Mises, Hill, Schleicher, Mohr-Caquot, Mohr-Coulomb, Drucker-Prager, Tsai-Hill. Fondamenti della teoria della Plasticità: Legge di scorrimento di Prandtl-Reuss. Il Potenziale Plastico. Legami associati e non associati. Legami associati di Lévy- Von Mises e Tresca-De Saint Venant. Materiale elasto-plastico, elasto-incrudente. Modelli di incrudimento isotropo e cinematico. La stabilità del materiale secondo Drucker e sue conseguenze. Il problema dell'equilibrio elasto-plastico. Travi elasto-plastiche in metallo e in cemento armato: Interazione limite momento-sforzo assiale. Domini N-M. Legge di flusso plastico. Legge di normalità. Convessità del dominio. Relazioni momento-curvatura. La cerniera plastica. I teoremi dell'analisi limite: Collasso plastico. Analisi step-by-step. Teoremi generali dell'Analisi Limite: il teorema statico e il teorema cinematico. Carichi variabili proporzionalmente: limiti superiori e inferiori del moltiplicatore di collasso. Corollari dei teoremi dell'Analisi Limite: unicità del moltiplicatore di collasso, molteplicità dei cinematismi di collasso. Procedura statica e cinematica per la limitazione del moltiplicatore di collasso a mezzo della Programmazione Matematica. Il codice MATHEMATICA. Il collasso incrementale. Lo shake-down. Il teorema di Bleich-Mélan. Il moltiplicatore limite di Shake-Down con il teorema di Bleich-Mélan. Introduzione all'analisi limite di piastre lastre e volte. Analisi Limite di solidi elasto-plastici: il blocco rigido su suolo elasto-plastico di Tresca; il problema del terrapieno. Analisi limite di sistemi di travi e di telai. La stabilità in regime ultraelastico: Problemi euleriani. Il modulo equivalente e il modulo tangente. Cenni ai programmi di calcolo automatico agli elementi finiti: il codice ANSYS.</p>	
Docente: FEDERICO GUARRACINO	
<p>Prerequisiti: Elementi di calcolo infinitesimale e vettoriale. Algebra delle matrici. Teoria dell'elasticità e fondamenti di analisi delle strutture.</p>	
<p>Modalità di insegnamento: Il corso si sviluppa attraverso lezioni frontali ed esercitazioni guidate con assegnazione di temi da svolgere.</p>	
<p>Materiale didattico Appunti del corso. Bibliografia di riferimento: Nunziante L. et al. (2012) <i>Scienza delle Costruzioni</i>. McGraw Hill Lubliner J (2008) <i>Plasticity Theory</i>. Dover Publications. Kachanov L M ((2004) <i>Fundamentals of the Theory of Plasticity</i>. Dover Publications. Neal BG (1977) <i>The Plastic Methods of Structural Analysis</i>. Chapman and Hall. König JA (1987) <i>Shakedown of Elastic-Plastic Structures</i>. Elsevier Science Ltd.</p>	
Modalità di esame: prova scritta ed orale.	

Insegnamento: ANALISI SPERIMENTALE DEI MATERIALI E DIAGNOSTICA DELLE STRUTTURE	
Modulo /i:	
CFU: 9	SSD: ICAR 08
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 30
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I o II	
Obiettivi formativi: Il corso esamina i principali metodi e protocolli di analisi sperimentale dei materiali e delle strutture. Una parte è dedicata alla illustrazione delle prove prescritte per il controllo dei materiali da costruzione (calcestruzzo, acciaio, muratura e legno), con esercitazioni in laboratorio. La seconda parte è dedicata alle attrezzature ed ai protocolli di indagine sperimentale necessari per le verifiche sperimentali delle strutture, con l'illustrazione di numerosi casi reali. In questo ambito è anche sviluppato il tema delle indagini sperimentali necessarie per lo studio degli edifici esistenti, sia in muratura che in cemento armato, propedeutico alla verifica di vulnerabilità.	
Contenuti: <u>Analisi sperimentale dei materiali</u> - Misura di lunghezze, aree, volumi, peso specifico e granulometria - Strumenti di misura di spostamenti e rotazioni - Estensimetri meccanici ed elettrici - Misure di forze: dinamometri a gravità, elastici e diversi - I materiali e le sollecitazioni: resistenza, elasticità, duttilità, viscosità, fatica, urto. Macchine universali, per trazione, per compressione, per flessione, per regolazione di carico e spostamento, per viscosità, per fatica - Attrezzature di carico e di eccitazione: sistemi gravitazionali, meccanici, idraulici, elettrodinamici - Tavole vibranti - Prove sui materiali e su elementi prefabbricati - Norme ministeriali - Norme UNI. <u>Prove sulle strutture</u> - Prove di carico statico sulle strutture : scelta delle condizioni di carico - Richiami di Scienza delle Costruzioni - Realizzazione del carico - Strumenti di misura degli spostamenti e delle rotazioni - Interpretazione delle prove di carico - Coefficiente di vincolo effettivo - Carico equivalente - Modulo elastico E - Momento d'inerzia - Prove su strutture civili e ponti - Prove di tipo dinamico. <u>Metodi e strumentazione di indagine sulle strutture</u> - Prove di tipo distruttivo: carotaggi - Prove non distruttive e prove indirette - Attrezzature di prova: pacometro, sclerometro, ultrasuoni, endoscopio, georadar, martinetti piatti, pull-out - Strumenti di misura della corrosione - Metodi statistici per l'interpretazione dei risultati delle prove - Metodi combinati per la stima delle proprietà meccaniche del calcestruzzo e della muratura - Metodi di indagine per la individuazione dei difetti e danneggiamento delle strutture - Schede di vulnerabilità e fascicolo dei dati. <u>Monitoraggio strutturale di sorveglianza</u> - Misura dei cedimenti assoluti e relativi mediante livellazione topografica di precisione - Monitoraggio dei quadri fessurativi - Fessurimetri manuali ed elettronici - Misure vibrometriche - Centraline di acquisizione e trasmissione dei dati - Norme di riferimento.	
Docente: FABIO DE ANGELIS	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Scienza delle Costruzioni - Tecnica delle Costruzioni	
Metodo didattico: Lezioni, Esercitazioni, Laboratorio, Seminari applicativi	
Materiale didattico : Dispense del corso disponibili nel sito web docente e presso centro fotocopie. Norme Tecniche per le Costruzioni. Norme UNI. B. Barbarito (1993) - <i>Collaudo e risanamento delle strutture</i> - UTET Lombardo - Mortellaro (1998) - <i>Collaudo statico delle strutture</i> - Flaccovio Editore. A. Ajovalasit (2006) - <i>Analisi sperimentale delle tensioni con gli estensimetri elettrici</i> . Aracne Editrice.	
Modalità di esame: Discussione prove/elaborato intercorso e colloquio finale	

Insegnamento: ANALISI STRUTTURALE CON GLI ELEMENTI FINITI	
Modulo /i: Lezioni teoriche Esercitazioni in matlab e con software commerciale	
CFU: 9	SSD: ICAR/08
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 30
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I o II	
Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire agli allievi la base metodologica e gli strumenti operativi per l'analisi mediante codici di calcolo commerciali, la programmazione e la verifica automatica di travi, stati piani di tensione e deformazione, piastre e gusci in ambito elastico lineare, sia statico che dinamico, con il metodo degli elementi finiti.	
Contenuti: Identità fondamentale della meccanica per modelli strutturali: il principio degli spostamenti virtuali. Formulazioni integrali e metodi variazionali. Soluzione con il metodo degli elementi finiti di travi piane e spaziali: la trave di Eulero- Bernoulli e di Timoshenko. Il fenomeno del locking. Analisi dell'errore nel metodo degli elementi finiti. Tecniche di assemblaggio della matrice di rigidezza ed imposizione di vincoli esterni. Vincoli mutui tra gradi di libertà: bracci rigidi; diaframma per la modellazione degli impalcati di edifici. Sconnessioni interne. Analisi di telai, piani o spaziali, e graticci di travi. La trave su suolo alla Winkler. Formulazioni conformi di elementi bidimensionali per l'analisi di problemi piani. Funzioni di forma, matrice di rigidezza e carichi equivalenti. Trasformazione isoparametrica. Integrazione numerica. Fenomeni di shear-locking: modi incompatibili. Elementi finiti per l'analisi di piastre: la piastra di Kirchhoff e di Mindlin-Reissner. Patch test. Elementi membrana con rotazioni drilling. Elementi guscio. Equazioni di equilibrio dinamico. Matrice delle masse e di smorzamento. Metodi di integrazione diretta delle equazioni della dinamica: metodo delle differenze centrali, metodo di Houbolt, metodo di Wilson di Newmark. Confronti con la sovrapposizione modale. Stabilità e accuratezza dei metodi di integrazione nel dominio del tempo. Elementi di programmazione in Matlab. Illustrazione della codifica di un codice automatico per l'analisi di telai spaziali e semplici edifici: confronto con i risultati di un codice automatico. Tecniche di visualizzazione dei risultati. Verifica allo stato limite di esercizio di sezioni in c.a. di forma arbitraria soggette a pressoflessione deviata.	
Docente: LUCIANO ROSATI, FRANCESCO MARMO	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Scienza delle Costruzioni	
Metodo didattico: Lezioni, Esercitazioni, Seminari	
Materiale didattico : Appunti del corso fornite dal docente	
Modalità di esame: Colloquio orale, discussione dell'elaborato progettuale realizzato con software commerciale, discussione sul codice Matlab preparato durante le esercitazioni	

Insegnamento: COMPLEMENTI DI TECNICA DELLE COSTRUZIONI	
Modulo/i: -	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 30
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I	
Obiettivi formativi:	
<p>Il corso riprende e approfondisce in primo luogo gli argomenti esposti in Tecnica delle Costruzioni I, integrandoli ed estendendoli su base metodologica e applicativa, anche alla luce dei più recenti sviluppi normativi (Revisione delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Eurocodici strutturali). Si prevede in primo luogo di richiamare gli aspetti salienti dello studio della trave continua e dei telai piani a nodi spostabili, con riferimento all'uso delle moderne tecniche di calcolo matriciale. Si passa quindi allo studio degli elementi cognitivi e delle metodologie di base per la progettazione di elementi strutturali in c.a., c.a.p. ed acciaio, esaminando inoltre alcune semplici tipologie di strutture di fondazione.</p> <p>I concetti e gli argomenti del corso sono sviluppati nella logica di trasmettere all'allievo le competenze nel campo della progettazione, della realizzazione e della verifica di organismi strutturali essenziali e di riferimento nel settore delle costruzioni civili. Gli argomenti sono svolti in modo da garantire all'allievo la piena comprensione degli aspetti specialistici che saranno affrontati nei successivi corsi di analisi strutturale.</p>	
Contenuti:	
<u>Richiami di analisi strutturale e teoria del cemento armato:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> - Basi della progettazione: proprietà meccaniche dei materiali; Stati Limite; Stato limite ultimo per tensioni normali e per taglio. - Travi continue: metodo delle forze, metodo degli spostamenti, analisi matriciale. - Telai piani: telai alla Grinter, telai a nodi spostabili, metodo degli spostamenti, analisi matriciale. 	
<u>Sistemi strutturali in cemento armato:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> - Solai: tipologie di solai in c.a. e particolari costruttivi (fori, sbalzi, irrigidimenti); - Scale: scala a soletta rampante; scala con trave a ginocchio e gradini a sbalzo e verifica degli elementi strutturali soggetti a torsione; scala Giliberti; - Fondazioni dirette: fondazioni dirette su plinti e travi di collegamento in c.a. (schemi risolutivi e particolari costruttivi); - Mensole tozze e selle Gerber: il modello <i>strut-and-tie</i> per la progettazione di elementi inc.a. 	
<u>Cemento armato precompresso:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> - Basi della progettazione: sistemi tecnologici di precompressione; i materiali; - Progetto e verifica di travi in c.a.p.: il calcolo statico della sezione in c.a.p.; la verifica a fessurazione e a rottura; le cadute di tensione nelle strutture precomprese; il sistema equivalente alla precompressione. 	
<u>Acciaio:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> - Basi della progettazione: schemi strutturali ricorrenti nell'edilizia civile e industriale; proprietà del materiale; proprietà delle sezioni; criteri di resistenza; - Elementi strutturali in acciaio: verifica di resistenza e deformabilità, stabilità delle membrature - Collegamenti in acciaio: unioni bullonate; unioni saldate. 	
Docente: MARCO DI LUDOVICO, ROMINA SISTI	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Tecnica delle Costruzioni I	
Metodo didattico: Lezioni teoriche ed esercitazioni progettuali in aula. Durante il corso saranno assegnati esercizi progettuali che mirano alla risoluzione di problematiche ricorrenti nella pratica professionale. È prevista la correzione di tali elaborati durante le ore di esercitazione e ricevimento; gli elaborati dovranno essere obbligatoriamente portati completati all'esame. Compatibilmente alle disponibilità logistiche ed organizzative, saranno organizzate: i) visite	

Insegnamento: CONSOLIDAMENTO DEI TERRENI E DELLE ROCCE	
CFU: 9	SSD: ICAR/07
Ore di lezione: 52	Ore di esercitazione: 24
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I o II	
<p>Obiettivi formativi: I recenti sviluppi tecnologici hanno reso disponibili nel mercato delle costruzioni geotecniche nuove soluzioni che spesso non possono essere classificate, concepite e progettate facendo riferimento alle tradizionali categorie dell'ingegneria geotecnica, e che costituiscono il mondo sempre più vasto delle cosiddette tecnologie di consolidamento dei terreni e delle rocce. Sempre più spesso, l'uso di queste tecnologie costituisce parte importante – se non predominante – della progettazione geotecnica. Il corso si pone quindi l'obiettivo di illustrare allo studente le peculiarità delle più diffuse tecnologie, e di mettere in evidenza l'importanza degli aspetti tecnologici nella progettazione degli interventi di consolidamento dei terreni e delle rocce. Si descrivono quindi le principali tecniche di rinforzo e miglioramento dei terreni, fornendo allo studente informazioni sia sui principi di funzionamento sia sui processi tecnologici coinvolti, associando sopralluoghi in cantiere alle lezioni teoriche. Contemporaneamente, con le esercitazioni si forniscono i criteri di progettazione degli interventi con riferimento ad alcune delle applicazioni più tipiche.</p>	
<p>Contenuti: Cenni di meccanica degli ammassi rocciosi fratturati. Cenni al comportamento meccanico dei materiali piroclastici tipici del sottosuolo napoletano: il tufo e la pozzolana. Possibili obiettivi del consolidamento dei terreni e delle rocce. Aspetti normativi.</p> <p>Tecniche per permeazione di terreni e ammassi rocciosi: soluzioni, sospensioni ed emulsioni. Fluidi newtoniani e fluidi alla Bingham. Criteri di iniettabilità per terreni e rocce. Moto di filtrazione nei terreni: fronte cilindrico e fronte sferico. Moto di filtrazione nelle discontinuità delle rocce. Tecniche per dislocazione del terreno: jet grouting. Definizione dei parametri di trattamento e delle variabili energetiche di riferimento. Efficacia (diametro medio, proprietà meccaniche ed idrauliche). Difetti (diametro e posizione colonna). Evidenze e interpretazione statistica. Campi prova e criteri di progetto. Deep mixing: tecnologie e progetto. Colonne di ghiaia: tecnologie e progetto. Interventi colonnari per la riduzione dei cedimenti di rilevati. Vibrocompattazione. Compattazione dinamica: energia di trattamento e profondità efficace. Mitigazione della suscettibilità alla liquefazione. Compaction grouting.</p> <p>Tecniche di rinforzo: chiodatura dei terreni (soil nailing). Effetti dell'installazione sullo stato tensionale intorno del chiodo. Verifiche globali e locali. Metodi di progetto di scavi con chiodi. Terre rinforzate: rinforzi puntuali e rinforzi planari. Procedura costruttiva e componenti. Analisi del comportamento di interfaccia. Verifiche globali e locali. Metodi di progetto semplificati. Modifiche del regime idraulico: drenaggi e vacuum preloading. Consolidazione elettrosmotica: principi di funzionamento e campi di applicazione.</p> <p>Chiodatura delle rocce: Dominio di resistenza del chiodo. Valutazione del contributo resistente a taglio. Dimensionamento della lunghezza di ancoraggio e della rete. Reti paramassi: traiettoria del blocco di progetto. Principio di funzionamento delle reti e metodi di progetto.</p> <p>ESERCITAZIONI: progetto di interventi di consolidamento con alcune delle tecniche esposte e con riferimento a problemi reali.</p>	
Docente: ALESSANDRO FLORA	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lezioni, Esercitazioni, Seminari, Visite Tecniche	
<p>Materiale didattico :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Slide del corso disponibili nel sito web docente. • Articoli e dispense disponibili nel sito web docente. 	
Modalità di esame: Esposizione delle esercitazioni e colloquio finale.	

