



UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2021/2022

GEOTECNICA

Anno immatricolazione	2019/2020
Anno offerta	2021/2022
Normativa	DM270
SSD	ICAR/07 (GEOTECNICA)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA
Corso di studio	INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE
Curriculum	PERCORSO COMUNE
Anno di corso	3°
Periodo didattico	Secondo Semestre (07/03/2022 - 17/06/2022)
Crediti	9
Ore	80 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	ITALIANO
Tipo esame	SCRITTO
Docente	LAI CARLO GIOVANNI (titolare) - 9 CFU
Prerequisiti	I contenuti del corso di Scienza delle Costruzioni e di Idraulica.
Obiettivi formativi	L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le nozioni fondamentali sul comportamento idro-meccanico dei terreni al fine di renderli capaci a risolvere problemi di ingegneria geotecnica come la verifica di sicurezza di una fondazione superficiale oppure di stabilità di un pendio naturale. Lo studio della meccanica dei terreni è inquadrato a partire dalle evidenze sperimentali e dall'osservazione del comportamento di opere in vera grandezza e prosegue poi attraverso la modellazione fisico-matematica. Nel corso, particolare enfasi viene posta alla nozione di percorso degli sforzi e alla sua efficacia nella risoluzione di problemi geotecnici. Verrà anche trattato il tema della caratterizzazione geotecnica di un deposito di terreno e della definizione del modello geotecnico di sottosuolo attraverso indagini in sito e di laboratorio. Tale argomento riveste una particolare importanza applicativa in quanto propedeutico ai temi progettuali dell'ingegneria

geotecnica.

L'insegnamento comprenderà ore di lezione nelle quali verranno svolti gli argomenti di teoria, ore di esercitazione dedicate allo svolgimento di esercizi e all'approfondimento dei temi trattati a lezione, infine ore di tutorato dedicate alla risoluzione guidata di problemi e alla correzione interattiva dei compiti assegnati. La suddivisione in moduli, con le relative ore di lezione (L), esercitazione (E) e tutorato (T) è indicata nel seguito.

Programma e contenuti

Primo modulo didattico (6L+4E+2T) – Genesi, struttura, proprietà e classificazione dei terreni. Origine dei terreni e caratteri macro-strutturali dei depositi naturali. Relazione tra le fasi. Il chimismo delle argille. Identificazione e sistemi di classificazione dei terreni. Curve granulometriche. Limiti di Atterberg. Carta di plasticità di Casagrande. Parametri di stato iniziali. Interazione tra fase fluida e scheletro solido. Proprietà intrinseche e curva di compressibilità intrinseca di Burland.

Secondo modulo didattico (6L+4E+4T) – Il mezzo poroso: peculiarità dei depositi naturali e stato iniziale. Natura particellare dei terreni. Principio degli sforzi efficaci e suo significato fisico. Modello idro-dinamico del Terzaghi. Tensioni geostatiche totali, interstiziali ed efficaci. Deposit saturi e parzialmente saturi. Fenomeni di capillarità. Storia geologica e dello stato tensionale. Concetto di pressione di preconsolidazione. Coefficiente di spinta a riposo. Terreni normal-consolidati e sovraconsolidati. Preconsolidazione causata da oscillazioni della falda-freatica. Fenomeni diagenetici e di invecchiamento post-deposizionali.

Terzo modulo didattico (6L+4E+4T) – Moti di filtrazione nei mezzi porosi in regime stazionario. Aspetti cinematici del moto dei fluidi. Equazioni fondamentali della meccanica dei fluidi. Forme di energia ed equazione di Bernoulli. Moti di filtrazione. Legge di Darcy. Condizioni di equilibrio in presenza di forze di filtrazione. Pressione idrodinamica e gradiente idraulico critico. Il problema del sifonamento di un fondo scavo e valutazione delle condizioni di sicurezza. Moti di filtrazione in regime stazionario. Derivazione dell'equazione di Laplace. Soluzioni grafiche di problemi di valori al contorno associati all'equazione di Laplace. Cenni alla soluzione analitica dell'equazione di Laplace. Prove per la determinazione sperimentale della conducibilità idraulica.

