

**Meccanica delle Terre e Teoria dello Stato Critico.**

J. H. ATKINSON & P. L. BRANSBY - *The Mechanics of Soil: An Introduction to Critical State Soil Mechanics*. University Series in Civil Engineering. LONDON: McGraw-Hill Book Co., 1978. Roma: E.S.I.A., Paperback Lire 27.500.

Come è specificato nel sottotitolo (*An Introduction to Critical State Soil Mechanics*) questo testo universitario sul comportamento meccanico dei terreni assume come quadro di riferimento la Teoria dello Stato Critico, sviluppata dal « Gruppo di Cambridge » negli anni '60.

Il libro può forse essere meglio esaminato oggi, a cinque anni dalla sua pubblicazione, essendo ora più facile confrontare obiettivamente la costruzione teorica e il quadro di riferimento che vi vengono presentati con le conoscenze più recentemente acquisite e con gli sviluppi della intensa attività di ricerca sperimentale, che è seguita alla prima proposizione della teoria di Cambridge. Di questa, negli ultimi anni, sono divenuti più evidenti tanto le particolarità e i meriti (in particolare quello di aver unificato e razionalizzato l'analisi e l'interpretazione dei fenomeni che caratterizzano il comportamento meccanico delle terre), quanto i limiti e le inevitabili approssimazioni.

Sotto il profilo strettamente didattico sono chiari i vantaggi di collocare la meccanica delle terre in un quadro di riferimento razionale e coerente con l'interpretazione fisica dei singoli fenomeni osservati, rispetto alla tradizionale presentazione di un insieme di modelli e leggi costitutive diversi, e talvolta contrastanti, adatti singolarmente a descrivere vari aspetti e fenomeni del comportamento dei terreni.

D'altra parte la maggiore complessità del modello unitario e delle relazioni analitiche necessarie per descriverlo richiede un adeguato supporto di conoscenze di meccanica dei solidi e un maggiore sforzo per acquisire ed approfondire i vari aspetti della teoria.

I risultati conseguibili nella didattica e la validità di questa presenta-

zione della meccanica delle terre, alternativa a quella tradizionale, dipendono comunque dal valore e dai meriti della esposizione della intera materia. Il libro in esame, indirizzato agli studenti di ingegneria civile, è in effetti, il primo testo universitario di meccanica delle terre<sup>(1)</sup> organico e completo, fondato sulla Teoria dello Stato Critico del « Gruppo di Cambridge », ed assolve perciò anche il compito di verificare la validità didattica di una nuova impostazione della disciplina.

Nel primo capitolo sono illustrate le caratteristiche fisiche generali dei terreni, quali materiali che interessano l'ingegneria civile. In sostanza, attraverso una definizione di « terreno dell'ingegnere » viene indirettamente definito il campo disciplinare dell'ingegneria geotecnica e, in particolare, della meccanica delle terre. Peraltro, la descrizione delle proprietà dei diversi costituenti fisici delle terre e la trattazione della interazione tra le fasi, delle caratteristiche dei minerali argillosi e degli effetti meccanici della loro attività chimico-fisica sono troppo brevi e semplificate. Ad esempio, i presupposti fisici ed i concetti informativi dei metodi geotecnici di classificazione delle terre ed i loro risvolti applicativi non sembrano sufficientemente chiariti.

Nei tre capitoli successivi si introducono quei principi della meccanica del continuo che risultano necessari per trattare il comportamento delle terre, il concetto di tensione efficace, la definizione degli stati tensionali e delle loro variazioni, la descrizione delle deformazioni, la rappresentazione analitica e grafica delle successioni di stati tensionali e delle relazioni tra tensioni e deformazioni. Queste sono precedute da una accurata analisi delle corrispondenze formali tra gli invarianti delle tensioni e delle deformazioni e dal loro significato fisico.

Il capitolo quinto descrive le più comuni prove geotecniche, di tipo meccanico, e ne esamina i principi e gli aspetti particolari che interessano la definizione, in generale, delle leggi costitutive dei terreni.