Insegnamento: CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE	
Modulo/i: -	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 30
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Fornire principi, metodologie e strumenti per la valutazione della capacità e della sicurezza statica e sismica di strutture esistenti, attraverso le fasi di conoscenza, modellazione e analisi, e per la progettazione di interventi di adeguamento, sia in ambito teorico che esercitativo-progettuale.	
Contenuti: <u>Descrizione del processo di conoscenza di strutture esistenti</u> alla luce del quadro normativocorrente. Metodi di indagine per la determinazione delle caratteristiche dei materiali e dei dettagli costruttivi di strutture esistenti. Analisi dei metodi di progettazione basati su normative e consuetudine d'epoca. La determinazione dei dettagli strutturali attraverso il progetto simulato. <u>Principi dell'approccio prestazionale alla valutazione sismica di strutture esistenti.</u> Elementi basedel comportamento di elementi/strutture non progettati secondo i moderni criteri di ingegneria sismica. Metodi di analisi lineari e non lineari, statici e dinamici per la valutazione sismica di strutture esistenti. Principi dell'approccio spettrale alla valutazione della richiesta e della capacità sismica. Principi di modellazione lineare e non lineare finalizzata alla valutazione sismica di strutture esistenti. Modelli di capacità per la valutazione del comportamento duttile e fragile di elementi esistenti. Modellazione e valutazione del danno agli elementi non strutturali. Metodi per la valutazione della capacità sismica e la determinazione di indici di sicurezza sintetici. <u>Strategie di intervento.</u> Classificazione degli interventi: locali, di miglioramento e di adeguamento. Principi ed applicazione di tecniche di miglioramento e adeguamento sismico basate sull'impiego di materiali/tecnologie tradizionali o innovativi. Redazione di un elaborato progettuale inerente il consolidamento di una semplice struttura in c.a. o in muratura attraverso le fasi di conoscenza, modellazione, analisi e adeguamento.	
Docente: GERARDO M. VERDERAME, MARIA TERESA DE RISI	
Codice: 19212	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lezioni, Esercitazioni, Seminari applicativi	
Materiale didattico: <ul style="list-style-type: none"> • Dispense del corso disponibili nel sito web docente e presso centro fotocopie. • Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni, Eurocodice 8. • Manfredi G., Masi A., Pinho R., Verderame G.M., Vona M. (2007). Valutazione degli edifici esistenti in Cemento Armato. IUSS Press. • Fardis, Michael N. (2009). Seismic Design, Assessment and Retrofitting of Concrete Buildings based on EN-Eurocode 8. Springer. 	
Modalità di esame: Colloquio finale e discussione dell'elaborato progettuale	

Insegnamento: COSTRUZIONI IN LEGNO	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Ore di lezione: 55	Ore di esercitazione: 25
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: II	
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA EDILE - Anno di corso: II	
LAUREA A CICLO UNICO IN INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA - Anno di corso: V	
Obiettivi formativi:	
Acquisire le conoscenze relative alle caratteristiche meccaniche del legno come materiale strutturale ed alle corrispondenti modalità di valutazione della sicurezza, per il suo impiego nelle nuove strutture (sia in legno massiccio che in legno lamellare) e nel recupero di quelle storiche, nel quadro della normativa europea e della recente normativa nazionale.	
Contenuti:	
Il legno ed i materiali ricavati dal legno per l'impiego nelle costruzioni.	
Il legno massiccio come materiale strutturale: caratteristiche fisiche e meccaniche.	
La classificazione del legno massiccio strutturale secondo la resistenza e le classi di resistenza.	
Il legno lamellare: il processo produttivo, le caratteristiche meccaniche e le classi di resistenza.	
I problemi di durabilità e di protezione.	
Il comportamento al fuoco.	
La verifica di resistenza delle sezioni (stati limite ultimi).	
Le verifiche di stabilità degli elementi strutturali.	
Il calcolo delle deformazioni (stati limite di esercizio).	
Elementi strutturali particolari in legno massiccio e in legno lamellare.	
Le travi ed i pilastri composti.	
I collegamenti tradizionali di carpenteria e le unioni moderne con elementi metallici a gambo cilindrico.	
La composizione strutturale con elementi lignei.	
Le strutture esistenti in legno antico: la valutazione della sicurezza e gli interventi di recupero compatibili con le esigenze di conservazione.	
Il quadro normativo nazionale ed europeo.	
Progetto di un capannone industriale in legno.	
Docente: BEATRICE FAGGIANO	
Codice: 17309	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lezioni, Esercitazioni, Visite tecniche, Seminari applicativi	
Materiale didattico :	
<ul style="list-style-type: none"> • Piazza M., Tomasi R., Modena R., 2005. Strutture in legno - materiale, calcolo e progetto secondo le nuove normative europee. Hoepli • Giordano G., 2010. Tecnica delle costruzioni in legno. Hoepli. • Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni. Decreti Ministero dell'Interno. Eurocodici Strutturali. 	
Modalità di esame: Discussione dell'elaborato progettuale e colloquio finale.	

Insegnamento: DESIGN AND RETROFIT OF RC CONSTRUCTIONS	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Ore di lezione: 54	Ore di esercitazione: 27
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I o II	
Obiettivi formativi:	
<p>This course strives to provide an insight into performance-based assessment and retrofit. Focusing on existing RC buildings, the course offers a preliminary introduction into safety-checking as a first essential step towards retrofit and retrofit design. One of the objectives of the course is to train specialized engineers who are familiar with the application of non-linear time-history analyses for assessment and retrofit purposes. Hence, time and space is dedicated to issues such as the choice of appropriate analysis procedures and record selection. Special attention is dedicated into relating the structural response at local level (i.e., shear, moment, rotation) to global engineering parameters and the definition of the ultimate limit states of near collapse and collapse. The course has an application-oriented nature and the lectures are coupled with exercise sessions. One of the formative objectives of the course is learning to model RC buildings with software OpenSees.</p>	
Contenuti:	
<p><i>Materials and structural safety. Ductility of materials, sections, elements and structures. Seismic behavior of frames, walls-frame, simple walls, coupled walls. Eurocode's design load combinations for the ultimate and serviceability limit states, calculating gravity loads. q-factor structural analyses. Checks against bending, shear and normal forces. Hierarchy of resistances. Applications of the shear/bending and columns/beams hierarchies. Verification of the nodes in concrete frames. Design vs retrofit procedure, assessment of existing buildings, performance-based earthquake engineering. Knowledge levels, inspections and tests. Finite element modelling considering nonlinear behaviour. Pushover analysis. Technical regulations in seismic areas. Applications to buildings in seismic zones.</i></p>	
Docente: HOSSEIN EBRAHIMIAN, PAOLO RICCI	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lectures, Exercises	
Materiale didattico :	
<ul style="list-style-type: none"> • Fardis, M.N., 2009. Seismic design, assessment and retrofitting of concrete buildings: based on EN-Eurocode 8 (Vol. 8). Springer Science & Business Media. • Moehle, J., 2014. Seismic Design of Reinforced Concrete Buildings. McGraw Hill Professional. • Cosenza, E., Manfredi, G. and Pecce, M., 2008. Strutture in cemento armato. Le basi dellaprogettazione. • Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/08); • EN, Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance, 2005. • ASCE/SEI Seismic Rehabilitation Standards Committee, 2007. Seismic Rehabilitation of Existing Buildings (ASCE/SEI 41-06). American Society of Civil Engineers, Reston, VA. • FEMA. Techniques for seismic rehabilitation of existing buildings. FEMA-547, Federal Emergency Management Agency, 2006. • ACI Committee, American Concrete Institute and International Organization for Standardization, 2008. Building code requirements for structural concrete (ACI 318-08) and commentary. American Concrete Institute. 	
Modalità di esame: Discussion of the project and an oral exam on course contents	

Insegnamento: DIAGNOSI E TERAPIA DEI DISSESTI STRUTTURALI	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 20
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi:	
<p>Il corso si propone di fornire da un lato i criteri e i metodi per la valutazione del comportamento strutturale attraverso l'analisi delle patologie nelle costruzioni e lo studio delle cause di crollo e di dissesto ai fini della prevenzione e dell'Ingegneria Forense, dall'altro gli elementi fondamentali per la terapia dei dissesti strutturali sia in condizioni di emergenza che in condizioni ordinarie. A tal fine vengono presentate le strategie di intervento locale e globale ai sensi della vigente normativa ed illustrate possibili tecniche di intervento, con riferimento a casi studio e recenti esperienze di ricostruzione post-terremoto.</p>	
Contenuti:	
Argomenti teorici	
<p><i>Ingegneria forense:</i> Definizioni e campi di applicazione, prestazioni strutturali inattese per eventi prevedibili o imprevedibili, metodologia di diagnosi dei dissesti strutturali.</p> <p><i>Patologie strutturali:</i> Definizioni di dissesto strutturale (lesioni, deformazioni, grandi dissesti, collassi), stati tensionali dei prismi elementari per tensioni normali e tangenziali, cerchi di Mohr, crisi dei materiali, analisi dei quadri fessurativi, frattura di pareti e travi prismatiche.</p> <p><i>Semeiotica dei dissesti:</i> Classificazione delle azioni dannegiatrici, dissesti dovuti a terremoti, azioni da vento, azioni da neve, variazioni termiche, azioni accidentali, azioni dei terreni, azioni delle acque, ad azioni del tempo e dell'ambiente, azioni umane, azioni estreme ed eccezionali (incendi, esplosioni, impatti, frane, alluvioni, etc.).</p> <p><i>Instabilità delle strutture:</i> Qualità dell'equilibrio, tipologie di equilibrio e stabilità, modelli strutturali e configurazioni, elementi di calcolo energetico, teorie di ordine superiore, configurazioni di equilibrio naturale e deviato, instabilità improvvisa e progressiva, effetti delle imperfezioni, instabilità di travi, strutture ad arco, strutture reticolari e intelaiate.</p> <p><i>Collasso di strutture in parete sottile:</i> Taglio, torsione uniforme nelle sezioni compatte e sottili, torsione non uniforme, ingobbimenti, tensioni normali e tangenziali secondarie, equazione fondamentale della torsione, travi reali soggette a torsione, ripartizione della caratteristica torcente.</p> <p><i>Collasso plastico delle strutture:</i> Metodi di valutazione della sicurezza strutturale, tipologie di non linearità e di collasso plastico, plasticità e danno dei materiali, modellazione a plasticità diffusa e concentrata, analisi elasto-plastica di sezioni, modellazione delle cerniere plastiche in elementi in c.a. e in acciaio, analisi a collasso plastico (limite, incrementale, dei meccanismi combinati).</p> <p><i>Collasso delle strutture in condizioni estreme:</i> Effetti locali e collasso progressivo dovuti ad azioni estreme, normativa e linee guida, definizioni di robustezza strutturale, stati limite e obiettivi prestazionali, metodi di valutazione per strutture ordinarie e strategiche, modellazione delle azioni estreme (esplosioni, urti, frane, etc.), modellazione strutturale in condizioni estreme (amplificazione dinamica delle proprietà meccaniche e dei carichi, meccanismi resistenti a flessione, ad arco e a catenaria), analisi di robustezza strutturale (analisi pressione-impulso, analisi <i>pushdown</i>, etc.), mitigazione del rischio di collasso progressivo.</p> <p><i>Indagini diagnostiche:</i> Indagini sui terreni, tecniche di rilievo, caratterizzazione meccanica dei materiali, caratterizzazione delle strutture.</p> <p><i>Terapia d'urgenza dei dissesti strutturali:</i> Condizioni di urgenza e misure di protezione, requisiti dell'intervento, opere di assicurazione ed opere provvisoriale.</p> <p><i>Interventi su terreni e fondazioni:</i> Consolidamento dei terreni mediante iniezioni di miscele, consolidamento delle fondazioni.</p> <p><i>Interventi di consolidamento tradizionali su strutture in muratura:</i> Scuci e cucì, iniezioni semplici e armate, paretine armate, cerchiatura di pilastri, incatenamenti e tiranti, cordoli in c.a., piattabande, irrigidimento di solai in legno.</p> <p><i>Interventi di consolidamento tradizionali su strutture in c.a.:</i> Interventi locali per la riparazione e il miglioramento, interventi globali per il miglioramento e l'adeguamento.</p> <p><i>Interventi di consolidamento innovativi su strutture in muratura:</i> Composizione e geometria dei</p>	

<p>materiali fibro-rinforzati con matrice organica (FRP) o inorganica (FRCM), sistemi di rinforzo esterni e near-surface, modalità di crisi dei materiali, modelli di capacità per pannelli murari rinforzati nei confronti delle azioni nel piano.</p> <p><i>Interventi di consolidamento innovativi su strutture in c.a.:</i> Modalità di delaminazione, interventi su nodi trave-pilastro, confinamento di pilastri, rinforzo a taglio e a flessione di travi, rinforzo a flessione di travetti di solaio, interventi di collegamento perimetrale di tamponature.</p> <p>Applicazioni</p> <p>Analisi inversa di strutture realmente crollate.</p> <p>Valutazione della robustezza strutturale di edifici in c.a., muratura e acciaio.</p> <p>Progetto del rinforzo di pareti in muratura.</p> <p>Discussione di applicazioni recenti di interventi locali e globali su strutture reali.</p>	
Docenti: ANDREA PROTA, FULVIO PARISI	
Codice: 23007	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lezioni teoriche ed applicative	
<p>Materiale didattico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • N. Augenti, <i>Introduzione al calcolo delle strutture in parete sottile</i>, Liguori, Napoli, 1992. • N. Augenti, <i>Lezioni di stabilità delle strutture</i>, Ilardo, Napoli, 1992. • M. Dolce e G. Manfredi (curatori), <i>Linee guida per la riparazione e il rafforzamento dielementi strutturali, tamponature e partizioni</i>, Doppiavoce, Napoli. • ReLUIS (2010). <i>Linee guida per il rilievo, l'analisi ed il progetto di interventi di riparazione e consolidamento sismico di edifici in muratura in aggregato</i>. Bozza aggiornata al 12/10/2010. • DM 14.01.2008, Norme Tecniche per le Costruzioni. • Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti n. 617 del 02.02.2009, <i>Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008</i>. • CNR-DT 200 R1/2013, <i>Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di interventi di consolidamento statico mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati</i>. • Norme e linee guida nazionali e internazionali su robustezza strutturale e collasso progressivo. • Articoli scientifici forniti dai docenti su tematiche specifiche. 	
Modalità di esame: Discussione orale degli argomenti teorici e delle applicazioni.	

