

bilità di effettuare prove su modello in una centrifuga; l'apparecchio però non era disponibile. Venne allora deciso di effettuare un'esperienza preliminare, per dimostrare la validità del principio, e si scelse di provocare la rottura di un campione cilindrico per accelerazione centrifuga. In altre parole, una prova di compressione a dilatazione trasversale libera in cui la rottura veniva provocata aumentando il peso proprio del campione. L'aspetto più interessante dell'esperienza risiede però nell'apparecchiatura e nella tecnica sperimentale. Venne preparato un campione cilindrico di argilla, che fu racchiuso in un barattolo di latta di diametro un po' maggiore. Quindi secondo le parole dell'Autore: «... il barattolo fu disposto in una reticella, che originariamente era usata per palle da tennis. La reticella fu fissata ad una fune. Lloyd ed io andammo quindi nel prato dietro la vecchia casa ove erano situati gli uffici. L'idea era che io dovessi girare su me stesso in un asse verticale facendo girare il barattolo e la corda abbastanza in fretta da non lasciar loro toccare il terreno, e gradualmente allentare la corda per aumentare il raggio e quindi l'accelerazione centrifuga fino ad un valore abbastanza grande da provocare la rottura. Originariamente ci si attendeva che Lloyd, a guisa di un giocatore di rugby, corresse dietro al barattolo per acchiapparlo alla fine dell'esperienza».

Comunque, alcuni calcoli preliminari mostrarono che egli non avrebbe potuto correre abbastanza in fretta, e quindi il suo ruolo fu cambiato in quello di cronometrista.

L'esperienza riuscì bene. Io roteai virilmente allentando la fune finché il prato non si sollevò sbattendomi in faccia e provocandomi una ferita alla tempia. Dopo che il mondo ebbe smesso di girare io mi trovai supino sul prato a fissare le finestre della vecchia casa che erano affollate dalle facce delle dattilografe, convinte che quella manada di geotecnici fossero di nuovo ubriachi. Lloyd sedeva sul prato, ammirando trionfante una perfetta (o quasi) rottura inclinata di taglio nel nostro campione».

Quello che forse è più sorprendente, è che la resistenza a rottura dedotta dal peso del campione e dall'accelerazione centrifuga misurata risultò in ottimo accordo con la resistenza determinata con prove di laboratorio!

L'A. conclude, con una certa ferezza, osservando che oggi vengono studiate molte cose a cui già si pensava trent'anni fa, e che non furono abba-

stanza elaborate a quel tempo solo in quanto non esisteva ancora la rivista *Géotechnique* su cui pubblicare i risultati.

(Carlo Viggiani)

## BIBLIOGRAFIA

- COOLING L. F., GOLDER H. O. (1942) - *The analysis of the failure of an earth dam during construction*. Journ. Inst. Civ. Eng.
- LYNDON A., SCHOFIELD A. N. (1970) - *Centrifugal model test of a short term failure in London clay*. Geotechnique, 20.

### Tecniche di laboratorio per la misura ed il controllo automatico delle variazioni di volume.

P. I. LEWIN - *Use of servo-mechanism for volume change measurement and  $K_0$  consolidation*. *Géotechnique*, volume XXI, n. 3, 1971.

R. J. MITCHELL, K. N. BURN - *Electronic measurement of changes in the volume of pore water during testing of soil samples* - *Canadian Geotechnical Journal*, vol. 8, n. 2, 1971.

Durante l'esecuzione di una prova triassiale occorre generalmente misurare carico, deformazioni, pressioni

neutre e variazioni di volume; in particolare queste ultime vanno determinate sia in fase di consolidazione isotropa che in fase di applicazione del carico, se drenata.

Nella corrente pratica di laboratorio tutti questi parametri, ad esclusione della variazione di volume, possono essere agevolmente determinati mediante l'impiego di strumenti elettronici; i relativi dati possono essere registrati e sviluppati automaticamente immettendoli, direttamente dallo strumento di registrazione, in un elaboratore elettronico.

