

# Recensioni

## Statica delle terre

V. V. SOKOLOVSKI - *Statics of soil media* - Butterworths Scientific Publications - London 1960.

### 1 - Premesse

Nello studio di stabilità dei terreni — sia che si considerino problemi di fondazione o di stabilità dei pendii oppure problemi di spinte attiva e passiva — vengono presi in considerazione due stati di tensione: quello in cui una piccola variazione delle forze di massa o di superficie non produce perdita di equilibrio e quello in cui la variazione comunque piccola di tali forze porta al loro squilibrio e quindi alla rottura del mezzo in esame.

Come è ben noto, il primo che si occupò di tali problemi fu COULOMB (1773) che formulò i postulati della teoria sull'equilibrio critico e l'applicò ai problemi di spinta di un terrapieno contro un muro di sostegno. Tale teoria fu perfezionata ed estesa ad altri problemi in seguito, specialmente ad opera di RANKINE (1857).

Ai nostri giorni gli studi sulla teoria dell'equilibrio critico seguono due tendenze.

La prima — sviluppata specialmente dal FELLENIUS — ha come scopo la creazione di una teoria che possa esaminare i vari problemi attraverso ipotesi semplificative che postulano l'esistenza di superfici di slittamento piane e di forma semplice.

La seconda tendenza — fra i cui esponenti maggiori si può ricordare CAQUOT — continua l'idea di RANKINE e cerca di costruire un metodo più rigoroso che attraverso l'analisi matematica possa applicare la teoria dell'equilibrio critico alla risoluzione dei problemi pratici.

Il SOKOLOVSKI si inserisce in quest'ultima corrente e la sua opera, cui si fa riferimento, è un tentativo di generalizzare un metodo per l'esame e la risoluzione dei problemi di equilibrio critico sia nei terreni coerenti e no .

L'opera — che è alla sua seconda edizione inglese — è stata tradotta dal testo originale russo e consta

di 5 capitoli di cui i primi tre possono considerarsi costituire la prima parte e gli altri due la seconda.

Con questo criterio vengono qui esposti brevemente i punti essenziali dell'opera.

### 2 - Equilibrio critico in un terreno - Stabilità delle fondazioni e dei pendii - Spinte delle terre

La condizione di « stato critico » in un punto di un terreno presuppone che la massima differenza fra la forza tangenziale assoluta, agente in un piano comunque orientato di quel punto, e una funzione lineare della forza normale agente nello stesso piano sia zero. Cioè esprimendo in formula si presuppone che:

$$(1) \quad \max \{ |\tau_n| - (\sigma_n + H) \tan \varrho \} = 0$$

con  $H = K \cotg \varrho$ ;  $\varrho$  = angolo di attrito interno;  $K$  = coefficiente di coesione.

In un mezzo ideale incoerente sarà  $H = 0$  e in uno coerente  $\varrho = 0$ .

L'Autore usando questa condizione generale di sta-

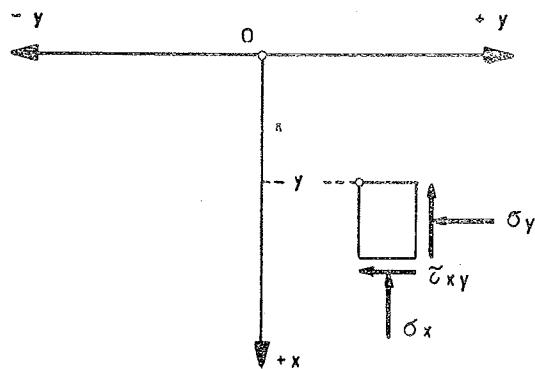


Fig. 1

to critico compie una indagine sulle equazioni di equilibrio piano .

In un sistema di assi cartesiani  $x$  e  $y$  l'equilibrio

piano è riferito ad una massa cilindrica o prismatica di lunghezza infinita sotto l'azione di forze perpendicolari alle generatrici e distribuite uniformemente lungo la loro lunghezza (Fig. 1).

Le superfici di slittamento in condizioni di equilibrio piano critico di un terreno saranno delle superfici cilindriche con le generatrici parallele all'asse  $z$  normale al piano  $x-y$ .

Le equazioni differenziali di equilibrio si riducono allora a:

$$(2) \quad \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} = X; \quad \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} = Y$$

e queste vengono trasformate in un sistema di equazioni canoniche facendo ricorso alle tensioni normali principali  $\sigma_1$  e  $\sigma_2$  e a delle funzioni ausiliarie. La risoluzione del sistema di equazioni canoniche eseguita con un metodo di integrazione numerica porta alla conoscenza dei valori delle tensioni critiche e quindi alla risoluzione dei problemi di stabilità.

E' da notare che il SOKOLOVSKI nella parte introduttiva pone anche in evidenza il principio della similitudine meccanica per l'importanza che, secondo l'Autore, essa può assumere nella statica dei terreni sia per i calcoli e sia per la costruzione di modelli.