Insegnamento: DINAMICA DELLE COSTRUZIONI ED INGEGNERIA SISMICA	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 30
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi:	
<p>Il corso è costruito per fornire gli elementi di base della ingegneria sismica contemporanea, dalla analisi della pericolosità sismica fino ai metodi di analisi degli edifici, incluso cenni di risposta sismica non-lineare. Il corso mira a fornire agli studenti gli strumenti per la progettazione delle strutture con il metodo dello spettro di risposta (a pericolosità uniforme ridotto per duttilità) e la sovrapposizione delle risposte modali. Tali strumenti si intendono come propedeutici per i corsi che affrontano la progettazione delle diverse tipologie strutturali durante il resto del corso di studi.</p>	
Contenuti:	
<p><i>Nozioni fondamentali di ingegneria sismologica:</i> meccanismi di origine dei terremoti, onde sismiche, magnitudo, misure di intensità dello scuotimento sismico, intensità macrosismica.</p> <p><i>Analisi probabilistica di pericolosità sismica e obiettivi prestazionali:</i> modello di occorrenza dei terremoti alla sorgente, integrale di pericolosità, distribuzione di magnitudo e distanza, leggi di attenuazione, distribuzione del tempo di interarrivo, stati limite e obiettivi prestazionali.</p> <p><i>Richiami di meccanica razionale:</i> leggi del moto, sistemi di punti massa, corpo rigido, lavoro ed energia, il principio dei lavori virtuali, il principio di d'Alembert, le equazione di Lagrange.</p> <p><i>Sistemi ad un grado di libertà elastico-lineari:</i> oscillazioni libere, oscillazioni forzate da una pulsante, risonanza, isolamento attivo e passivo delle vibrazioni, integrale di Duhamel, oscillatore elasto-plastico, equazione del moto nel caso sismico, algoritmi di integrazione numerica.</p> <p><i>Spettri di risposta:</i> spettri di risposta elastici, le ordinate spettrali come misure di intensità del terremoto, spettri a pericolosità uniforme e periodo di ritorno costante.</p> <p><i>Sistemi a più gradi di libertà:</i> equazioni del moto sistemi a più gradi di libertà a masse concentrate, sistemi a più gradi di libertà in oscillazioni libere, proprietà dei modi di vibrare e coordinate principali, lo smorzamento proporzionale e non, sistemi a più gradi di libertà elastico-lineari forzati da una forzante sinusoidale; forzante derivata da oscillazione del supporto, metodo di Holzer, non-linearità geometriche; condensazione statica della matrice delle rigidezze, cenni sui sistemi a più gradi di libertà ibridi, sistemi continui in oscillazione assiale, flessionale e a taglio.</p> <p><i>Strumenti di progettazione:</i> regola uguaglianza degli spostamenti e delle aree; spettri di progetto, analisi modale, analisi statica lineare, ripartizione delle forze in condizioni statiche per edifici tridimensionali, i metodi di analisi non-lineare delle strutture.</p>	
Esercitazioni:	
<p>Costituiscono parte integrante del corso le esercitazioni e i relativi assegni che si articolano secondo: Analisi di ingegneria sismologica delle forme d'onda dei terremoti. Calcolo delle misure di intensità di picco e integrale. Analisi della durata del segnale di scuotimento al sito.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Calcolo della pericolosità sismica sito-specifica. Uso della pericolosità sismica ufficiale nazionale. Calcolo di probabilità di superamento di soglie di intensità sismica a partire da tassi di superamento e periodi di ritorno. 2) Analisi parametrica della risposta in oscillazioni libere, e con forzanti per cui esiste soluzione in forma chiusa della equazione del moto, per oscillatori semplici smorzati e non. 3) Analisi della risposta sismica di oscillatori semplici per il calcolo degli spettri di risposta attraverso integrazione numerica della equazione del moto. Calcolo dello spettro a pericolosità uniforme (spettro di progetto elastico). 4) Calcolo delle forme modali e delle pulsazioni proprie di sistemi a più gradi di libertà e in particolare telai piani. Analisi modale con spettro di risposta di strutture a telaio. 	
Docente: IUNIO IERVOLINO	

Codice: 03513	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico : <ul style="list-style-type: none"> • Appunti dalle lezioni, dispense integrative delle lezioni in alcuni casi. • Faccioli, E., and R. Paolucci. "Elementi di sismologia applicata all'ingegneria." Pitagora ed (2005). • Ramasco, Roberto. "Dinamica delle strutture." Cuen, 1993. • Penzien, Joseph, and R. W. Clough. "Dynamics of structures". Editorial: McGraw Hill (1975). • Petrini, Lorenza, Rui Pinho and Gian Michele Calvi. "Criteri di progettazione antisismica degli edifici". Iuss Press, 2004. 	
Modalità di esame: Discussione dell'elaborato progettuale e colloquio finale.	

Insegnamento: DINAMICA DEI TERRENI E GEOTECNICA SISMICA	
CFU: 9	SSD: ICAR07
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 30
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: II	
<p>Obiettivi formativi: fornire le conoscenze necessarie per l'analisi dei problemi di geotecnica di rilievo nell'analisi del rischio sismico. Il corso è in particolare indirizzato all'analisi ingegneristica dei moti sismici ed alla valutazione dei relativi effetti sui terreni, al fine della previsione della risposta sismica locale, della stabilità di un sito e dell'analisi dell'interazione terreno-struttura. Queste valutazioni costituiscono la necessaria premessa per la disciplina dell'uso del territorio (microzonazione sismica), per la pianificazione degli interventi di carattere preventivo (mitigazione del rischio), e per la progettazione degli edifici e delle opere infrastrutturali in zona sismica, in conformità con la Norme Tecniche per le Costruzioni.</p>	
<p>Contenuti: Lezioni: <u>Legame tensio-deformativo dei terreni sotto azioni variabili nel tempo: Propagazione delle onde elastiche in terreni omogenei e stratificati. Rigidezza e smorzamento equivalenti. Resistenza a rottura e liquefazione. Modelli costitutivi lineari, lineari equivalenti, non lineari.</u> Caratterizzazione geotecnica: Prove cicliche/dinamiche in sito ed in laboratorio. Fattori di <u>influenza sui parametri costitutivi. Modello geotecnico del sottosuolo.</u> Analisi della risposta sismica e stabilità del sottosuolo: Risposta sismica locale. Fenomeni di <u>grandi deformazioni: instabilità versanti, liquefazione, subsidenza.</u> Casi di studio e Normativa italiana. Analisi di opere geotecniche in zona sismica: Fondazioni superficiali e profonde. Opere di <u>sostegno e strutture interrato. Costruzioni in materiali sciolti.</u> Casi di studio e Normativa italiana.</p> <p>Esercitazioni: Trattamento di segnali accelerometrici. Oscillatore semplice. Interpretazione di prove di laboratorio ed in sito. Analisi della risposta sismica locale e verifiche a liquefazione di un sottosuolo reale. Analisi di stabilità di un pendio con metodi pseudo-statici e dinamici semplificati. Analisi di interazione terreno-struttura con metodi semplificati</p>	
Docente: FRANCESCO SILVESTRI	
Codice: 31974	Semestre: 1
<p>Prerequisiti / Propedeuticità: Suggerito dopo il corso di <i>Dinamica delle costruzioni ed ingegneria sismica e Fondazioni</i> (LM StreGa), dopo i corsi di <i>Stabilità dei pendii e Sicurezza del territorio e Opere Geotecniche</i> (LM AmbiTer)</p>	
Metodo didattico: lezioni, esercitazioni di calcolo in aula	
<p>Materiale didattico: Slides del corso e dispense integrative. Lanzo G., Silvestri F. (1998). <i>Risposta sismica locale. Argomenti di ingegneria geotecnica, Hevelius Edizioni.</i> Kramer S.L. (1996). <i>Geotechnical earthquake engineering. Prentice-Hall, New Jersey.</i> AGI (2005). <i>Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica – Linee guida. Patron, Bologna.</i> Crespellani T., Facciorusso J. (2010). <i>Dinamica dei terreni per le applicazioni sismiche. Flaccovio, Palermo.</i></p>	
Modalità di esame: colloquio con discussione degli elaborati di calcolo svolti nel corso delle esercitazioni	

Course title: EARTHQUAKE ENGINEERING AND STRUCTURAL CONTROL	
Course module (if applicable):	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Lectures (hrs): 50	Tutorials (hrs): 22
TWO-YEAR MASTER DEGREE IN STRUCTURAL AND GEOTECHNICAL ENGINEERING - Year: I	
<p>Course objectives: Scope of the course is to provide the required background knowledge of structural dynamics and basic methodologies for the design of engineered structures in seismic zones, as well as to conceive structural control systems able to reduce vibrations induced by other sources (wind, human and ambient born, traffic, industrial machines, etc.).</p>	
<p>Course contents:</p> <p>Dynamics of elastic SDOF systems: free vibrations, steady-state and generic forced vibrations, response spectrum representation of input action - Dynamics of elastic discrete MDOF systems: periods and vibration modes, modal analysis technique - Dynamics of continuum systems: one-dimensional shear and flexural beams, wave propagation in a three-dimensional body - Dynamic testing of structures: free and forced vibration tests - Inelastic dynamic response of structures: method of analysis, local and global ductility, energy balance</p> <p>Causes of earthquakes - Intensity and magnitude - Measurement instrumentation: seismometer, strong-motion accelerometer - Seismic waves – Amplification characteristics of surface waves and site response</p> <p>Behavior of constructions materials under dynamic loading: concrete, steel, other materials – Dynamic analysis of building structures: torsional vibration of space structures – Behavior of reinforced concrete structures: interaction between concrete and steel (bond, confining effect of transverse reinforcement, buckling of reinforcing bars), flexural and shear behavior of members, shear walls, beam-column connections, lateral load resisting systems - Behavior of steel structures: local buckling under monotonic and cyclic loading, behavior of beam and columns under monotonic and cyclic loading, connections, bracings – Outlines of behavior of composite, masonry and timber structures</p> <p>Earthquake resistant design: fundamental aseismic planning, static and dynamic analysis procedures, design earthquakes (response spectra and time histories), design of structural components (beams, columns, connections, shear walls, bracings, floor slabs) - Design of nonstructural elements, mechanical and electrical equipment - Aseismic design of foundations and retaining walls</p> <p>Dynamic structural control: classification (passive, active, semi-active an hybrid control), energy dissipation devices (viscous, visco-elastic, hysteretic and friction dampers), isolation and filtering devices, tuned mass dampers and tuned liquid dampers, semi-active (oleodynamic, electrorheological and magnethoreological) and active devices, design of structural control systems</p>	
Instructor: GIORGIO SERINO	
Code: 30334	Semester: 1st
Required/expected prior knowledge: Tecnica delle Costruzioni I.	
<p>Education method: The course is organized in theoretical lectures and practice sessions, during which numerous exercises and design problems will be considered and discussed. Every other week, a series homeworks will be assigned, to be completed within the subsequent two weeks.</p>	
<p>Textbooks and learning aids: The slides and the lecture notes are available on the instructor's web site (http://www.docenti.unina.it/giorgio.serino), together with the homeworks and midterm exams given in previous years. As textbooks, reference can be made to the followings:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A.K. CHOPRA, <i>Dynamics of structures: theory and applications to earthquake engineering</i>, Prentice Hall, 3rd edition, 2006. 2. Y. BOZORGNIA AND V.V. BERTERO, <i>Earthquake engineering: from engineering seismology to performance-based design</i>, CRC Press, Taylor and Francis Group, 2009. 3. M. WAKABAYASHI, <i>Design of earthquake resistant buildings</i>, McGraw-Hill, 1986. 4. L. NUNZIANTE, S. CHANDRASEKARAN, G. SERINO, F. CARANNANTE, <i>Seismic design aids for nonlinear analysis of reinforced concrete structures</i>, CRC Press, Taylor and Francis Group, 2009. 5. T.T. SOONG, M.C. CONSTANTINOU, <i>Passive and active structural vibration control in civil engineering</i>, Springer Verlag, 2002. 	
<p>Assessment: midterm examination, whose grade will be considered in the final score; final oral exam only after having completed all the homeworks, which have to be brought solved at the exam.</p>	

Insegnamento: FEM IN NONLINEAR STRUCTURAL ANALYSIS	
Modulo /i: Theoretical lectures and practical training	
CFU: 9	SSD: ICAR/08
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 30
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I o II	
Obiettivi formativi: Aim of the course is to illustrate the theoretical aspects and the numerical techniques underlying the analysis, in the static and dynamic case, of structures exhibiting geometrical and mechanical nonlinearities.	
Contenuti: Examples of the most frequent nonlinear behaviours in structural analysis. Geometrical and mechanical nonlinearities. Solution techniques of nonlinear problems: secant and tangent methods - Newton method and its variants. Line-search and arc-length. Examples of applications of such techniques to the ultimate limit state analysis of arbitrarily shaped reinforced concrete sections subject to axial force and biaxial bending. One-dimensional finite elements with mechanical nonlinearities: models with concentrated (plastic hinge) and distributed (fiber models) nonlinearities. Nonlinear analysis of framed structures and related solution techniques. Nonlinear static analysis (pushover) of framed structures. Comparison between limit analysis and ultimate limit analysis of framed structures. Numerical integration of the equations of motion of nonlinear structural systems. Dynamic analysis of frame structures subject to imposed accelerograms (time- history). Some examples of stability problems. Static and energetic approaches to the stability of elastic structures. Critical points of the equilibrium paths of a structural model: limit points of nonlinear models and bifurcation points (eulerian critical load). Sensitivity of structural problems to imperfections. Axial, flexural and torsion-flexural stability of beams. Stability of trusses and frames. The P-Delta method. Solution of stability problems by FEM.	
Docente: LUCIANO ROSATI	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Scienza delle Costruzioni (Solid Mechanics)	
Metodo didattico: Lectures, Tutorials, Seminars	
Materiale didattico : Lecture notes provided by the teacher.	
Modalità di esame: Oral exam	