Il fatto che le variazioni di volume possano, oggi, essere misurate solo con apparecchiature di tipo tradizionale, non elettroniche, impedisce quindi la completa automazione delle prove triassiali. Per tale motivo, oltre che per ottenere maggiore fedeltà nella misura, questo problema è stato affrontato con determinazione. Un frutto di tale impegno sono i due articoli che esaminiamo e nei quali si propongono metodi diversi che prevedono l'impiego di trasduttori di spostamento e di forza per la misurazione delle variazioni di volume.

Mitchell e Burn propongono due metodi, che sono però utilizzabili solo se la «back-pressure» è indotta da aria in pressione. Il primo di questi, il cui schema è riportato in fig. 1, pre-

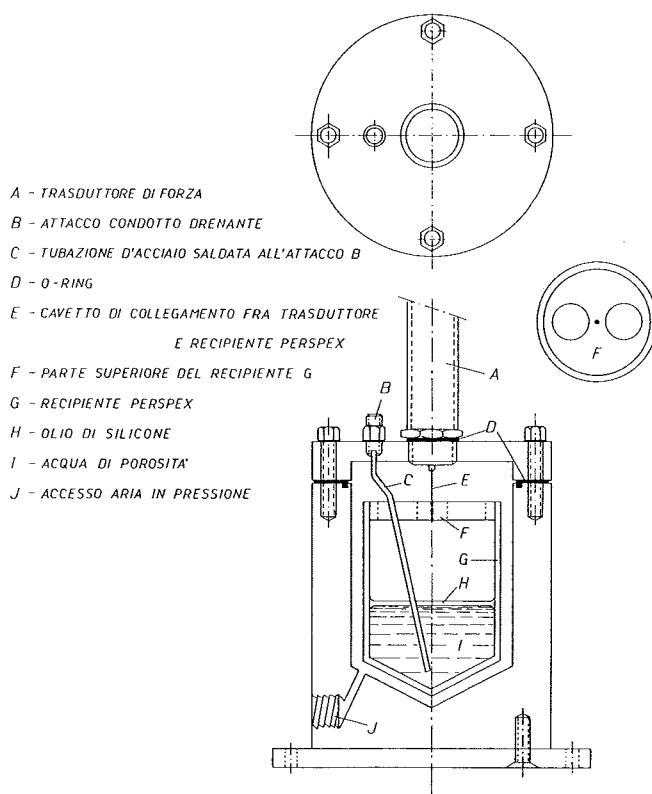
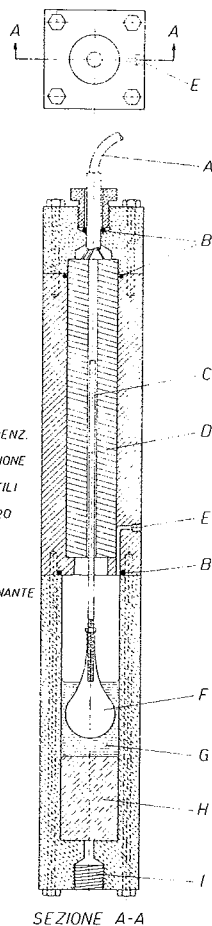


Fig. 1. - Misura mediante pesata del volume espulso con una cella di carico.

vede la trasformazione della misura da volumetrica in ponderale e, quindi, implica l'uso di un trasduttore di forza.

Come si vede dalla figura, l'acqua espulsa dal provino saturo viene convogliata in un recipiente contenuto in un ambiente d'aria in pressione; il recipiente è sospeso al trasduttore che ne misura la variazione di peso conseguente alla immissione di acqua. Il secondo metodo, di cui si vede lo schema in fig. 2, comporta l'uso di un trasduttore di spostamento; infatti l'acqua espulsa dal provino saturo entra,



- A - CAVO ELETTRICO
- B - O-RING
- C - NUCLEO D'INDUZIONE
- D - TRASFORMATORE DIFFERENZ.
- E - ACCESSO ARIA IN PRESSIONE
- F - GALLEGGIANTE CON SOTTILI PARETI DI VETRO
- G - OLIO DI SILICONE
- H - ACQUA DI POROSITA'
- I - ATTACCO CONDOTTO DRENANTE

Fig. 2. - Misura riportata alla variazione di quota di un galleggiante.

