

# Facoltà di Dipartimento di Ing. Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica

## Anno accademico 2018/19

Attività didattica

### **GEOTECNICA [2017]**

Periodo di svolgimento: *Primo Ciclo Semestrale*

Docente titolare del corso: BOTTIGLIERI OSVALDO

Docente: **BOTTIGLIERI OSVALDO**

Docente Esterno - Cultore della Materia

#### **1) Cenni di Geologia**

Ciclo di formazione delle rocce: origine delle rocce; processi di formazione, trasporto e deposizione del sedimento e diagenesi. Cenni di mineralogia. Definizione granulometrica delle terre. Cenni della Teoria della Tettonica a Placche.

#### **2) Identificazione e classificazione dei terreni**

Genesi e struttura dei terreni. Classificazione granulometrica dei terreni. Descrizione delle interazione meccaniche ed elettro-chimiche tra le particelle dei terreni. Mineralogia delle Argille. Il terreno come mezzo polifase: definizione delle fasi; relazione tra le diverse fasi; proprietà indice. Identità di un terreno: composizione e stato fisico di un terreno. Prove di laboratorio per riconoscimento dello stato fisico dei terreni. Stati di consistenza per i terreni a grana fine: limiti di Atterberg. Prove per il riconoscimento dei terreni: Analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione; metodi per la misura di Limiti di Atterberg. Sistemi per la classificazione dei terreni (AGI'94 e USCS). Esercitazioni pratiche.

#### **3) La meccanica dei continui**

Il terreno come mezzo ideale continuo. Tensione in un punto. Rappresentazione dello stato tensionale nel punto. Tensore di tensione. Teorema di Cauchy-Poisson. Tensioni e direzione principali. Stati tensionali particolari: Isotropia; assial-simmetria; piano. Tensioni geostatiche. Cerchio di Mohr per stati di tensione piani. Invarianti di tensione e definizione dei parametri di tensione  $p$  e  $q$ . Analisi della deformazione. Invarianti della deformazione. Equazioni di Navier. Estensione della meccanica del continuo ai mezzi granulari polifase: tensione totale e pressione media di contatto. Presenza nei vuoti interstiziali di acqua e gas.

#### **4) Principio di Terzaghi e stato tensionale geostatico**

Il principio delle tensioni efficaci. Tensioni litostatiche o geostatiche in termini di tensioni totali ed efficaci. Pressione dell'acqua interstiziale in condizioni idrostatiche. Profili di tensioni verticali efficaci al variare delle posizione del piano di falda rispetto al piano campagna. Peso dell'unità di volume sommerso. Condizione edometrica e legame tra tensioni geostatiche orizzontali e verticali: il coefficiente di spinta a riposo. Stato tensionale geostatico per variazione della quota del piano di falda sotto il piano campagna. Caso del piano di falda sopra il piano campagna. Definizione degli invarianti tensionali totali ed efficaci ( $p; q$ ) ( $p'; q'$ ).

#### **5) Moti di filtrazione nei terreni.**

Cenni di dinamica dei fluidi: linee di flusso; regimi di moto laminare (numero di Reynolds); moto permanente o stazionario; moto uniforme. Equazione di Bernoulli. Definizioni delle altezze: geometrica; cinetica; di pressione. Carico totale e carico piezometrico/idraulico. Distribuzione dei carichi per liquido in quiete e in movimento. Gradiente idraulico. Velocità di filtrazione: media apparente ed effettiva. Legge di D'Arcy. Coefficiente di permeabilità e permeabilità intrinseca. Osservazioni sulla portata  $Q$  in filtrazione monodimensionale al variare del gradiente e stesso terreno e per pari gradiente al variare del tipo di terreno. Ordine di grandezza del coefficiente di permeabilità per alcuni terreni a diversa granulometria. Equazione generale della filtrazione. Equazione di Laplace. Definizione delle linee di flusso e linee equipotenziali. Cenni sui metodi grafici per la soluzione dell'Equazione di Laplace per moti di filtrazione confinati in regime stazionario. Considerazioni sull'effetto dello stato tensionale efficace in presenza di moto di filtrazione monodimensionale permanente ed uniforme verso l'alto e verso il basso: forza di filtrazione. Cenni sui fenomeni sifonamento e sollevamento fondo scavo. Filtrazione in mezzo stratificato. Cenni su effetto emungimento da pozzo.

## 6) Modelli costitutivi

Cenni legami costitutivi. Modello elastico lineare e non lineare. Modello elastico lineare isotropo. Moduli di elasticità longitudinale, trasversale e coefficiente di contrazione trasversale. Modello rigido plastico perfetto. Definizione di involucro di rottura. Cenni sui criteri di resistenza.