Insegnamento: FONDAZIONI	
Modulo: Unico	
CFU: 9	SSD: ICAR/07
Ore di lezione: 55	Ore di esercitazione: 20
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I	
<p>Obiettivi formativi: il corso si propone di fornire le conoscenze necessarie alla progettazione, al monitoraggio ed al recupero delle fondazioni. Le fondazioni interagiscono con le strutture in elevazione e con i terreni ed una corretta progettazione non può prescindere dall'analisi di tali interazioni. Le basi per raggiungere l'obiettivo descritto sono costituite dallo studio di teorie con l'analisi dei rispettivi campi applicativi, dalla descrizione delle procedure di calcolo più diffuse ed efficienti e dalla definizione puntuale di metodi di calcolo per rispondere alle esigenze dettate dalle normative nel campo della progettazione delle fondazioni o del riuso delle fondazioni esistenti.</p>	
<p>Contenuti: <u>Cenni introduttivi sulle tipologie di fondazioni:</u> Fondazioni superficiali e profonde. <u>Richiami di meccanica dei terreni:</u> Condizioni drenate e non drenate, caratterizzazione geomeccanica in tensioni totali ed efficaci ed implicazioni nel progetto delle fondazioni superficiali e profonde. <u>Fondazioni superficiali:</u> Tipologie – Progetto agli stati limite: definizione dei principali SLU e SLE considerando l'interazione con la sovrastruttura – Carico limite e cedimenti assoluti e differenziali – Applicazioni di teoria della plasticità (teoremi dell'analisi limite) al problema del carico limite - Metodi di calcolo dei cedimenti e del loro decorso nel tempo (richiami ed approfondimenti sulla teoria del mezzo elastico stratificato e sulla teoria della consolidazione) – Analisi e metodi di calcolo per l'interazione tra sovrastruttura-fondazione e terreno – Sollecitazioni nelle strutture di fondazione e nelle strutture in elevazione- Ammissibilità dei cedimenti e progetto prestazionale. <u>Fondazioni su pali:</u> Tipologie – Tecnologie esecutive – Progetto agli stati limite: definizione dei principali SLU e SLE – Prove di carico statiche, quasi-statiche e dinamiche su pali: prove di progetto e prove di collaudo - Carico limite, spostamenti e sollecitazioni delle palificate sotto carichi verticali ed orizzontali – Approccio di progetto convenzionale e approcci innovativi di progetto su base prestazionale. <u>Interventi su fondazioni esistenti:</u> controlli, verifiche e cenni di progettazione di interventi di adeguamento e riutilizzo di fondazioni superficiali e profonde.</p> <p>Esercitazioni: Progettazione e conduzione di campagne di indagine finalizzate al progetto di nuove fondazioni superficiali e profonde – Interpretazione dei risultati e realizzazione di un adeguato modello geomeccanico del sottosuolo – Assegnazione di diverse tipologie di strutture in elevazione e di siti con indagini disponibili – Criteri generali di indirizzo per l'individuazione della soluzione di fondazione ottimale - Sviluppo di una relazione di calcolo completa sulla fondazione concepita Cenni di progettazione e gestione di sistemi di monitoraggio delle opere.</p>	
Docente: GIANPIERO RUSSO	
Codice: 05255	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lezioni, Esercitazioni, Seminari applicativi	
<p>Materiale didattico :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentazioni/slides adottate durante il corso disponibili sia sul sito web docente sia sulla pagina facebook del corso. • <i>Fondazioni di C. Viggiani ed. Hevelius – Benevento 2003</i> • <i>Piles and Pile Foundation. G. Russo , A. Mandolini & C. Viggiani-Spoon Press imprint of Taylor & Francis – London 2012 – ISBN 978-0-41549066-5</i> 	
Modalità di esame: Colloquio finale con esercizi scritti e discussione della relazione di calcolo	

Course title: STATIC AND SEISMIC FOUNDATION DESIGN	
Course module (if applicable):	
CFU: 9	SSD: ICAR/07
Lectures (hrs): 56	Tutorials (hrs): 16
TWO-YEAR MASTER DEGREE IN STRUCTURAL AND GEOTECHNICAL ENGINEERING – Year: I LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA – Anno di corso: I	
Course objectives: the course aims to provide the students with the knowledge needed to correctly design, monitor and reuse foundations under static and seismic loadings. Foundations always interact with both superstructures and subsoil and a safe and reliable design cannot neglect such interaction mechanisms. The study of theoretical aspects with their applications, calculations procedures and design methods to satisfy the needs imposed by static and seismic performance requirements and codes/regulations are the bases of the course....	
Course contents: Introduction on foundation types: Deep and shallow foundations. Definition of static and dynamic properties of soils relevant to foundation analysis and design. Overview on field and laboratory investigations for static and seismic characterization of the subsoil. Shallow foundations: Types – Limit state design: ULS and SLS definitions – Bearing capacity and absolute and differential settlement – Plasticity theory applications to the bearing capacity problem (Upper bound and lower bound theorems) – Settlements calculations and time effects - Analysis and methods to solve superstructure-foundation-soil interaction – Allowable settlement and performance based design. Pile foundations: Types and technology – Limit state design: ULS and SLS definitions – Static and dynamic load tests – Bearing capacity, settlement and stress for piled raft under vertical and horizontal loading – Conventional capacity based design and new trends in performance based design. Re-use of existing foundations: integrity checks and design Dynamic soil-foundation-structure interaction: basic definitions; free-field ground motion; inertial and kinematic interaction; classification of the analysis methods. Free-field motion: theory; empirical methods and significant case studies; dynamic analysis of seismic site response; simplified subsoil classification criteria; assessment of liquefaction potential with simplified and numerical methods. Shallow foundations: pseudo-static analysis of bearing capacity; dynamic analysis of inertial interaction; impedance functions of footings; equivalent simple oscillator on compliant base. Case studies. Deep foundations: pseudo-static analysis of bearing capacity; pseudo-static and dynamic analysis of kinematic and inertial interaction; filtering effect; impedance functions of piles; behavior of pile groups. Case studies.	
Lecturer: GIANPIERO RUSSO, FRANCESCO SILVESTRI	
Code: ...	Semester: 1st
Required/expected prior knowledge: ...Soil Mechanics	
Education method: ...	
Textbooks and learning aids : Mandolini A., Russo G., Viggiani C. (2012). Piles & Pile Foundations Ed. Spon Press Kramer S.L. (1996). Geotechnical earthquake engineering. Prentice-Hall, New Jersey. Hsai-Yang Fang (1991). Foundation engineering handbook. Van Nostrand Reinhold.	
Assessment: oral test with discussion of the tutorials.	

Insegnamento: INDAGINI E MONITORAGGIO GEOTECNICO	
CFU: 9	SSD: ICAR/07
Ore di lezione: 55	Ore di esercitazione: 26
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: <i>Descrivere strumenti, tecniche esecutive, modalità e criteri di indagine, monitoraggio e controllo delle opere geotecniche e del sottosuolo ed interpretazione dei risultati finalizzata alla progettazione di una rete di monitoraggio per un'opera di ingegneria geotecnica alla luce della normativa vigente.</i>	
Contenuti: Requisiti e progetto di opere geotecniche. Volume significativo nell'interazione sottosuolo-opere. Finalità, limiti e mezzi d'indagine. Frequenza delle indagini. Esplorazione del sottosuolo: metodi diretti ed indiretti. Penetrometri statici (standard, a punta piezometrica, ambientale, piezocono). Penetrometro dinamico. Interpretazione delle prove penetrometriche a fini stratigrafici e meccanici. Scissometro. Pressiometro. Misura delle pressioni neutre: piezometri, piezometri idraulici, celle piezometriche, tensiometri. Prontezza degli strumenti. Misure di permeabilità. Misura delle proprietà meccaniche a bassi livelli di deformazione. Misura del regime di tensione totale. Assestimetri. Inclinatori. Prove non distruttive. Cenni sulle normative delle opere pubbliche finalizzati alle applicazioni alla progettazione geotecnica. Misure sperimentali avanzate su opere in vera grandezza. Misure e controlli pre e post-intervento. Monitoraggio geotecnico. Applicazione delle nozioni acquisite per l'elaborazione di un progetto di monitoraggio geotecnico di un'opera di ingegneria civile e valutazione del comportamento osservato.	
Codice:	Semestre: II
Docente: MASSIMO RAMONDINI	
Prerequisiti / Propedeuticità: -	
Metodo didattico: Lezioni, Esercitazioni, Seminari applicativi	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Colloquio finale con esercizi scritti e discussione della relazione di calcolo	

Insegnamento: INNOVATIVE BUILDING MATERIALS	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Lectures: 50	Tutorials: 20
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA – Year I	
Course objectives: To provide fundamental knowledge and criteria for selection, design and verification of structural reinforced concrete and masonry members using innovative materials.	
Course contents: Innovative materials: high-performance concrete and fiber-reinforced concrete, high performance steel, fiber reinforced polymer (FRP) composites; mechanical properties; creep and shrinkage; structural safety, safety factors. Reinforced and prestressed concrete using innovative materials: flexure and axial loads, shear, bond, cracking and deflection; specifications and standards; structural applications. Reinforced concrete and masonry members upgraded with FRP laminates and FRCM materials. Criteria for the design of seismic upgrade of reinforced concrete and masonry structures. Design examples according to Italian Guidelines CNR DT 200.	
Docente: ANDREA PROTA, ROMINA SISTI	
Exam Code: 20614	Semester: I
Requirements / Prerequisites: None	
Teaching Method: Lecturers, Examples, Tutorials, Discussion of Case studies	
Learning material: - Class notes. Course notes - Italian Guidelines CNR DT 200 (English version) - Model Code 2010 - fib bulletin 14 - ACI 440 guidelines on FRP materials for FRP reinforced concrete and for FRP strengthened concrete and masonry structures	
Final exam: Oral exam on course contents and on design examples carried out during the course.	

Course title: LIMIT ANALYSIS OF STRUCTURES	
ECTS: 9	SSD: ICAR/08
Lectures (hrs): 50	Tutorials (hrs): 30
Year: I	
<p>Course objectives and overview: This course aims at providing students with a solid background on the theorems of Limit Analysis of structures and plasticity fundamentals of continuous bodies. Topics covered include: yield stress, plastic flow rules, materials stability, limit design of frames, plates and shells, structural collapse, variable loads in stable (shakedown) and unstable phase. A complete series of tutorials and applications in the static and kinematic Limit Analysis point of view are developed.</p>	
<p>Course contents: Elastic-plastic material responses - Laboratory tests on materials. Phenomenological models. The tensile test for steel and aluminium. Residual strain, Bauschinger effect. Tests in presence of multi-dimensional stress states until failure. Yield conditions for isotropic and non-isotropic materials: Tresca-Saint Venant, Henky-Von Mises, Hill, Schleicher, Mohr-Caquot, Mohr-Coulomb, Drucker-Prager, Tsai-Hill. Foundations of plasticity Theory - The Prandtl-Reuss flow rule. The Plastic potential. Associative and non-associative flow rules. Lévy-Von Mises and Tresca-Saint Venant associative flow rules. Elastic-perfectly plastic and elastic-hardening models. Isotropic and kinematic hardening. The Drucker's stability postulate and its consequences. The problem of elastic-plastic equilibrium. Yield interaction axial force–bending moment - Axial force-bending moment yield interaction. M-N plastic domains. Plastic flow and normality rule. Convexity of domain. The plastic hinge concept. Plastic torsion - The flux function for shear stress. The limit torque of beam sections. The sand cone analogy. Elastic-plastic analysis of solids and structures until collapse – Concept of plastic collapse. Step-by-step analysis of structures. General Theorems of Limit Analysis: static (safe or lower bound) theorem, kinematic (unsafe or upper bound) theorem for frame structures and three-dimensional Cauchy continua. Linearly increasing loads: static and kinematic bounds for the limit load multiplier (lower and upper bounds). Corollaries of Limit Analysis theorems (Feinberg theorems). Limit Analysis of beams assemblies and frames: uniqueness of collapse multiplier, multiplicity of failure mechanism. Collapse analysis with static theorem through a constrained optimization problem (usually linear programming), and kinematic theorem via the method of combined mechanisms. Collapse parametric analysis of frames. Limit Analysis examples for continuous elastic-plastic solids. Plate and shells – Introduction to limit response of plates and shells, applications of the static and kinematic theorem. Shakedown of structures - Beam structures under variable loads. The incremental collapse. The Colonnetti's principle. The shakedown static theorem (lower bound shakedown theorem - Bleich-Melan). The shakedown kinematic theorem (upper bound shakedown theorem - Koiter). Bleich-Melan approach as a mathematical programming procedure. Upper bound of displacement in elastic-plastic adaptation. Computer codes: Mathematica, Excel, Sap2000, Ansys.</p>	
Professor: ANTONIO GESUALDO	
Code identifier: 26518	Semester: II
Requirements / Prerequisites: None	
Teaching method: Lectures, exercises and tutorials	
<p>Learning material Class notes. Course notes. Basic reading Horne MR (1979) <i>Plastic theory of structures</i>. Pergamon Press. Neal BG (1977) <i>The Plastic Methods of Structural Analysis</i>. Chapman and Hall.</p>	

Baker J, Heyman J (1980) *Plastic Design of Frames. 1 Fundamentals*. Cambridge University Press.
Heyman J (2008) *Plastic Design of Frames. 2 Applications*. Cambridge University Press.
Kachanov L M ((2004) *Fundamentals of the Theory of Plasticity*. Dover Publications.

Further reading

Yu M-H, Ma G-W, Li J-C (2009) *Structural Plasticity. Limit, Shakedown and Dynamic Plastic Analyses of Structures*. Springer.

Hashiguchi K (2009) *Elastoplasticity Theory*. Springer.

Lubliner J (2008) *Plasticity Theory*. Dover Publications.

König JA (1987) *Shakedown of Elastic-Plastic Structures*. Elsevier Science Ltd.

Exam: final oral examination after completion of two assigned applications during the course.