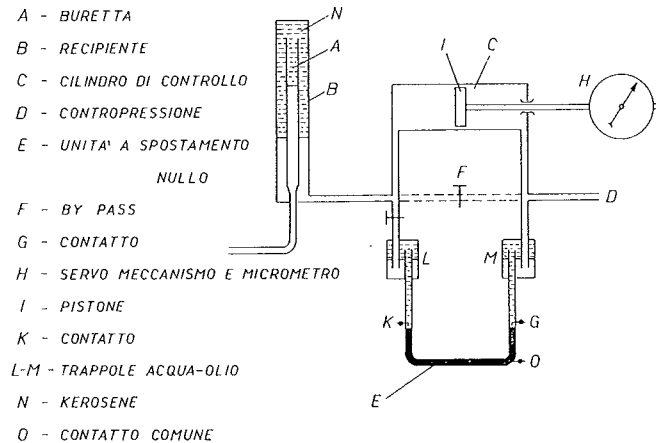
tramite l'accesso I, in un recipiente in comunicazione con una pressione d'aria costante e collegato direttamente al trasduttore. In questo recipiente è contenuto un galleggiante cui è vincolato il nucleo interno del trasduttore induttivo; tale nucleo viene quindi spostato verso l'alto dall'ingresso dell'acqua, e ciò rende possibile, misurando uno spostamento, la determinazione di una variazione di volume.

Entrambi questi sistemi, di cui il secondo ha dato risultati più soddisfacenti, hanno rivelato una fedeltà

nella misura superiore a quella ottenibile con letture fatte con una buretta del tipo oggi comunemente usato.

Tuttavia, poiché la tecnica normalmente adottata nei nostri laboratori è quella di ottenere la contropressione con acqua, ci sembra più interessante il metodo proposto da Lewin e pertanto lo esaminiamo in dettaglio.

Come si vede dalla figura 3, il con-



- A - BURETTA
- B - RECIPIENTE
- C - CILINDRO DI CONTROLLO
- D - CONTROPRESSIONE
- E - UNITA' A SPOSTAMENTO NULLO
- F - BY PASS
- G - CONTATTO
- H - SERVO MECCANISMO E MICROMETRO
- I - PISTONE
- K - CONTATTO
- L-M - TRAPPOLE ACQUA-OLIO
- N - KEROSENE
- O - CONTATTO COMUNE

Fig. 3. - Servo-buretta.

dotto drenante della cella triassiale è connesso con una buretta A contenuta in un recipiente B di perspex; sebbene la buretta non sia strettamente necessaria, essa risulta utile sia per eventuali letture dirette sia per calibrare il sistema. Il recipiente viene connesso mediante il « cilindro di controllo » C ad una contropressione costante D. Le estremità del cilindro C sono collegate mediante una unità E a spostamento nullo, riempita da mercurio. Il principio di funzionamento è il seguente: ad una diminuzione di volume del provino saturo corrisponde un ingresso di acqua nella buretta e, quindi, la fuoriuscita di un eguale volume di liquido dal recipiente B; ciò fa spostare il mercurio provocando la chiusura del contatto G. La chiusura del contatto mette in moto il servo-mecanismo che sposta il pistone I verso destra riportando il menisco di mercurio nella posizione di equilibrio iniziale. In tal modo lo spostamento del pistone è direttamente proporzionale alla variazione di volume e ciò rende possibile la misura di tale volume mediante l'impiego di un normale trasduttore induttivo di spostamento.

E' ovvio che questo metodo, così come quelli già illustrati, è ancora valido nel caso di rigonfiamento del provino; in tal caso il contatto che si chiude per lo spostamento del menisco di mercurio è il contatto K ed il pi-

stone si muoverà verso sinistra per riequilibrare il tutto.

L'A. fa notare che, fra i vari servo-mecanismi adottati, il più adatto si è mostrato quello ottenuto dalla opportuna trasformazione di un micrometro da un pollice di corsa.

Sulla parte posteriore del micrometro è stato montato un motorino elettrico, il cui albero ruota alla velocità

di 1 giro/min.

In tal modo, il moto di rotazione dell'albero motore viene trasformato, attraverso i rotismi del micrometro, nel moto di traslazione del gambo del comparatore.