Quarto modulo didattico (8L+4E+4T) – Moti di filtrazione nei mezzi porosi in regime transitorio – Teoria della consolidazione. Equazione monodimensionale di consolidazione del Terzaghi. Struttura e analogia con l'equazione del calore. Soluzione analitica e numerica con il metodo delle differenze finite dell'equazione di Terzaghi. La prova edometrica. Determinazione della pressione di preconsolidazione. Parametri di deformabilità in condizioni edometriche. Cedimento edometrico e secondario (viscoso). Determinazione sperimentale del coefficiente di consolidazione. Influenza del disturbo del campionamento sui risultati della prova edometrica. Limiti della teoria monodimensionale del Terzaghi. Cenni ai processi di consolidazione in condizioni bi e tridimensionali. Dreni verticali e consolidazione radiale. Parametri delle pressioni interstiziali di Skempton e applicazione al campionamento

indisturbato.

Quinto modulo didattico (12L+4E+4T) – Evidenze sperimentali e modellazione matematica del comportamento idro-meccanico dei terreni. Premessa. Rappresentazione degli stati tensionali e dei percorsi di sforzo e di deformazione attraverso il cerchio di Mohr. Piano t-s, piano triassiale e piano q-p. Condizioni di drenaggio. Analisi in condizioni drenate e non-drenate. Criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Principali apparecchiature di laboratorio. Apparecchio triassiale. Comportamento meccanico dei terreni a grana-fine. Resistenza al taglio e deformabilità delle argille NC e OC. Prove consolidate non-drenate e prove UU. Resistenza al taglio non-drenata. Prova scissometrica. Apparecchio di taglio diretto e di taglio semplice. Resistenza al taglio di picco e residua. Apparecchio in condizioni di deformazioni piane. Comportamento meccanico dei terreni a grana-grossa. Dilatanza e sue implicazioni pratiche. Cenni alla teoria dello stato critico. Parametri di deformabilità. Curve di decadimento dei moduli elastici. Approccio ingegneristico e avanzato alla modellazione costitutiva dei terreni. Introduzione alla teoria della elasto-plasticità. La condizione di snervamento e la superficie di plasticizzazione. Potenziale plastico. Legge di flusso associata e non-associata. Incrudimento. Cenni al modello di Cam-Clay.

Sesto modulo didattico (4L+2E+2T) – Indagini geotecniche in sito e modello geotecnico di sottosuolo. Programma, finalità ed estensione delle indagini. Caratterizzazione geotecnica e definizione del modello geotecnico di sottosuolo. Armonizzazione tra modello geologico e modello geotecnico. Sondaggi e prelievo dei campioni. Campionamento indisturbato. Prove geotecniche in sito. Prove penetrometriche statiche CPT e dinamiche SPT. Prove dilatometriche e pressiometriche. Correlazioni empiriche per l'interpretazione dei risultati delle prove SPT e CPT. Misura della pressione interstiziale. Installazione di piezometri. Cenni alle prove geofisiche di tipo sismico. Prove cross-hole e down-hole.

Settimo modulo didattico (10L+4E+4T) – Analisi dei problemi geotecnici alla scala ingegneristica. Metodi di analisi per la risoluzione di problemi di stabilità. Metodi dell'analisi limite e dell'equilibrio limite globale. Stabilità di pendii naturali e fronti di scavo. Pendio indefinito. Sicurezza di un versante. Metodo dei conci. Metodo di Bishop e di Janbu semplificato. Generalità sulle opere di sostegno. Spinta delle terre. Calcolo della spinta attiva e resistenza passiva secondo le teorie classiche di Coulomb e di Rankine. Spinte dovute all'acqua e ai sovraccarichi. Opere di drenaggio. Tipologie di fondazioni. Fondazioni superficiali e profonde. Carico limite delle fondazioni superficiali. Meccanismi di rottura geotecnici e strutturali. Formula di capacità portante di Terzaghi e generalizzazione di Brinch-Hansen in condizioni drenate e non-drenate. Cenni alla normativa tecnica (D.M. 17/01/2018).