Course title: MECHANICS OF COMPOSITE AND ADVANCED MATERIALS	
Course module: Theoretical lectures and practical training	
CFU: 9	SSD: ICAR/08
Lectures (hrs): 50	Tutorials (hrs): 30
TWO-YEAR MASTER DEGREE IN STRUCTURAL AND GEOTECHNICAL ENGINEERING – Year: I or II LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA – Anno di corso: I or II	
<p>Course objectives: Composite and advanced materials are widely adopted in different field of Engineering and in the last decades there is great interest for these materials in Civil Engineering. Composites are obtained by assembling at least two different materials characterized by specific mechanical properties. The combination of different materials allows to get new materials with specific and interesting features. Advanced materials are characterized by extraordinary performances; Shape Memory Alloys are able to recover their initial configuration after a thermo-mechanical cycle, while Piezoelectric materials are able to convert the mechanical energy in electric energy and vice-versa, useful in many applications such as in the energy harvesting and structural monitoring. The aim of the course is to provide the capacity to model the mechanical response of the composite and advanced materials, allowing the possibility of predicting the behavior of new composites and, eventually, to tailor and design new materials, considering also their nonlinear behavior, including plasticity, viscoplasticity, damage, fracture.</p>	
<p>Course contents: Thermo-mechanics of materials: anisotropy, elastic and plastic deformation, creep and stress relaxation, thermo-elasticity, elements of damage, fracture and fatigue. Theory of Homogenization: concepts and definitions, analytical and numerical homogenization and localization techniques, derivation of overall properties and failure mechanisms in composites.</p>	
Lecturer: ELIO SACCO	
Code: ...	Semester: 1st
Required/expected prior knowledge: Statics, Elasticity, Strength of materials.	
Education method: Lectures with both slides and blackboard; Tutorials and examples of calculations; Seminars.	
<p>Textbooks and learning aids : Nemat-Nasser and Hori, Micromechanics of heterogeneous media, North-Holland, 1999 R. Jones, Mechanics of Composite Materials, Taylor & Francis, 1999 J. Aboudi, Mechanics of Composite Materials, Elsevier Science, 1991 Lecture notes distributed by the teacher</p>	
Assessment: Oral examination.	

Insegnamento: MODELLAZIONE STRUTTURALE	
Modulo /i:	
CFU: 9	SSD: ICAR/08
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 40
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I o II	
Obiettivi formativi: Il corso si propone di presentare elementi di base ed esempi applicativi nella valutazione della capacità portante di strutture semplici e complesse.	
Contenuti: Modelli continui mono-bi-tridimensionali per l'analisi di elementi portanti nell'ingegneria strutturale. Richiami di nozioni di base: cinematica, dualità ed equilibrio. Comparazione tra formulazioni variazionali e differenziali in Meccanica Strutturale ed implicazioni computazionali. Modelli monodimensionali: verghe, funi, travi di Timoshenko e Bernoulli-Euler. Esempi applicativi: curve funicolari, funi di sospensione, catenarie, stralli, travi spaziali curve. Modelli bidimensionali: membrane, piastre di Reissner-Mindlin, Kirchhoff e von Kármán. Esempi applicativi con calcolo automatico di piastre e volte. Introduzione ai fenomeni di instabilità strutturale: esempi e problematiche. Instabilità flessionale di verghe compresse. Instabilità flessio-torsionale di travi in parete sottile con sezione aperta. Instabilità di lastre e volte. Approcci teorici e computazionali. Influenza del comportamento post-critico sulla valutazione della sicurezza strutturale. Sensibilità alle imperfezioni. Biforcazione e carico limite. Applicazioni a travi, volte cilindriche e sferiche. Aspetti progettuali e realizzativi di strutture rappresentative nel panorama internazionale.	
Docente: RAFFAELE BARRETTA	
Codice: 19220	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Scienza delle Costruzioni	
Metodo didattico: frontale con suggerimenti per ricerche autonome su argomenti specifici.	
Materiale didattico: Romano G.: Scienza delle Costruzioni, Tomi I e II, Hevelius, Benevento (2002). Corradi Dell'Acqua L.: Meccanica delle Strutture, Volume 3, McGraw-Hill, Milano (1994). Appunti dalle lezioni disponibili in rete.	
Modalità di esame: orale con tesina facoltativa.	

Insegnamento: MODELLI E METODI NUMERICI PER L'INGEGNERIA	
Modulo /i:	
CFU: 9	SSD: MAT/07
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 40
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I	
<p>Obiettivi formativi: Dopo questo corso l'allievo/a dovrebbe essere capace di: risolvere equazioni a derivate parziali usando metodi numerici, usare il metodo delle differenze finite ed il metodo degli elementi finiti, usare Matlab per il calcolo scientifico, modellare problemi d'Ingegneria con equazioni a derivate parziali.</p>	
<p>Contenuti: Questo corso si propone di fornire conoscenze avanzate di metodi e modelli matematici e numerici per risolvere Equazioni a Derivate Parziali (EDP) che intervengono in problemi di Ingegneria. I seguenti argomenti saranno trattati: Conduzione del calore e diffusione, incluso i mezzi porosi; Metodo delle differenze finite, incluso il metodo delle linee; Metodo degli elementi finiti; EDP paraboliche, iperboliche, ellittiche; Equazioni Differenziali Ordinarie (problemi di valori al bordo); Calcolo scientifico su piattaforma Matlab; Onde; Equazione della trave; Diffusione in due e tre dimensioni spaziali.</p>	
Docente: BERARDINO D'ACUNTO	
Codice:	Semestre: 1
Prerequisiti / Propedeuticità: Analisi Matematica, Meccanica Razionale	
Metodo didattico: Lezioni, Esercitazioni	
Materiale didattico : B. D'Acunto, Computational Partial Differential Equations For Engineering Science, Nova Publisher, New York.	
Modalità di esame: Esame orale	

Insegnamento: OPERE DI SOSTEGNO	
Modulo /i:	
CFU: 9	SSD: ICAR07
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 30
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I o II	
<p>Obiettivi formativi: fornire gli aspetti teorici relativi alla spinta delle terre ed i procedimenti di calcolo per il progetto e la verifica di muri di sostegno, paratie ed ancoraggi sottoposti prevalentemente a carichi statici, riportando alcuni cenni agli effetti dinamici sulle medesime strutture.</p> <p>Vengono inoltre esaminati gli stati tensionali e deformativi nell'intorno di scavi per la realizzazione di opere interrato in ambiente urbano (e.g. pozzi di stazione, parcheggi interrati etc.) prendendo in esame anche gli effetti di subsidenza indotti sul piano campagna.</p>	
<p>Contenuti: Spinta delle terre: Condizione di equilibrio limite attivo e passivo in terrapieni sostenuti da strutture di sostegno. Valutazione delle condizioni geometriche del problema, delle proprietà meccaniche del terreno, regime delle pressioni neutre, entità delle deformazioni e relativi spostamenti. Progettazione delle opere di sostegno: Vengono esaminati i procedimenti di calcolo di muri, paratie, palancole libere o ancorate partendo dai metodi tradizionali basati sulla soluzione del calcolo a rottura per poi affrontare approcci di calcolo più complessi (i.e.: metodi a molle, metodo f.e.m.). Valutazione degli spostamenti al contorno di scavi: si introducono alcune metodiche per la valutazione degli spostamenti a tergo di opere di sostegno e dei loro effetti sulle strutture e infrastrutture preesistenti al contorno.</p>	
Docente: MARCO VALERIO NICOTERA	
Codice: 08606	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni	
<p>Materiale didattico:</p> <p><i>Materiale reso disponibile sul sito web del docente e scaricabile dagli studenti iscritti al corso:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • “Appunti di Opere di Sostegno” A. Evangelista • Presentazioni e dispense su argomenti specifici affrontati durante il corso • Normative e raccomandazioni varie <p><i>Testi suggeriti:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • “Deep Excavation: Theory and Practice” Chang-Yu Ou, Taylor & Francis, London • “Earth Pressure and Earth-retaining Structures” 3th edition, Clayton C.R.R., Woods R.I., Bond A.J., Milititsky J., Spon Press • “La spinta delle terre e le opere di sostegno”, Clayton C.R.I., Milititsky J., Woods R.I., Hevelius edizioni, Benevento • “Progettazione Geotecnica secondo l'Eurocodice 7 (Uni En 1997) e le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008)”, Lancellotta Renato, Costanzo Daniele, Foti Sebastiano, Hoepli, Milano. 	
Modalità di esame: Esame orale consistente nella discussione preliminare di una o più delle esercitazioni svolte durante il corso e successivo approfondimento su argomenti teorici.	

Insegnamento: PROGETTO E CONSOLIDAMENTO DI STRUTTURE IN MURATURA	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 24
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire i criteri generali e i metodi per la simulazione del comportamento strutturale degli edifici in muratura, che costituiscono una frazione elevata del costruito italiano e mondiale. Il corso tratta sia la progettazione degli edifici di nuova costruzione ubicati in zona sismica, sia la valutazione strutturale e il consolidamento degli edifici esistenti in muratura.	
Contenuti: <i>Argomenti teorici</i> <i>Nozioni introduttive:</i> Tipologie costruttive, norme, stati limite, modelli strutturali, modellazione geometrica di pareti regolari e irregolari, modelli delle azioni, peculiarità della risposta sismica degli edifici in muratura (risposta locale e globale, ruolo degli impalcati e dei collegamenti). <i>Modellazione meccanica dei materiali:</i> Modalità di prova, resistenze, caratteristiche elastiche e legami costitutivi di elementi lapidei (naturali e artificiali), malte e murature. <i>Analisi strutturale di edifici in muratura soggetti a carichi gravitazionali e azioni orizzontali non sismiche:</i> Modelli geometrici, modelli delle azioni, eccentricità dei carichi, verifiche di sicurezza. <i>Modellazione di pareti in muratura soggette ad azioni sismiche orizzontali:</i> Modellazione a macro-elementi, tipi di crisi nel piano delle pareti, domini di resistenza dei pannelli di maschio (pressoflessione, taglio da trazione, taglio da scorrimento), domini di resistenza dei pannelli di fascia (semplici e armati), curve caratteristiche forza–spostamento dei pannelli di maschio e di piano. <i>Analisi per azioni sismiche locali:</i> Meccanismi di collasso fuori dal piano, modelli a macro-blocchi e semplificati, analisi statica lineare, analisi cinematica lineare e non lineare, verifiche di sicurezza. <i>Analisi sismica statica lineare:</i> Taglio alla base e sua distribuzione lungo l'altezza, ripartizione delle azioni sismiche orizzontali di piano, sforzi normali indotti dalle azioni orizzontali, verifica dei pannelli di maschio, sollecitazioni in pannelli di nodo e di fascia, verifica dei pannelli di fascia. <i>Analisi della capacità portante di pareti forate:</i> Analisi statica incrementale in controllo di forza di pareti regolari e irregolari, moltiplicatore di crisi agli stati limite di danno e salvaguardia della vita. <i>Analisi sismica statica non lineare (pushover):</i> Modellazione avanzata a macro-elementi (legami costitutivi non lineari, stati limite deformativi, curve caratteristiche in controllo di deformazione, criteri di crisi), analisi statica incrementale in controllo di forza e di spostamento, curve di capacità, definizione dell'oscillatore semplice equivalente con legame elasto-plastico, valutazione della domanda sismica, stima del fattore di struttura, verifiche di sicurezza in termini di spostamento. <i>Analisi di archi e volte:</i> Tipologie costruttive, comportamento degli archi isostatici e iperstatici, caratteristiche della sollecitazione interna, teoria dell'ellisse di elasticità, calcolo della spinta e della caduta di spinta, arco a tre cerniere, arco a due cerniere, arco a spinta eliminata, arco incastrato. <i>Consolidamento delle strutture in muratura:</i> Iniezioni semplici e armate, paretine armate, cerchiatura di pilastri, incatenamenti e tiranti, cordoli in c.a., piattabande, irrigidimento di solai in legno, rinforzo esterno con materiali fibro-rinforzati a matrice organica (FRP) o inorganica (FRCM).	
Esercitazioni progettuali Progettazione o valutazione strutturale di un edificio in muratura ubicato in zona sismica. Ciascuna esercitazione tratta uno stato di avanzamento della progettazione o valutazione.	
Docenti: GIAN PIERO LIGNOLA	
Codice: 	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Dinamica delle costruzioni ed ingegneria sismica o, equivalentemente, Earthquake engineering and structural control	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni progettuali	
Materiale didattico:	

Insegnamento: PROJECT MANAGEMENT PER LE OPERE CIVILI	
Modulo /i:	
CFU: 9	SSD: ING-IND/35
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 30
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I o II	
<p>Obiettivi formativi: Sviluppare la capacità di pianificare e controllare, secondo la duplice dimensione temporale ed economica, i progetti relativi ad Opere Civili ed Infrastrutture, attraverso l'appropriato e consapevole utilizzo delle tecniche di Project Management</p>	
<p>Contenuti: Introduzione al Project Management. Il significato di progetto secondo il Project Management Institute (PMI). Il Project Management. Il ciclo di vita del progetto. I processi di Project Management secondo il PMI. L'avvio del progetto, la realizzazione del project plan, il project charter. La gestione della pianificazione del progetto: il processo di pianificazione del progetto: la definizione dello scopo di progetto, la definizione della WBS (Work Breakdown Structure), la realizzazione della WBS, le regole da rispettare per la realizzazione della WBS. La definizione delle responsabilità organizzativa nella realizzazione del progetto: la Organization Breakdown Structure (OBS) e la Responsabilità Assignment Matrix (RAM). La definizione delle attività e la stima delle risorse. I metodi per la stima delle risorse dei progetti: Metodi di tipo bottom-up, Metodi di tipo top-down, Metodi di stima per analogia, Metodi di stime parametriche, Metodi di stima basati sul parere di esperti. Confronti tra i diversi metodi e criteri di scelta. La schedulazione del progetto: l'identificazione dell'ordine di esecuzione delle attività e dei vincoli di precedenza, la costruzione del reticolo del progetto, la schedulazione del progetto attraverso il Critical Path Method (CPM), il diagramma di Gantt ed il suo impiego nella pianificazione del progetto. Peculiarità delle commesse e del ciclo di pianificazione e controllo delle commesse nel campo delle Opere ed Infrastrutture Civili La costruzione del preventivo di commessa: il preventivo iniziale d'offerta, il preventivo esecutivo, il preventivo aggiornato. La consuntivazione dei costi di commessa. Il controllo dell'avanzamento. Il metodo dell'Earned Value e le sue applicazioni. L'analisi degli scostamenti. L'individuazione degli interventi correttivi e la riprogrammazione delle attività. Il ruolo del Project Management e le competenze richieste per operare con successo in tale ruolo. Gli Istituti internazionali accreditati per la certificazione delle competenze di Project Manager, cenni sull'iter relativo all'acquisizione della certificazione.</p>	
Docente: GUIDO CAPALDO	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni, illustrazione di casi di studio, seminari e testimonianze di esperti	
<p>Materiale didattico : Libro di testo "Project Management: principi, metodi ed applicazioni al settore delle opere civili" (di Guido Capaldo ed Antonello Volpe), Mac-Graw Hill, 2011 Casi di studio, esercizi ed ulteriori materiali didattici, pubblicati nel sito docente e nel sito del libro di testo Relazioni progettuali per lo sviluppo dell'elaborato di Project Management Dispense integrative fornite dal Docente</p>	

Modalità di esame:

Discussione di un elaborato progettuale sviluppato nell'ambito del corso, relativo ad una specifica tipologia di progetto per il quale l'Allievo dovrà sviluppare ed applicare le metodologie di pianificazione e controllo illustrate durante il corso.