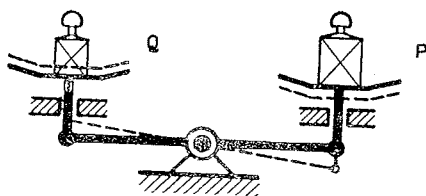


Fig. 2

I problemi di interesse pratico che riguardano le fondazioni e le spinte possono così essere rese più intuitive con un modello che consiste in una bilancia dove però il movimento dei due piatti è reso più difficile dal considerevole attrito delle guide (Fig. 2 e 3).

L'equilibrio critico della bilancia nasce dal fatto che un piccolo incremento del carico su un piatto può far muovere la bilancia.

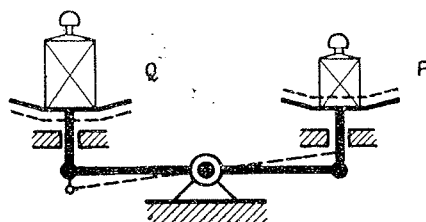


Fig. 3

Ammissa tale similitudine meccanica nei problemi di fondazione il fenomeno è analogo: posto sul piatto di destra un peso  $P$  si richiede di determinare il carico  $Q$  che fa mantenere la bilancia in condizioni

critiche. E' evidente che i casi possono essere due a secondo che  $Q$  è  $< 0 >$  di  $P$  e la violazione dell'equilibrio può così avvenire in due direzioni.

Si consideri allora, ad esempio (Fig. 1), un terreno delimitato da una superficie orizzontale (asse  $y$ ) e caricato con una pressione normale  $\sigma_x = p(y)$  (funzione continua) lungo il semiasse positivo  $y$ , il problema è quello di determinare la pressione normale lungo il semiasse negativo  $y$  che può mantenere la fondazione in equilibrio critico senza sollevamenti o abbassamenti. E' evidente che le soluzioni sono due: una definisce la pressione minima che impedisce il rigonfiamento lungo l'asse negativo  $y$  e l'altra definisce la massima pressione che può essere applicata senza abbassamenti.

Analogamente si può ragionare per le spinte delle terre. Facendo riferimento sempre allo stesso modello di cui le Fig. 2 e 3, se nel piatto di destra è posto un peso e quello di sinistra è fermo (si ricordi l'attrito delle guide) si cerca di determinare la pressione a cui è soggetto il sistema quando è in equilibrio critico.

Anche qui le soluzioni sono due: una determina la pressione minima — spinta attiva — cioè il carico del terreno contro un muro di sostegno, e l'altra determina la pressione massima — spinta passiva — cioè il carico del muro di sostegno contro il terreno.

Coll'ausilio di questa similitudine il SOKOLOVSKI studia le pressioni massime e minime nei problemi di stabilità sia dei terreni di fondazioni e dei pendii sia dei terreni interessati da fenomeni di spinte attiva e passiva. La loro risoluzione viene effettuata attraverso pochi problemi, che saranno chiamati di base, la cui soluzione viene offerta dall'integrazione di un sistema di equazioni canoniche, la cui teoria è stata precedentemente illustrata.

Nella parte finale di questa prima parte l'Autore si sofferma a descrivere la teoria di equilibrio piano critico di un mezzo stratificato e il sistema di equazioni di equilibrio viene considerato in uno stato critico speciale che è caratterizzato dalla relazione:

$$(3) \quad |\tau_{xy}| = (\sigma_x + H) \tan \bar{\rho}$$

dove a differenza della (1) le componenti  $\sigma_x$  e  $\tau_{xy}$  sono riferite a piani orizzontali.

A - *Equilibrio critico di un mezzo ideale granulare (incoerente) e di un mezzo ideale coesivo*

Le proprietà speciali di un mezzo ideale pone i problemi di stabilità, ovvero della teoria dell'equilibrio critico, in una posizione più favorevole, agli effetti della loro risoluzione, di quella offerta dalla teoria più generale sviluppata dal SOKOLOVSKI nella parte precedente.

L'Autore quindi, in questa ultima parte, esamina i problemi precedenti idealizzando il mezzo su cui agiscono le tensioni ponendo o  $\rho = 0$  o  $H = 0$ .

Viene così dapprima esaminato un prisma (*wedge*) granulare ( $H = 0$ ) limitato da una linea inclinata rispetto all'orizzontale di angoli  $\epsilon_1$  e  $\epsilon_2$  (Fig. 4).

Due sono i tipi di equilibrio possibili a seconda che l'angolo in  $O$  è maggiore o inferiore a  $180^\circ$ .

Nel primo caso lo stato critico esiste nei settori I e II mentre nel III sussiste uno stato elastico.

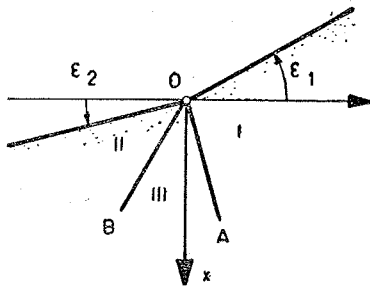


Fig. 4

Nel secondo caso anche il settore III è in uno stato critico diverso però da quello dei settori I e II.