## 7) Compressibilità dei terreni.

Processo di consolidazione o rigonfiamento. Processo di creep. Compressibilità di un terreno. Cedimento monodimensionale. Prova edometrica. Apparecchiatura edometrica. Caratteri distintivi di una prova edometrica: 1) condizioni di drenaggio; 2) modalità dell'incremento del carico verticale; 3) curva cedimenti - tempo: consolidazione primaria/secondaria e metodo grafico per la loro distinzione; 4) curva di compressibilità edometrica. Curva di ricomprensione; di compressione; di rigonfiamento e ricomprensione in ciclo di carico/scarico; 5) modulo di elasticità edometrico; 6) tensione di pre-consolidazione. Tensione di pre-consolidazione e metodo grafico approssimato per la sua determinazione. Definizione del grado di sovra-consolidazione: OCR. Terreno NC ed OC. Indici di compressibilità edometrica nel piano semi-logaritmico. Coefficiente di spinta a riposo  $K_0$  al variare del grado di sovra-consolidazione; relazione empirica di Jaky per il suo calcolo nella condizione NC ed OC. Valore teorico di  $K_0$  nell'ipotesi di mezzo isotropo lineare elastico. Alcuni esempi.

## 8) Cedimenti delle fondazioni superficiali.

Definizione e tipologie di fondazioni superficiali. Cause dei cedimenti delle fondazioni superficiali. Aliquote del cedimento sotto una fondazione superficiale su terreni a grana fine/grossa. Relazione tra evoluzione nel tempo del carico di fondazione e cedimento. Fasi dei metodi tradizionali per il calcolo del cedimento. Teoria di Boussinesq. Calcolo degli incrementi di tensione verticale mediante gli abachi di Steinbrenner e Jambu, Bjerrum e Kjærnsli. Strategie per il calcolo dell'incremento di tensione per diversa posizione planimetrica della verticale rispetto all'area d'impronta della fondazione. Considerazioni rispetto alla rigidità della fondazione rispetto a quella del terreno: casi fondazione flessibile/rigida. Calcolo dei cedimenti per terreni a grana fine mediante il metodo tradizionale edometrico: caso del terreno NC e caso del terreno OC, e relazioni empiriche proposte da Padfield e Sharrock. Calcolo dei cedimenti nel caso dei terreni a grana grossa.

## 9) Resistenza dei terreni.

Programmazione campagna di indagine. Volume significativo. Qualità dei campioni. Resistenza dei terreni. Modello rigido plastico perfetto: esempio del blocco su superficie sabra. Concetto di involucro di rottura. Casi puramente attritivo, coesivo-attritivo e puramente coesivo. Definizione di Criterio di Resistenza e sue possibili formulazioni nei 3 casi individuate. Analogia tra blocco e terreno. Criterio di resistenza Mohr - Coulomb - Terzaghi: per terreni a grana grossa; per terreni a grana fine NC; per terreni a grana fine OC. Apparecchiature per la misura della resistenza dei terreni: Apparecchio di Casagrande per l'esecuzione delle prove di taglio diretto. Apparecchio Triassiale. (Prove CD; CU; UU). Uso delle prove TRX per la misura: 1) Resistenza non drenata. 2) Resistenza per un'argilla NC. 3) Resistenza di un'argilla OC. Uso di una prova di taglio diretto per la misura: 1) Resistenza di un terreno a grana grossa (sciolto e denso); 2) resistenza di terreno a grana fine (NC e OC). Risposta tenso-deformativa dei terreni nel corso di prove di taglio diretto e prove triassiali. Uso degli invarianti di tensione  $q$  e  $p$  per la rappresentazione dello stato tensionale del terreno nel corso di prove triassiali. **Teoria di Rankine nell'ipotesi di estradosso orizzontale. Stato limite attivo e passivo. Nel caso di resistenza solo attritiva (Argilla NC e Sabbia), dimostrazione e calcolo della tensione di stato limite attivo e passivo e dei coefficienti di st. limite attivo e passivo. Individuazione dei piani di rottura. Solo formule nel caso di terreno dotato di resistenza attritiva e coesiva (Argilla OC). Integrazione, nei diversi casi, delle tensioni di stato limite, per il calcolo della Spinta Attiva e Passiva su parete verticale di terreno di altezza  $H$  e confronti.**

## 10) Capacità Portante.

Carico limite di fondazione. Requisiti e fasi di progetto. Normativa di riferimento. Tipologie di fondazione: superficiale e profonda. Panoramica sulle diverse tipologie di fondazione diretta o superficiale. Scelta del piano di posa. Verifica del carico limite. Differenza di approccio tra verifiche secondo vecchia e nuova normativa. Tipi di meccanismo di collasso delle fondazioni superficiali: rottura generale, per punzonamento e locale. Calcolo del carico limite mediante la formula di Terzaghi. Correzioni formula di Terzaghi per i casi: 1) carico eccentrico; 2) fondazione non nastriforme e quadrata; 3) fondazione non nastriforme e circolare. Formula generalizzata di Hansen, e significato dei diversi coefficienti correttivi. Verifiche B.T. (breve termine) e L.T. (lungo termine).

### Testi consigliati

1. Burghignoli A. – Lezioni di meccanica delle terre
2. Lancellotta R.: Geotecnica - II Edizione, Zanichelli Edizioni
3. Colombo P. & Colleselli F.: Elementi di Geotecnica - III Edizione, Zanichelli Edizioni
4. Craig R.F.: Soil Mechanics, Chapman & Hall Eds