Colloquio orale

Per coloro che superano l'esame è previsto il riconoscimento dei crediti formativi per l'accesso alla certificazione del primo livello del PMI (Project Management Institute)

Insegnamento: **RISCHI GEOLOGICI NELLA PROGETTAZIONE DI OPERE DI INGEGNERIA CIVILE**

PROGRAMMA DEL CORSO (9 crediti)

CFU: 9

SSD: GEO/05

Ore di lezione: 60

Ore di esercitazione: 30

LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I o II

Obiettivi formativi:

Il corso si propone di fornire le diverse metodologie di studio per la mitigazione del “rischio geologico” nella progettazione di opere di Ingegneria Civile. Vengono trattati i problemi applicativi associati alle diverse tipologie di “pericolosità geologica”. Per quanto riguarda la stabilità si affrontano i problemi legati a frane, sia rapide che a cinematisimo lento e i fenomeni di cedimento, di liquefazione o di sprofondamento improvviso (“sinkhole”). Per la pericolosità alluvionale viene affrontato lo studio dei fenomeni torrentizi e di trasporto solido in contesti di conoidi alluvionali attivi.

Gli allievi, attraverso anche analisi di fotointerpretazione e sopralluoghi in campo, avranno la possibilità di esercitarsi nella ricerca di possibili soluzioni per la mitigazione del rischio geologico sia aree urbane che per la progettazione di strade, ferrovie, gallerie e dighe.

Contenuti:

Cenni di geologia di base

- costituzione interna della Terra; tettonica a placche; vulcanismo; terremoti.
- tettonica, e principali processi geomorfologici
- le principali rocce affioranti (igneie, sedimentarie e metamorfiche);
- i principali domini geologici dell'Appennino centro-meridionale: rischi e risorse.

Cenni sui principali rischi naturali

- il rischio vulcanico ed il rischio sismico: problemi geologici nella progettazione ed esecuzione di opere di ingegneria civile.
- il rischio da frana; classificazione delle frane: metodologie di studio, interventi e monitoraggio
- le colate rapide detritico-fangose
- le frane a cinematisimo lento
- le frane in roccia
- i fenomeni alluvionali torrentizi
- le liquefazioni ed i fenomeni di sprofondamento improvviso (sinkhole)
- il rischio idrogeologico ed i PAI delle Autorità di Bacino

L'analisi di foto interpretazione nella progettazione di opere di ingegneria

- la foto interpretazione, la stereoscopia, riconoscimento di litotipi e strutture geologiche
- esercitazioni su coppie stereoscopiche zenitali e frontali

RISCHI GEOLOGICI NELLA PROGETTAZIONE DI OPERE DI INGEGNERIA

(applicazioni per aree urbane, strade, ferrovie, gallerie, dighe)

aree interessate da colate detritico fangose

- fotointerpretazione
- geomorfologia del versante
- spessore delle coltri piroclastiche; pendenze
- susceptibilità a franare e calcolo del run out delle frane
- stima delle magnitudo delle frane
- scelte progettuali per la mitigazione del rischio, interventi e piano di monitoraggio.

aree interessate da frane in roccia

- fotointerpretazione di coppie stereoscopiche frontali
- geologia e geomorfologia della parete
- assetto geologico e strutturale della parete
- stendimenti geomeccanici e classificazione dell'ammasso
- caratteristiche geologiche del settore pedemontano
- susceptibilità a franare
- meccanismi di rottura e stima del blocco di progetto
- scelte progettuali di intervento e piano di monitoraggio

aree interessate da frane a cinematismo lento

- fotointerpretazione
- evoluzione geomorfologia di versanti in frana
- anomalie del reticolo idrografico e definizione del corpo di frana in pianta
- piano di indagini per valutare la profondità della superficie di scorrimento
- scelte progettuali di interventi per la mitigazione del rischio; piano di monitoraggio

aree interessate da flussi iperconcentrati di conoidi alluvionali

- fotointerpretazione
- geomorfologia e caratteristiche del bacino imbrifero
- geomorfologia dell'apparato di conoide; conoidi attivi e fossili; conoidi incastrati e sovrapposti
- interazioni dei flussi iperconcentrati con l'urbanizzato
- definizione della campagna di indagini per lo studio dei conoidi alluvionali
- indicazioni sulle possibili scelte progettuali di interventi e piano di monitoraggio.

I fenomeni di liquefazione e di sprofondamento improvviso (sinkhole)

- i fenomeni di liquefazione e caratteristiche geologiche dei siti
- i sinkhole naturali e le aree carsiche
- l'attività estrattiva, cavità sotterranee ed i sinkhole antropici
- interazioni tra sinkhole ed opere di ingegneria
- piano di indagini per il riconoscimento di cavità sotterranee
- cenni sui possibili interventi e piano di monitoraggio

Esecuzioni di sezioni geologico tecniche di dettaglio per la progettazione di:

- strade; ferrovie, acquedotti
- gallerie
- dighe

Escursioni didattiche

- studio geostrutturale di costoni rocciosi in frana, stendimenti geomeccanici e classificazione degli ammassi rocciosi
- visita guidata su aree in frana e conoidi alluvionali attivi e relativi interventi di mitigazione del rischio.

Docente: ANTONIO SANTO

Codice: 19098

Semestre: I

Prerequisiti: Propedeuticità: nessuna

Metodo didattico: Lezioni teoriche, esercitazioni ed escursioni didattiche

Materiale didattico : slide, appunti del corso e pubblicazioni scientifiche disponibili sul sito web docenti unina.

Modalità di esame: prova scritta e colloquio orale

Insegnamento: SISTEMI INFORMATIVI PER LE COSTRUZIONI BIM	
Modulo/i: -	
CFU: 9	SSD: ICAR 09
Ore di lezione:	Ore di esercitazione:
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: II	
<p>Obiettivi formativi: Il corso fornirà gli elementi di base delle metodologie BIM (Building Information Modeling) per la gestione delle informazioni nei processi di progettazione, realizzazione e manutenzione di opere civili. Il corso consentirà agli studenti di acquisire gli strumenti principali per poter gestire e condividere le informazioni attraverso l'approccio BIM e di poter progettare in un ambiente interoperabile, in collaborazione con le diverse figure professionali e gli stakeholder coinvolti nei processi. Si forniranno inoltre gli strumenti principali per poter operare con i principali applicativi software.</p>	
<p>Contenuti: Il corso introdurrà i concetti di Building Information Modeling e di interoperabilità dei dati, chiarendone i diversi aspetti e la tassonomia adoperata a livello internazionale. Verrà illustrata l'evoluzione dell'approccio BIM, i relativi livelli di maturità (dal livello 0 al livello3), i LOD (level of detail) della progettazione BIM, offrendo una panoramica delle diverse modalità di utilizzo nei diversi Paesi. Verranno presentati gli standard di condivisione dei dati, le principali interfacce software e le modalità con le quali le informazioni vengono rese interoperabili tra di essi. Il corso introdurrà inoltre ai documenti normativi che individuano gli standard di condivisione delle informazioni progettuali in ambiente BIM. Sarà illustrato il quadro normativo internazionale, con un focus sui diversi Paesi che adoperano il BIM. Saranno descritti i principali protocolli di gestione dei dati e di organizzazione delle fasi progettuali, adottati in Europa e negli Stati Uniti. Il corso illustrerà in dettaglio l'organizzazione delle fasi di lavoro in un approccio BIM. Si illustrerà l'organizzazione dei ruoli, delle competenze e delle responsabilità delle diverse figure che compongono un team BIM e degli altri attori coinvolti, sia nella fase progettuale che in quella realizzativa di un'opera, attraverso il BIM execution plan. Si affronteranno le principali metodologie BIM adoperate in fase di realizzazione dell'opera, per il controllo della corretta esecuzione dei lavori e la loro gestione e per la ricostruzione del modello "as built" dell'opera (Construction Management). Affronterà altresì le metodologie BIM per la gestione delle opere esistenti (Facility Management) a supporto della manutenzione ordinaria e della progettazione di interventi di riqualificazione.</p>	
<p>Esercitazione: Si svilupperanno alcune applicazioni progettuali, principalmente focalizzate sulla progettazione strutturale, adoperando i principali applicativi BIM. Si tratteranno in particolare gli applicativi che consentono di condurre il calcolo strutturale, di integrare la progettazione strutturale e quella architettonica e di condurre valutazioni economiche, di tempi e di impatto ambientale delle lavorazioni.</p>	
Docente: DOMENICO ASPRONE	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: nessuna	
Metodo didattico: lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni, dispense integrative delle lezioni in alcuni casi	
Modalità di esame: Discussione dell'elaborato progettuale e colloquio finale.	

Insegnamento: STABILITA' DEI PENDII E SICUREZZA DEL TERRITORIO	
Modulo /i:	
CFU: 9	SSD: ICAR/07
Ore di lezione: 54	Ore di esercitazione: 28
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I o II	
Obiettivi formativi: Trasferire agli allievi le conoscenze necessarie per operare nel campo della stabilità dei pendii (in rocce sciolte e lapidee) e della stabilità delle aree costruite, in cui siano temuti dissesti del sottosuolo capaci di compromettere la stabilità delle costruzioni.	
Contenuti: <u>Lezioni.</u> Caratterizzazione meccanica dei terreni sciolti. Caratterizzazione meccanica delle rocce lapidee. Modellazione geomeccanica di ammassi di rocce fratturate: discontinuità e relativi criteri di resistenza. Indagini e monitoraggio di grandezze rilevanti nella stabilità dei pendii. Cause delle frane, interpretazione meccanica. Analisi della filtrazione nei pendii. Analisi di stabilità 2D e 3D. Metodi dell'equilibrio limite: pendio indefinito, cunei, metodi delle strisce: equazioni di equilibrio ed incognite. Resistenza operativa in frane di primo distacco e riattivate. Metodi delle tensioni (analisi FEM). Condizioni di drenaggio a rottura in relazione alle cause della frana. Pendii artificiali: fronti di scavo, trincee stradali, miniere (cenni), scavi in frana, rilevati, rilevati su corpi di frana, cenni alle costruzioni di terra (argini di terra, dighe zonate). Classificazione delle frane (Varnes, 78). Velocità e danni attesi: scala di Varnes. Interazione fra infrastrutture e corpi di frana. Danni possibili, misure di protezione. Rischio di frana e mitigazione: previsione, prevenzione, emergenza. Principi di funzionamento degli interventi attivi: rimodellamento, drenaggi superficiali e profondi, palificate, chiodi e tiranti, reti di contenimento in aderenza al versante. Principi di funzionamento degli interventi passivi: vasche di raccolta di colate di fango, barriere paramassi. Progetto di trincee ed aste drenanti. Progetto di pali sotto azioni orizzontali. Stabilità delle aree costruite. <u>Laboratorio di progettazione.</u> Stabilizzazione di un sito in frana (indagine sui terreni, caratterizzazione meccanica, analisi della stabilità, progetto dell'intervento di stabilizzazione). <u>Cantiere didattico:</u> visite tecniche a cantieri.	
Docente: GIANFRANCO URCIUOLI	
Codice: 30383	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Materiale didattico : G. Urcioli. Trasparenti illustrati durante il corso, disponibili agli allievi iscritti al Corso sul sito web-docente. N. Nocilla, G. Urcioli. Stabilità dei pendii in roccia. Hevelius Editore, Benevento 1997 A. Desideri, S. Miliziano, S. Rampello. Drenaggi a gravità per la stabilizzazione dei pendii Hevelius Editore, Benevento 1997 C. Airò Farulla. I metodi dell'equilibrio limite. Hevelius Editore, Benevento 2001 L. Picarelli. Meccanismi di deformazione e rottura dei pendii. Hevelius Editore, Benevento 2000	
Modalità di esame: Discussione dell'elaborato progettuale e colloquio finale.	

Insegnamento: STRUCTURAL RELIABILITY	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Ore di lezione: 54	Ore di esercitazione: 27
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso:	
Obiettivi formativi:	
<p>The course introduces alternative methods for the assessment of structural reliability. It begins by providing a brief overview of elementary concepts in probability, the history of the field of structural reliability and its evolution, and the general framework for structural reliability assessment. Next, the students are going to get to know classical methods for component reliability assessment such as FOSM, FORM, and SORM. Furthermore, classical methods for systemic reliability assessment are discussed. Simulation-based reliability methods are introduced next as an alternative to classical methods. The focus is on the use of standard Monte Carlo Simulation methods; however, notions of a few advanced and more efficient simulation routines are provided. Seismic performance-based structural safety assessment is a special focus of the course, and the students are going to learn how to evaluate structural risk and reliability due to seismic actions. In particular, they are going to evaluate the risk integral through introduction of intermediate variables such as seismic intensity measure (IM), engineering demand parameters (EDP), and damage measure (DM). Finally, Demand and Capacity Factor Design format for seismic safety-checking (DCFD) is introduced as an analytic closed-form solution to the risk integral.</p>	
Contenuti:	
<i>Elementary Concepts in Structural Reliability and Safety</i>	
Brief overview of elementary probability and statistics, A brief history of the field of structural reliability and its evolution, General Framework for structural reliability assessment, Limit States, Failure Probability, Risk, Acceptable risk levels, Characterization of uncertainties	
<i>Classical Reliability Assessment Methods</i>	
Safety Margin and Safety Factor formulations for component reliability assessment, The Mean- Value First-Order Second-Moment method for reliability assessment (MVFOSM), The First-Order Second-Moment reliability (FOSM), Importance measures, Full distribution reliability methods, transformation into the standard Normal space, Nataf Distribution, First-Order Reliability Method (FORM), Second-Order Reliability Method (SORM), Systemic Reliability Assessment (systems in series and parallel, cut-sets, path-sets).	
<i>Simulation-based Reliability Assessment</i>	
Monte Carlo Method for structural reliability assessment, Importance Sampling, Markov-Chain Monte Carlo Simulation, Subset Simulation, The estimation of errors.	
<i>Performance-based seismic safety assessment</i>	
Introduction of seismic intensity measure (IM), engineering demand parameters (EDP), and damage measure (DM) as intermediate variables, Various risk metrics/decision variables (DV) (e.g., expected economic loss), The risk integral, Seismic fragility, Various types of fragility (EDP versus IM, DM versus EDP, and DM versus IM), Application of alternative non-linear structural analysis procedures (e.g., static pushover analysis, incremental dynamic analysis, multiple-stripe analysis, CLOUD analysis, etc.) in fragility assessment, Demand and Capacity Factor Design format for seismic safety-checking (DCFD).	
<i>Specific exercises:</i> Application of alternative reliability assessment methods for safety-checking of a simple moment-resisting frame structure	
<i>Software:</i> Brief applications in Matlab and Opensees	
Docente: FATEMEH JALAYER	
Codice:	Semestre:
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lectures, Exercises	
Materiale didattico :	
<ul style="list-style-type: none"> • R. E. Melchers. Structural reliability analysis and prediction, 2nd Ed., 2002, John Wiley. 	