Metodi didattici

Lezioni (ore/anno in aula): 52
Esercitazioni (ore/anno in aula): 26
Tutorato (ore/anno in aula): 24

Testi di riferimento

Appunti, articoli scientifici e altro materiale didattico sarà distribuito

durante il corso. È consigliata la consultazione delle seguenti monografie:

Lancellotta, R. (2012). Geotecnica (4a edizione). Zanichelli, pp. 530. Testo di base consigliato.

Berardi, R. (2021). Fondamenti di Geotecnica (4a edizione). Città Studi, pp. 602. Testo di riferimento. Pragmatico e di facile comprensione adatto ad un primo contatto con la disciplina.

Atkinson, J. (1997). Geotecnica - Meccanica delle Terre e Fondazioni. Mc Graw Hill, pp.452. Testo di riferimento. Tratta sia la meccanica dei terreni sia i problemi di dimensionamento delle fondazioni e delle opere di sostegno anche se non in modo approfondito.

Holtz, R.D. & Kovacs, W.D. (1981). An Introduction to Geotechnical Engineering. Prentice-Hall, pp.733. Ottimo testo di approfondimento sul comportamento meccanico e idraulico dei terreni. Pragmatico e di facile comprensione.

Lambe, T.W. (1991). Soil Testing for Engineers. BiTech Publishers, pp. 165. Testo di riferimento per le prove geotecniche di laboratorio.

Lambe, T. W. & Whitman, R. V. (1990). Soil Mechanics. John Wiley & Sons, pp. 576. Testo di approfondimento classico di meccanica dei terreni.

Nova, R. (2002). Fondamenti di Meccanica delle Terre. Mc Graw Hill, pp.373. Testo di approfondimento sul comportamento meccanico e idraulico dei terreni. Approccio teorico avanzato.

Mitchell, J.K. & Soga, K. (2005). Fundamentals of Soil Behavior. Wiley and Sons, pp. 592. Testo di approfondimento sul chimismo delle argille e sull'interazione delle fasi fluide e solide del mezzo poroso.

Wood, D.M. (1990). Soil Behaviour and Critical State Soil Mechanics. Cambridge University Press, pp. 462. Testo di approfondimento sul comportamento meccanico e idraulico dei terreni. Approccio teorico avanzato.

Salgado, R. (2006). The Engineering of Foundations. McGraw-Hill, 928 pp. Testo di approfondimento sulle tematiche dell'ingegneria delle fondazioni.

Viggiani, C. (1999). Fondazioni. Hevelius, 568 pp. Testo di approfondimento sulle tematiche dell'ingegneria delle fondazioni.

**Modalità verifica
apprendimento**

Durante il corso verranno assegnati esercizi e problemi inerenti gli argomenti del corso. Una verifica dell'effettivo svolgimento dei lavori assegnati verrà svolta all'esame.

L'esame finale consiste in una prova scritta di tre ore suddivisa in una prima parte di quesiti teorici ed una seconda di esercizi. Il voto finale

risulterà dalla media aritmetica delle due parti che dovranno essere entrambe superate con una votazione sufficiente. L'intera prova d'esame si svolgerà in modalità "libri-chiusi" e cioè sarà ammesso all'esame SOLO l'uso della calcolatrice. Se ritenuto necessario allo svolgimento degli esercizi verrà distribuito un formulario.

Altre informazioni

Il materiale didattico è pubblicato sulla piattaforma KIRO raggiungibile al collegamento <https://elearning.unipv.it/>

Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile

[\\$lbl_legenda_sviluppo_sostenibile](#)