I dati tecnici di maggiore interesse sono:

- cilindro di controllo in perspex con un diametro di 1.61 cm;
- pistone a tenuta, che può sopportare su un lato una pressione di aria di 20 kg/cm<sup>2</sup>, senza che si abbiano perdite;
- l'unità a spostamento nullo è stata ottenuta eseguendo un foro del diametro di 3 mm in un blocco di perspex;
- per migliorare il sistema di chiusura-apertura dei contatti si è trovato utile avere dell'olio immediatamente sopra la superficie di mercurio; questo è il motivo per cui vi sono le trappole acqua-olio M e L;
- la fedeltà di misura è di 0,005 cmc su un intervallo di 5 cmc e con una portata di 0,5 cmc/min.

L'A. propone anche la utilizzazione del sistema, in una forma leggermente modificata, per controllare automaticamente le prove di compressione triassiale a deformazione trasversale nulla (prove K<sub>0</sub>) su provini saturi; la disposizione dei vari componenti è riportata in fig. 4. In questo schema il cilindro

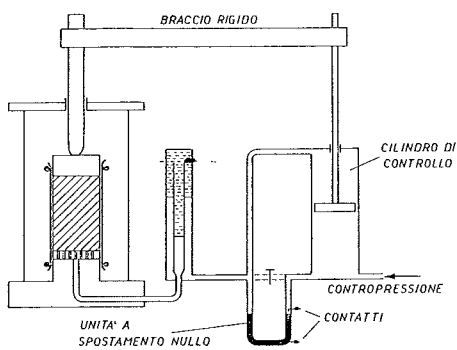


Fig. 4. - Impiego della servo-buretta per prove  $K_0$ .

di controllo è disposto verticalmente ed ha sezione uguale alla sezione del provino; il pistone è collegato mediante un braccio rigido al pistone della cella triassiale. Supponendo di aumentare la pressione nella cella con velocità costante, il provino consolida sotto una pressione idrostatica espellendo acqua, il menisco di mercurio si sposta chiudendo il contatto ed avvia così il servomeccanismo; ciò provoca il movimento discendente del pistone del cilindro di controllo e la conseguente compressione del provino. Una volta che il pistone si è spostato per un volume pari a quello dell'acqua espulsa dal provino il contatto si riapre e cessa la fase di compressione. Data la uguale sezione del cilindro e del provino, si è ottenuto che il provino consolidi in modo che la variazione di volume sia pari alla variazione di altezza moltiplicata l'area iniziale della sezione trasversale, o, in altre parole, così che la deformazione trasversale del provino sia nulla. In ultimo, conoscendo la legge di variazione della pressione laterale e della pressione deviatorica, si può risalire al valore di  $K_0$ , coefficiente di spinta a riposo.

(Filippo Vinale)

### Geologia dei sedimenti recenti.

Z. KUKAL - *Geology of Recent Sediments* - Czechoslovak Academy of Sciences, Prague 1971 - Academic Press London and New York.

Questo libro apporta un contributo non indifferente alla conoscenza dei sedimenti recenti. L'interesse per questi terreni è andato via via crescendo negli ultimi anni ed è legato sia ad una lacuna esistente dal punto di vista strettamente scientifico, sia alla considerazione che una migliore conoscenza su questo argomento risulta molto utile anche ai fini applicativi.

Malgrado dagli anni 50 in poi il numero delle pubblicazioni sia andato

man mano crescendo, mancava fino ad ora un lavoro di sintesi che raccogliesse i dati e le conclusioni dei vari Autori sicché era quasi impossibile, tranne che ad alcuni specialisti, seguire compiutamente lo sviluppo di questa branca delle scienze geologiche.

Il testo di Kukal si svolge, dopo una breve parte iniziale di nomenclatura e classificazione, nell'esame dei sedimenti relativi ai vari ambienti: vengono così passati in rassegna in capitoli distinti i sedimenti fluviali, delle pianure alluvionali, eolici, glaciali, lacustri e deltizi.