- O. Ditlevsen, H. O. Madsen. Structural Reliability Methods, Internet Edition, 2007, John Wiley & Sons
- J. Benjamin, C.A. Cornell, Probability, Statistics, and Decision for Civil Engineers, Dover Books on Engineering, 2014
- Au, S.K. and Wang, Y., 2014. Engineering risk assessment with subset simulation. John Wiley & Sons.
- Jalayer F, Cornell CA. A technical framework for probability-based demand and capacity factor design (DCFD) seismic formats. Pacific Earthquake Engineering Center (PEER) 2003/08.
- FEMA-SAC Joint Venture. Recommended seismic design criteria for new steel moment-frame buildings. Federal Emergency Management Agency, 2000. FEMA-547, Federal Emergency Management Agency, 2006.
- FEMA 445-ATC-58: Next-Generation Performance-based Earthquake Engineering Design Criteria for Buildings: Program Plan for New and Existing Buildings, 2006.

Modalità di esame: Discussion of the project and an oral exam on course contents

Insegnamento: STRUTTURE PREFABBRICATE	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Ore di lezione: 30	Ore di esercitazione: 44
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I o II	
Obiettivi formativi: Fornire gli elementi cognitivi alla base del calcolo delle strutture prefabbricate in zona sismica, considerando le peculiarità specifiche della tipologia strutturale.	
Contenuti: Definizione di strutture prefabbricate. Materiali per la prefabbricazione. Verifiche nelle fasi transitorie. Problemi di instabilità flessione-torsionale. Problemi di verifica di elementi snelli. Viscosità del calcestruzzo e sue applicazioni strutturali: strutture realizzate per fasi, effetti dei cedimenti. Azioni sismiche sulle strutture prefabbricate. Modelli di calcolo per i capannoni prefabbricati con elementi monodimensionali. Verifica di elementi precompressi. Unioni nelle strutture prefabbricate. Fondazioni nelle strutture prefabbricate. Strutture a pannelli. Applicazioni: progetto di un edificio industriale monopiano prefabbricato, con calcolo dettagliato dei carichi e sovraccarichi, di un tegolo precompresso, di una trave a sezione variabile precompressa, dei pilastri, della sella Gerber, del plinto di fondazione e di un pannello di tamponatura.	
Docente: GENNARO MAGLIULO	
Codice: 11008	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni, seminari.	
Materiale didattico :	
<ul style="list-style-type: none"> • Dispense del corso disponibili nel sito web docente e presso centro fotocopie. • Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni e relativa circolare. Eurocodici Strutturali. 	
Modalità di esame: Discussione dell'elaborato progettuale e colloquio finale. Consegna elaborati intercorso.	

Insegnamento: STRUTTURE SPECIALI E PROGETTO DI STRUTTURE RESISTENTI AL FUOCO	
Modulo 1: Strutture Speciali (6 CFU)	
Modulo 2: Progetto di Strutture Resistenti al Fuoco (3 CFU)	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Ore di lezione: 54 (36 + 18)	Ore di esercitazione: 27 (18 + 9)
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I o II	
<p>Obiettivi formativi: Il Modulo 1 fornisce i fondamenti generali per il calcolo e la progettazione di specifiche tipologie strutturali: strutture composte di acciaio e calcestruzzo; solidi bidimensionali (piastre); strutture di contenimento di liquidi e materiali sfusi, sistemi tubieri e contenitori cilindrici; cenni alle volte ed alle cupole. Il Modulo 2 fornisce i fondamenti generali e metodi operativi per progettazione ed il calcolo delle strutture resistenti all'incendio.</p>	
<p>Contenuti: Modulo 1: Generalità sulle strutture composte acciaio-calcestruzzo. Solette composte. Travi composte. Colonne composte. Strutture intelaiate. Metodi di analisi strutturale. Verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio. Duttilità e classificazione delle sezioni. Connessioni a taglio. Effetti lenti. Progetto con redistribuzione del momenti. Stabilità ed effetti del II ordine. Dettagli costruttivi. Teoria delle piastre. Sistemi tubieri e contenitori cilindrici: la statica dei tubi, serbatoi cilindrici, ciminiera. Cenni alla teoria membranale e flessionale dei gusci, alle volte cilindriche e cupole. Strutture di contenimento di liquidi e materiali sfusi: analisi e progetto di serbatoi, vasche e silos in calcestruzzo armato e in acciaio. Modulo 2: Generalità sulla verifica di sicurezza delle strutture in caso di incendio (approccio prescrittivo ed approccio ingegneristico). Proprietà termo-meccaniche dei materiali in funzione della temperatura. Definizione dell'azione incendio e delle combinazioni di carico eccezionali. Quadro normativo nazionale ed europeo. Definizione dei modelli di incendio (curve di incendio nominali e curve di incendio naturali). Analisi termica delle sezioni e delle strutture. Analisi termo- meccanica delle strutture soggette ad incendio. Valutazione della resistenza e prescrizioni normative: metodo tabellare; metodi semplificati; metodo generale analitico. Comportamento delle varie tipologie strutturali in caso di incendio. Membrane e strutture in calcestruzzo armato normale e precompresso, di acciaio e composte acciaio-calcestruzzo. Redazione da parte degli allievi di un elaborato progettuale inerente una struttura composta acciaio-calcestruzzo in condizioni normali ed in presenza di incendio.</p>	
Docente: EMIDIO NIGRO	
Codice: 30280	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lezioni, Esercitazioni, Laboratorio, Seminari applicativi	
<p>Materiale didattico :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispense del corso disponibili nel sito web docente e presso centro fotocopie. • Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni. Decreti Ministero dell'Interno. Eurocodici Strutturali. <p>Modulo 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • E. Nigro, A. Bilotta, <i>“Progettazione di Strutture Composte Acciaio-Calcestruzzo”</i>, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2011, ISBN: 978-88-579-0108-4 • R.P. Johnson, <i>“Steel and Concrete Composite Structures”</i>, Blackwell Scientific Publications, 1994. • O. Belluzzi, <i>“Scienza delle Costruzioni”</i>, Vol. 3, Ed. Zanichelli. <p>Modulo 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • E. Nigro, S. Pustorino, G. Cefarelli, P. Princi, <i>“Progettazione di Strutture in Acciaio e Composte Acciaio-Calcestruzzo in Caso di Incendio”</i>, Hoepli Editore, Milano, 2009, ISBN 978-88-203-4400-9 	
Modalità di esame: Discussione dell'elaborato progettuale e colloquio finale.	

Insegnamento: TEORIA E PROGETTO DELLE COSTRUZIONI IN C.A.	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 30
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Fornire gli elementi cognitivi alla base dei metodi avanzati di progettazione di edifici in cemento armato in zona sismica, con applicazioni progettuali; la conoscenza delle problematiche avanzate relative al comportamento non-lineare di elementi in cemento armato soggetti ad azioni sismiche.	
Contenuti: Materiali e sicurezza strutturale. Duttilità dei materiali e metodi per il miglioramento. Duttilità delle sezioni, degli elementi e delle strutture. Gerarchia delle resistenze. Applicazioni della gerarchia delle resistenze a taglio/flessione e a pilastri/travi. Comportamento sismico di telai, pareti-telaio, pareti semplici, pareti accoppiate. Verifiche a taglio, a flessione, a presso flessione deviata. Verifica dei nodi. La normativa tecnica in zona sismica. Applicazioni ad edifici in zona sismica.	
Docente: EDOARDO COSENZA, ANTONIO BILOTTA	
Codice: 19213	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni, seminari applicativi, visite in Laboratorio, visite in cantiere.	
Materiale didattico : <ul style="list-style-type: none"> • Dispense del corso disponibili nel sito web docente. • E. Cosenza, G. Manfredi, M. Pecce. (2015) Strutture in cemento armato - Basi della progettazione. • Norme Tecniche per le Costruzioni. Decreti Ministero dell'Interno. Eurocodici Strutturali. • AA.VV. (2012) Guida all'uso dell'EUROCODICE 2 con riferimento alle Norme Tecniche D.M. 14.1.2008. • AA.VV. (2011) Commentario NTC 2008. Edizioni Pubblicamento s.r.l. • AA.VV. (2011) Dettagli costruttivi di strutture in Calcestruzzo Armato. Edizioni Pubblicamento s.r.l. 	
Modalità di esame: Discussione dell'elaborato progettuale e colloquio finale.	

Insegnamento: TEORIA E PROGETTO DELLE COSTRUZIONI IN ACCIAIO	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 20
Anno di corso: I – I sem.	
Obiettivi formativi: Fornire le basi teoriche e progettuali per le costruzioni in acciaio, con particolare riferimento agli aspetti strutturali, partendo dalla definizione dello schema statico e dalla valutazione analitica delle prestazioni strutturali elastiche e inelastiche, proseguendo con il progetto dei dettagli costruttivi con riferimento alle attuali norme.	
Contenuti: La sicurezza delle strutture d'acciaio, i criteri di progetto, i sistemi strutturali tradizionali ed innovativi, il materiale, i sistemi di protezione, le unioni saldate, le unioni bullonate, i collegamenti, la resistenza degli elementi strutturali, la stabilità degli elementi strutturali, le strutture sismo-resistenti (strutture a telaio, strutture con controventi concentrici, strutture con controventi eccentrici, strutture con controventi ad instabilità impedita), cenni sulle strutture in lega di alluminio, casi studio emblematici di costruzioni metalliche in Europa e nel mondo, sviluppo degli aspetti di base della progettazione di un edificio con struttura in acciaio in zona sismica (esercitazione).	
Docente: RAFFAELE LANDOLFO	
Codice: 11528	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni, seminari, visite tecniche, discussione di casi studio	
Materiale didattico : <ul style="list-style-type: none"> • Dispense del corso disponibili nel sito web docente. • Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni. Eurocodici Strutturali. • G. Ballio, F.M. Mazzolani, “Strutture in Acciaio”, Ed. Hoepli, 1995. • AA.VV. “Ingegneria delle Strutture”, ed. E. Giangreco, UTET, 2002. • M. Mezzina, “Fondamenti di Tecnica delle Costruzioni”, Città Studi Edizioni, 2013. • C. Bernuzzi, F.M. Mazzolani, “Edifici in Acciaio”, Ed. Hoepli, 2007. • AA.VV. “La concezione strutturale nel progetto di architettura”, eds A. Benedetti, E. Siviero; Editrice Compositori, 2002. • Mazzolani F.M., Landolfo R., Della Corte G, Faggiano B., “Edifici con struttura in acciaio in zona sismica”, Iuss Press, 2006. • Landolfo R., “Acciaio e Sisma”, Costruzioni Metalliche, n. 6, 2009. • Landolfo R., “L’evoluzione della normativa sismica”, Costruzioni Metalliche, n.1, 2005. • Veljkovic M., Simões da Silva L., Simões R., Wald F., Jaspert J.-P., Weynand K., Dubina D., • Landolfo R., Vila Real P., Gervásio H., “Eurocodes: Background & Applications. Design of Steel Buildings”, Veljkovic M., Sousa M. L., Dimova S., Nikolova B., Poljanšek M., Pinto A. (Eds.), EUR 27346 EN – Joint Research Centre – Institute for the Protection and Security of the Citizen, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2015. • Dubina D., Ungureanu V., Landolfo R., “Design of Cold-formed Steel Structures”, Eccc – European Convention, 2012. • Ghersi, A., Landolfo, R. and Mazzolani F.M., “Design of metallic cold-formed thin-walled members”, E & FN Spon, London, 2001. 	
Modalità di esame: Discussione dell’elaborato progettuale e colloquio finale.	

Insegnamento: TEORIA E PROGETTO DI PONTI	
CFU: 9	SSD: ICAR/09
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 24
Anno di corso: 2° anno della laurea magistrale	
<p>Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire agli allievi gli elementi cognitivi e le metodologie di base per la progettazione dei ponti, alla luce delle più recenti disposizioni normative, partendo dalla classificazione delle diverse tipologie strutturali e dei più comuni procedimenti costruttivi. Viene affrontata nel dettaglio la tematica del ponte a travata con particolare riferimento alla tipologia in sezione mista acciaio-clc e lo sviluppo di un elaborato progettuale specifico. Vengono forniti i criteri di base relativi ad altre tipologie di ponte, quali ponti ad arco, ponti strallati e ponti sospesi. Il corso garantisce il conseguimento delle conoscenze fondamentali per lo sviluppo di attività professionale in qualunque settore di impiego (stradale, ferroviario, ecc.)</p>	
<p>Contenuti: Classificazione dei ponti per tipologia strutturale, materiali e funzionalità. Definizione dei carichi da ponte secondo le NTC 2008/2018. Teoria delle linee di influenza. Ponti a travata: definizione e analisi della sezione trasversale. Teoria di Engesser per la ripartizione dei carichi. I traversi di impalcato e l'influenza sulla distribuzione delle azioni. Torsione primaria e torsione secondaria. Instabilità flessio-torsionale e classificazione della sezione in acciaio. Comportamento della sezione mista acciaio-clc: sistemi di connessione, calcolo SLE e SLU, problemi di ritiro e viscosità, schemi iperstatici. Il fenomeno della fatica nei ponti. Classificazione dei dispositivi di vincolo. Procedimenti costruttivi dei ponti. La statica dell'arco: arco funicolare dei carichi, arco isostatico e arco iperstatico, arco a spinta eliminata. Sistemi ad arco- trave. Statica della fune e equazione della catenaria.</p>	
Docente: EDOARDO COSENZA, GIORGIO SERINO, DANIELE LOSANNO	
Codice: 11527	Semestre: 1° semestre
Propedeuticità: nessuna	
<p>Metodo didattico: Il corso si articola per circa i 2/3 in lezioni teoriche e 1/3 in esercitazioni progettuali in aula, durante le quali viene sviluppato il progetto di un ponte a travata in sezione mista acciaio-clc.</p>	
<p>Materiale didattico:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Appunti delle lezioni e slides del corso disponibili sul sito docente. 2. NTC 2018 (D.M. 17/01/2018): cap.5 – PONTI. 3. A. RAITHEL, <i>Ponti a Travata</i>, Liguori editore, Napoli, 1978. 4. A. RAITHEL, <i>Costruzioni di ponti</i>, Liguori editore, Napoli, 1983. 5. M. P. PETRANGELI, <i>Progettazione e Costruzione di ponti</i>, CEA editore, Milano, 1996. 	
Modalità di esame: Discussione orale degli argomenti teorici e dell'elaborato progettuale.	