Il capitolo successivo è dedicato all'idraulica del terreno. La definizione delle grandezze e delle relazioni fon-

damentali dell'idraulica precede l'esame dei processi di filtrazione, in regime permanente, in terreni omogenei ed eterogenei, isotropi ed anisotropi. Un certo spazio è dedicato all'esame degli effetti prodotti dalle eterogeneità e della anisotropia. Segue, nel capitolo ottavo, la trattazione della consolidazione monodimensionale, nelle ipotesi della classica teoria di Terzaghi; è singolare, per un libro moderno, che la soluzione esatta dell'equazione differenziale della consolidazione in serie di Fourier (per il metodo di integrazione si rinvia al classico testo di Taylor), facilmente programmabile anche sui calcolatori portatili, venga preceduta dalla esposizione di quella approssimata, con isocrone paraboliche, proposta da Terzaghi e Frölich.

Il comportamento tipico dei terreni nelle prove triassiali e di taglio viene descritto, nel capitolo successivo. Vi sono messi in evidenza quattro comportamenti caratteristici, per terreni consolidati alla stessa pressione isotropa: quelli di un'argilla normalmente consolidata e di un'argilla sovraconsolidata, portate a rottura in condizioni drenate e non drenate. Da questi comportamenti tipici viene derivata, in modo chiaro e semplice, la « linea di stato critico » e la « superficie di snerpamento di Roscoe », quali elementi essenziali della teoria di Cambridge. Questa è illustrata nel capitolo decimo in grande dettaglio, con dati sperimentali ed applicazioni per l'elaborazione di risultati di prove triassiali.

Successivamente vengono esaminate le condizioni di rottura di argille fortemente sovraconsolidate, in riferimento allo stato critico e alle condizioni di rottura, definite dalla relazione di Hvorslev.

Si perviene così alla definizione integrale e completa del comportamento dei terreni argillosi, che viene assunta poi, come termine di riferimento, nella trattazione delle caratteristiche meccaniche dei terreni sabbiosi, nel capitolo successivo.

(1) La Teoria dello Stato Critico è stata precedentemente (1968) illustrata e sviluppata da A. N. Schofield e C. P. Wroth in « Critical State Soil Mechanics », che peraltro ha più il carattere di presentazione monografica che di testo didattico sistematico.

Viene poi svolta una trattazione estesa del comportamento dei terreni prima della rottura, in particolare delle relazioni sforzi-deformazioni e delle previsioni delle deformazioni con espressioni analitiche semplici, in forma incrementale.

I capitoli quindici e sedici, che concludono il libro, sono dedicati alla analisi delle prove di laboratorio e alla definizione dei parametri che si utilizzano nelle applicazioni.

In complesso, il libro guida lo studente attraverso l'analisi del comportamento dei terreni, in forma non convenzionale, fino alla acquisizione degli strumenti necessari per la soluzione dei problemi di ingegneria geotecnica. L'esposizione è sempre molto chiara

e la esemplificazione con l'analisi di risultati sperimentali facilita la comprensione degli aspetti più complessi della dinamica dei terreni.

Certamente resta la difficoltà di utilizzare praticamente la potenzialità della teoria di Cambridge, in assenza di condizioni ambientali favorevoli. L'ingegneria geotecnica, in particolare in Italia, resta ancora saldamente ancorata a una diversa, e più tradizionale, visione delle caratteristiche dei terreni e dei problemi applicativi.

Il libro si raccomanda perciò ai più giovani ingegneri geotecnici che, interessandosi allo studio delle proprietà delle terre, desiderino acquisire un moderno metodo di studio ed analisi del comportamento meccanico dei cor-

pi naturali e una razionale chiave interpretativa dei fenomeni più complessi, come ad esempio, quelli che accompagnano la rottura dei terreni argillosi sovraconsolidati o la liquefazione delle sabbie.

A chi compie lo sforzo di impadronirsi della Teoria di Cambridge, e il libro ne fornisce certamente il mezzo più facile, si aprono le possibilità di affrontare i problemi più avanzati dell'ingegneria geotecnica, e di risolverli con mezzi moderni, in particolare con l'analisi numerica in forma incrementale degli stati di rottura e di deformazione dei terreni e della interazione terreno-strutture.

*(Giovanni Calabresi)*