I problemi di stabilità sono qui nuovamente ripresi e risolti, facendo naturalmente ricorso alle solite equazioni di equilibrio opportunamente modificate. Tali risultati saranno poi applicabili a mezzi aventi sia coesione che attrito interno.

L'ultimo capitolo del trattato è dedicato alla teoria dell'equilibrio critico piano di un mezzo ideale coesivo che permette di risolvere parecchi problemi relativi alla statica delle terre.

Limiti di spazio impediscono di riferire diffusamente sia delle applicazioni sia delle questioni complemen-

denza accennata nella premessa, ma certamente è opera di consultazione solo per gli studiosi e i teorici della Meccanica delle terre.

G. Mateotti

## Il tunnel stradale di Rendsburg

Gerd VOGEL - *Ergebnis der Ausschreibung des Rendesburger Tunnels* - Die Bautechnik - luglio 1960, pagg. 259-264.

Karl STRUMPF und Werner SIEVERS - *Strabentunnel Rendsburg* - Die Bautechnik - agosto, pagg. 293-303.

### 1 - Premesse

La strada statale n. 77 (Europastrasse n. 3) incrocia a Rendsburg il canale navigabile Mare del Nord-Mar Baltico: l'attuale ponte girevole non è più sufficiente a smaltire il traffico in continuo aumento per cui il Ministero dei Trasporti ha autorizzato nell'ottobre 1957 la direzione di Kiel per l'idraulica e la navigazione a studiare l'esecuzione di un tunnel stradale sotto il canale navigabile e ad appaltare i relativi lavori.

### 2 - Descrizione generale

Il progetto posto a base dell'appalto ed elaborato dalla direzione dei trasporti marittimi di Kiel, prevedeva una costruzione in acciaio e cemento armato

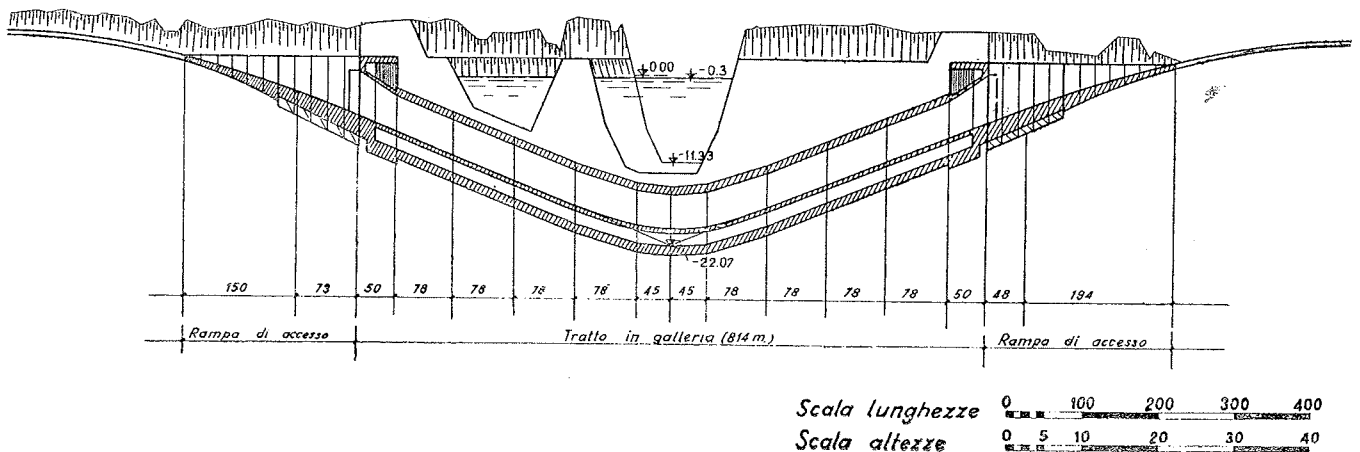


Fig. 1 - Soluzione di progetto - Profilo longitudinale

tari che insorgono in qualche problema particolare. Ogni capitolo del trattato è corredato da esempi numerici e da soluzioni che sono riportate in forma grafica o tabellare. Ci si è sforzati in questa recensione di riportare, nello spazio il più breve possibile, la linea generale della teoria dell'equilibrio critico sviluppata minuziosamente dal SOKOLOVSKI in questa sua « *Statica delle terre* ».

L'opera corredata da una nutrita bibliografia, in cui abbondano gli autori russi, è da ritenersi un contributo allo sviluppo della geotecnica, secondo la ten-

denza complessivamente 1279 metri di cui la parte centrale, in galleria di 814 metri, e due rampe di accesso aperte, della lunghezza di 223 e 242 metri.

Il tunnel era costituito da 8 blocchi prefabbricati di c. a. lunghi 78 metri e un blocco centrale di 90 metri (vedi Fig. 1). Alle estremità erano previsti due blocchi terminali lunghi 50 metri ove erano disposte le cabine di ventilazione.

Il sistema di costruzione prevedeva:

— lo scavo a mezzo draga della fossa ove porre in opera il tunnel;