Insegnamento: THEORY AND DESIGN OF STEEL CONSTRUCTIONS	
Modulo /i:	
CFU: 9	SSD: ICAR 09
Ore di lezione: 42	Ore di esercitazione:
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA - Anno di corso: I o II	
Obiettivi formativi:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. To introduce to students the theory and application of analysis and design of steel structures. 2. To prepare students to design steel structures against both gravity and seismic loadings. 3. To prepare students for the effective use of the standard formulas, tables, design aids and computer software in the design and analysis of steel members. 	
Contenuti:	
<p>This course aims to introduce the behaviour and design of steel structural members according to the limit states design concept under both gravity and seismic loading. The behaviour and design of tension members, compression members, laterally restrained and unrestrained beams, beam- columns and design of connections will be discussed. In addition, the seismic design principles and capacity design criteria for the main steel structural typologies will be covered. Students are expected to obtain basic knowledge about the design and failure mode of steel structural members after finished this course.</p>	
Docente: MARIO D'ANIELLO	
Codice: 30332	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità:	
Metodo didattico: Frontal lectures, seminars, tutoring	
Materiale didattico :	
<p>Slides of the course. In addition, the following documents are recommended:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Landolfo, R. 2013. Assessment of EC8 provisions for seismic design of steel structures. Technical Committee 13—Seismic Design, No 131/2013. ECCS—European Convention for Constructional Steelwork. – Elghazouli, A.Y. 2010. Assessment of European seismic design procedures for steel framed structures, Bulletin of Earthquake Engineering, 8:65-89. – EN 1993-1-1:2005 - Eurocode 3: Design of Steel Structures – Part 1-1: general rules and rules for buildings. CEN. – EN 1998-1:2005. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance. Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings. CEN. – Mazzolani, F.M., and Piluso, V. 1996. Theory and Design of Seismic Resistant Steel Frames, E & FN Spon, an imprint of Chapman & Hall, London. – Ahmed Y. Elghazouli. 2009. Seismic Design of Buildings to Eurocode 8. Spon Press – Michel Bruneau , Chia-Ming Uang , Rafael Sabelli . 2011. Ductile Design of Steel Structures, 2nd Edition Hardcover . McGrawHill. ISBN-13: 978-0071623957 	
Modalità di esame:	
<p>Students have to carry out an individual project to practice on the seismic design and analysis of steel frames.</p> <p>Final Examination will cover the theoretical aspects described within the course and the discussion of the individual project.</p>	

Insegnamento: TUNNELS AND UNDERGROUND STRUCTURES	
CFU: 9	SSD: ICAR/07
Lectures: 55	Tutorials: 20
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA – Year II	
Course objectives: Due to the increase of social demand for sustainable mobility in large urban areas, underground works involving tunnelling in densely urbanised areas increased in recent years. The aim of the course is to illustrate to the students the main geotechnical issues related to tunnelling and underground construction, particularly in urban areas. The fundamentals of tunnel design and the most common methodologies for tunnel construction are presented with the aid of documented case histories. Besides attending the theoretical lessons, students are involved in applied activities consisting in exercises reflecting the state-of-practice of geotechnical design of tunnels	
Course contents: Geotechnical Investigation for Tunnel Construction. Investigations at typical stages of a tunnel project. Rock rating and classification. Special tests for TBM excavation. Tunnel Stability. Limit analysis theorems. Stability of a plane strain circular opening in drained and undrained conditions. Stability of circular heading in drained and undrained conditions. Local stability. Stability of openings in rock mass. Tunnel Construction Techniques. Heading. Drill and blast excavation. Open face excavation. Tunnelling shields and Tunnel Boring Machines. Cut and cover tunnelling. Tunnelling waste and muck removal. Stresses around Tunnels. Stresses and deformation around an elastic cavity. Plane strain and axisymmetric conditions, supported and unsupported cavity in isotropic primary stress. Anisotropic primary stress. Anisotropic elastic ground. Circular cavity in elastoplastic ground. Ground and Support Reaction Lines. Stresses around tunnel heading. Stresses around a spherical cavity. Principles of Tunnel Lining Design. Arching. Ground-support interaction: continuum methods, bedded-spring models, convergence-confinement method. Examples of calculation methods. Lining systems. Sprayed Concrete Lining. Cast-in-situ concrete lining. Pre-cast segmental lining. Ground Improvement Techniques. Ground Reinforcement. Ground Freezing. Grouting. Ground Movements. Sources of ground movement around tunnel excavation. Empirical method of prediction. Analytical methods. Numerical methods: effects of soil non-linearity, anisotropy, small strain stiffness, and recent stress history. Influence of the building stiffness on the settlement profile, modification factors. Evaluation of relative stiffness parameters for masonry bearing walls, framed structures, façades with openings. Assessment of risk of damage to buildings. Protective measures: in-tunnel measures, ground treatment, compensation grouting, barriers. Seismic Behaviour of Tunnels and Underground Structures. Seismic behaviour and damage of cylindrical long underground structures (tunnels and pipelines): examples. Damage patterns and classification. Fragility curves. Fundamentals of seismic site response analysis. Methods of analysis: transversal section, coupled and uncoupled approach; simplified methods; analysis in longitudinal direction. Monitoring and control in Tunnel Construction. Quality of measure. Types of instrumentations for tunnel construction. Observational method. Examples.	
Lecturer: EMILIO BILOTTA	
Exam Code: 32235	Term: II
Requirements / Prerequisites: None	
Teaching Method: Lectures, Classworks, Tutorials, Seminars on Case studies, Site visits.	
Learning material: - Lecture notes and slides - D.Kolymbas, Tunnelling and Tunnel Mechanics, Springer - D. Chapman et al., Introduction to Tunnel Construction, Spon Press	
Final exam: Oral exam on course contents and discussion on classworks	

- O. Ditlevsen, H. O. Madsen. Structural Reliability Methods, Internet Edition, 2007, John Wiley & Sons
- J. Benjamin, C.A. Cornell, Probability, Statistics, and Decision for Civil Engineers, Dover Bookson Engineering, 2014
- Au, S.K. and Wang, Y., 2014. Engineering risk assessment with subset simulation. John Wiley & Sons.
- Jalayer F, Cornell CA. A technical framework for probability-based demand and capacity factor design (DCFD) seismic formats. Pacific Earthquake Engineering Center (PEER) 2003/08.
- FEMA-SAC Joint Venture. Recommended seismic design criteria for new steel moment-frame buildings. Federal Emergency Management Agency, 2000. FEMA-547, Federal Emergency Management Agency, 2006.
- FEMA 445-ATC-58: Next-Generation Performance-based Earthquake Engineering Design Criteria for Buildings: Program Plan for New and Existing Buildings, 2006.

Modalità di esame: Discussion of the project and an oral exam on course contents

Course title: STRUCTURAL ENGINEERING	
Course module (if applicable):	
ECTS: 9	SSD: ICAR/09
Lectures (hrs): 50	Tutorials (hrs): 26
TWO-YEAR MASTER DEGREE IN STRUCTURAL AND GEOTECHNICAL ENGINEERING - Year: I	
<p>Course objectives: The scope of this course is to provide students with a solid background on the fundamentals of structural design (principles of structural design and reliability, calculation of sectional forces for typical frame structures, dimensioning of reinforced concrete and steel cross-sections and members, design and limit-state checks of simple structures). Theoretical lectures will be closely followed by sessions focused on practical applications of the material taught, which will be in the form of design examples.</p>	
<p>Course contents: Principles of structural safety and reliability behind modern design codes; partial safety factors for external actions and resistance in the structural Eurocodes. Serviceability and ultimate limit states. General properties of reinforced concrete and structural steel.</p> <p>Calculating support reactions, sectional forces and deflections for simple linear-elastic structural systems and frames under static loading; beams on continuous elastic substrate (Winkler model); calculating normal and shear stresses according to beam theory; simple problems of elastic stability (Euler buckling).</p> <p>Reinforced concrete; materials and conceptual design. Design of reinforced concrete sections under normal forces: uniaxial and biaxial flexure, flexure under compressive or tensile axial force; design of reinforced concrete members against shear and torsion; fundamentals of reinforcement detailing and conceptual design: beams, slabs, columns and footings; calculation of deflections in cracked state and verification of serviceability limit states.</p> <p>Structural steel; Structural modelling for analysis and imperfections; Classification of cross sections; Resistance of cross-sections: tension, compression, bending moment, shear, torsion, combined actions; Buckling resistance of members: compression, bending, combined actions; Serviceability limit states for buildings; Connecting devices: bolted connections, welded connections; Structural joints; Composite floor slabs.</p>	
Instructors: LUIGI FIORINO, GEORGE BALZPOULOS	
Code: ---	Semester: 1 st
Required/expected prior knowledge: Fundamentals of strength of materials	
<p>Education method: The course is split between theoretical lectures and sessions that involve practical applications of the taught material. Students are expected to complete a course project that consists of designing two simple structures.</p>	
<p>Textbooks and other learning material: R.C. Hibbeler. Structural Analysis in SI Units, Global Edition. 2016. Pearson. L.S. da Silva, R. Simoes, H. Gervasio. 2016. Design of steel structures. ECCS. J.P. Jaspart, J.F. Demonceau, S. Renkin, M.L. Guillaume. 2009. European Recommendations for the Design of Simple Joints in Steel Structures. ECCS. J.P. Jaspart, K. Weynand. 2016. Design of Joints in Steel and Composite Structures. ECCS. R. Park, T. Pauley. Reinforced Concrete Structures. 1975, John Wiley & Sons. D. Beckett, A. Alexandrou. Introduction to Eurocode 2: Design of concrete structures. 1997, CRC Press. EN1993-1-1: Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings. EN1993-1-8: Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-8: Design of joints. EN1992-1-1: Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for</p>	
Final assessment: Oral final exam; completed project will be evaluated during the exam.	

Course title: CONTINUUM MECHANICS	
ECTS: 9	SSD: ICAR/08
Lectures: 50	Tutorials: 30
Year: I	
<p>Course objective: Aim of the course is to illustrate the theoretical and practical aspects regarding the behaviour of deformable solids, relevant energetic principles and yield criteria. Emphasis is given to the case of elastic solids and beams and to the analytical and numerical methods for the analysis of plane structures composed of elastic beams. Particular attention is given to the practical application of the theoretical concepts presented within the course.</p>	
<p>Course contents: Introduction to vector and tensor algebra, index notation, introduction to vector calculus. Deformation analysis. Deformation of solids, strain and displacement gradients and their physical interpretation, volumetric strain, Green-Lagrange strain tensor, infinitesimal strain tensor and physical interpretation of its components, infinitesimal volumetric strain.</p> <p>Stress analysis. Cauchy stress tensor, equilibrium equations, symmetry of the stress tensor, principal stresses and principal directions, Mohr's circle, first and second Piola-Kirchhoff stress tensors.</p> <p>Constitutive equations. Elastic solids, Hooke's law, Young's modulus and Poisson's ratio, isotropic materials, elastic strain energy, Clapeyron theorem, Betti theorem, introduction to non-isotropic materials.</p> <p>Analysis of elastic structures. Equilibrium and resultants of forces and moments, distributed loads, statically determinate and indeterminate structures, equilibrium of statically determinate structures, lattice structures, internal forces in beams, Euler-Bernoulli and Timoshenko beam models, analysis of statically indeterminate structures, equilibrium and compatibility equations, force and displacement methods, principle of virtual works (force and displacement formulations), introduction to the finite element method.</p> <p>Stresses in beams. Axial load, pure bending, biaxial bending, geometric and elastic properties of a beam cross section, shear stresses in beams, Jourawski's formula for thin sections subjected to shear, torsion, circular beams subjected to torsion, first and second Bredt formulas, thin rectangular sections subjected to torsion.</p> <p>Yield criteria. Introduction to plasticity, Hambly's paradox, Tresca, Von Mises and Drucker-Prager yield criteria and their specialization to the case of beams, introduction to the plasticity static theorems.</p> <p>Stability of beams, Euler's formula for pin-ended columns and its extension to columns with other end conditions, eccentric loading, effects of imperfections.</p>	
Code:	Semester: I
Instructor: FRANCESCO MARMO	
Required/expected prior knowledge:	
Education method: Lectures, Tutorials, Seminars	
Textbooks and other learning material: J. N. Reddy, An introduction to continuum mechanics, Springer. F. Irgens, Continuum Mechanics, Springer. F. P. Beer, E. R. Johnston, J. T. DeWolf, D. F. Mazurek, Mechanics of materials, Mc Graw Hill. Lecture notes.	
Final assessment: written exam	

Course title: GEOTECHNICAL MODELLING	
CFU: 9	SSD: ICAR/07
Lectures (hrs): 50	Tutorials (hrs): 30
TWO-YEAR MASTER DEGREE IN STRUCTURAL AND GEOTECHNICAL ENGINEERING – YEAR: II	
Course objectives:	
<p>The course aims to provide students with theoretical and practical knowledge necessary for implementing numerical models for resolution of Geotechnical Engineering application problems. The course will deepen treatment of field equations for porous media and introduce constitutive relations used in geotechnical applications in a systematic way. The application of the finite element method to a series of Geotechnical Engineering problems is aimed at using the theoretical concepts acquired during the course.</p>	
Course content:	
<p>INTRODUCTION - The use of numerical models to solve Geotechnical Engineering application problems.</p> <p>PART I - Field equations for a porous medium. Undefined equilibrium equations (total stresses, effective stresses), congruence equations, constitutive relation, continuity equation, Darcy's law; particularities (drained, undrained conditions, coupled equations). Some simple applications: lithostatic stress state, indefinite slope, two-dimensional steady-state filtration, one-dimensional consolidation.</p> <p>PART II - The Constitutive relationship. Experimental evidence (stress path, isotropic compression, radial tests and dilatancy, oedometric tests; triaxial tests on loose and dense sands, strength criterion, critical state, strength criterion in the deviatoric plane; normal-consolidated clays and over-consolidated clays; drained and undrained triaxial tests on clays). Mathematical modelling (elastic models: linear, anisotropy, non-linear; general concepts of plasticity; Elastic-perfectly plastic models; Elastic-hardening plastic models).</p> <p>PART III - Solution with the Finite Elements method of boundary value problems The finite element method in the analysis of linear problems. Element technology Formulation of the EF method in saturated soil mechanics: drained and undrained conditions. The EF method for non-linear problems. Non-linearity in solids mechanics. Formulation of the EF method for non-linear problems (incremental approach). Numerical resolution of the incremental problem: explicit method and iterative methods. Elements of computational plasticity. Definition of initial conditions: the geostatic state. Definition of boundary conditions. The EF method for consolidation problems.</p> <p>PART IV - Elementary applications. Introduction to the use of finite element programs for geotechnical applications (Plaxis, Optum). Analysis of a shallow foundation (limit load, calculation of settlements and their time development). Construction of a road embankment (stability, subsidence). Stability of a slope (influence of groundwater level oscillations). Stability of an excavation (short-term conditions, long-term conditions, consolidation). Deep excavation protected by embedded-walls.</p> <p>PART V - Development of a case study Implementation of design codes within the calculation models. Modeling, analysis and verification of a case study used as the theme of the year</p>	
Teacher:	
Code: ...	Semester: 2nd
Required/expected prior knowledge: ...	
Education method: lessons, calculus exercises	
Textbooks and learning aids: Slides del corso; “Fondamenti di meccanica delle terre” R. Nova, McGraw-Hill; “Soil Mechanics” R. Nova John Wiley & Sons; “Geotechnical modelling”, D. Muir Wood, Spon Press; “Plasticity and Geotechnics” H.-S. Yu, Springer; “PLAXIS CONNECT EDITION V20 Manual” ed. Brinkgreve, Zampich, & Ragi Manoj, Plaxis bv.; “OPTUM G2:	

Theory” K Krabbenhoft (Editor) Optum Computational Engineering 2019;

...

Assessment: an interview with discussion of the calculation exercises