In ciascuno di questi capitoli sono descritte le leggi che regolano la deposizione, la granulometria ed i rapporti intercorrenti tra vari parametri granulometrici, la tessitura e la struttura e la composizione chimico mineralogica.

Maggior spazio è dedicato all'ambiente di sedimentazione marino con singoli capitoli dedicati a sedimenti di spiaggia, di mare poco profondo, di mare profondo.

Vengono infine trattate le modifiche dei sedimenti dopo la loro deposizione e la transizione dei sedimenti recenti in quelli antichi.

Al termine di ciascun capitolo è riportata un'ampia bibliografia.

Il libro, di 450 pagine circa, è molto ricco di diagrammi e tabelle, un po' meno di fotografie e disegni. Tuttavia la sedimentologia comincia ad essere considerata una scienza geologica esatta e pertanto i diagrammi e le tabelle assumono giustamente un'importanza maggiore.

(Franco Rippa)

### Sollevarlo di un edificio a mezzo di iniezioni nel terreno.

H. CAMBEFORT, R. PUGLISI - *Soulèvement d'un bâtiment par injection du sol*. Annales de l'Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics, n. 281, maggio 1971.

Gli Autori trattano del sollevamento del suolo provocato « volontariamente » dalle iniezioni, anziché involontariamente per poca oculata condotta delle iniezioni stesse. All'inizio dell'articolo viene ricordato il sollevamento avvenuto presso la Centrale Idroelettrica di Helsingheim sul fiume Neckar in Germania, ove un rettangolo di m 25 x 27,40 fu sollevato di parecchi centimetri dopo che si era raggiunto un cedimento differenziale di 10 cm.

Il caso descritto riguarda il cedimento di un fabbricato industriale

verificatosi durante l'esecuzione di pali trivellati a distanza di qualche metro dal fabbricato. Una volta iniziati, i cedimenti non si sono arrestati nemmeno dopo la fine del lavoro dei pali, continuando lentamente per parecchi mesi tanto che fu necessario puntellare la facciata e i solai del fabbricato. Per arrestarli, il Direttore dei lavori accettò di fare una prova d'iniezioni volta anche a sollevare il fabbricato.

Trattasi della raffineria d'olio Van Den Bergh's en Jurgens in Rotterdam: l'edificio, costruito all'inizio del secolo, è di tre piani con ossatura formata da muri esterni in muratura di mattoni pieni (spessore m 0,50) da pali e da travi metalliche; le fondazioni sono costituite da pali in legno diam. mm 300, di profondità presunta tra i 19 e i 21 metri (v. fig. 1).

Per l'ampliamento dello stabilimento fu progettata la costruzione di un fabbricato in adiacenza, le cui fondazioni furono previste mediante pali trivellati, diam. mm 320 e profondità m 20, realizzati per affondamento a secco di un tubo forma e asportazione del materiale dall'interno. Il lavoro cominciò nel settembre 1969 ma dovette essere sospeso perché i muri esterni del vecchio fabbricato, in vicinanza della zona decompressa, accusarono un cedimento che cresceva col tempo, iniziando con velocità di 5 mm per giorno. All'angolo del fabbricato (picchetto 3, vedi figg. 1 e 2) il cedi-

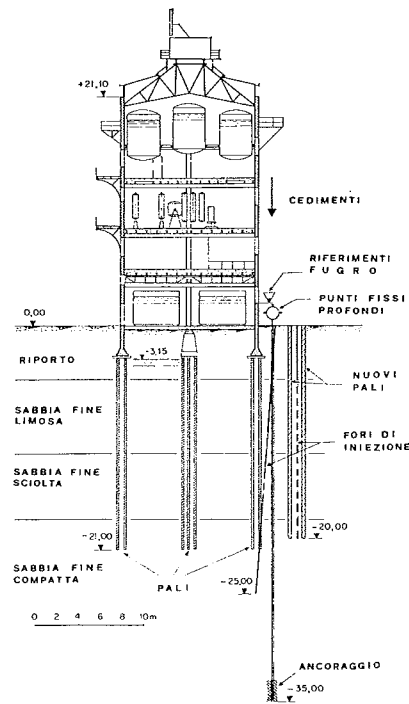


Fig. 1. - Sezione trasversale della raffineria.