

UN SEMPLICE STRUMENTO PER LA MISURA DELLE PRESSIONI ENTRO MEZZI INCOERENTI

P. COSSU (*)

SOMMARIO - Si descrive un misuratore di pressione entro un mezzo incoerente, il cui funzionamento è basato su una particolare applicazione dell'estensimetro elettrico a variazione di resistenza. Se ne illustra un procedimento di taratura ed una prima applicazione.

L'estensimetro elettrico costituisce, oggi, un semplice e potente mezzo d'indagine in tutte le ricerche dirette a valutare la sollecitazione di un provino o di un determinato punto di una struttura.

Presentiamo qui una sua particolare applicazione volta alla determinazione della distribuzione delle pressioni in seno a masse costituite da materiale incoerente, quali ad esempio i terreni sabbiosi.

L'apparecchiatura consiste essenzialmente in un *manometro* a variazione di resistenza elettrica, concepito in modo tale da offrirci la componente normale dello sforzo in un punto e secondo una determinata giacitura.

Per la determinazione delle variazioni di resistenza elettrica si fa uso di un circuito che consiste essenzialmente nel ben noto *ponte di Wheatstone*, montato su apposita centrale (1).

L'elemento sensibile del manometro è costituito da una lamina sottile in plexiglass, su una faccia della quale si incolla un estensimetro avente le dimensioni non maggiori di un piccolo francobollo (2).

La lamina è applicata alla superficie di un piccolo cubo di legno che ne costituisce un supporto leggero e facilmente spostabile da punto a punto.

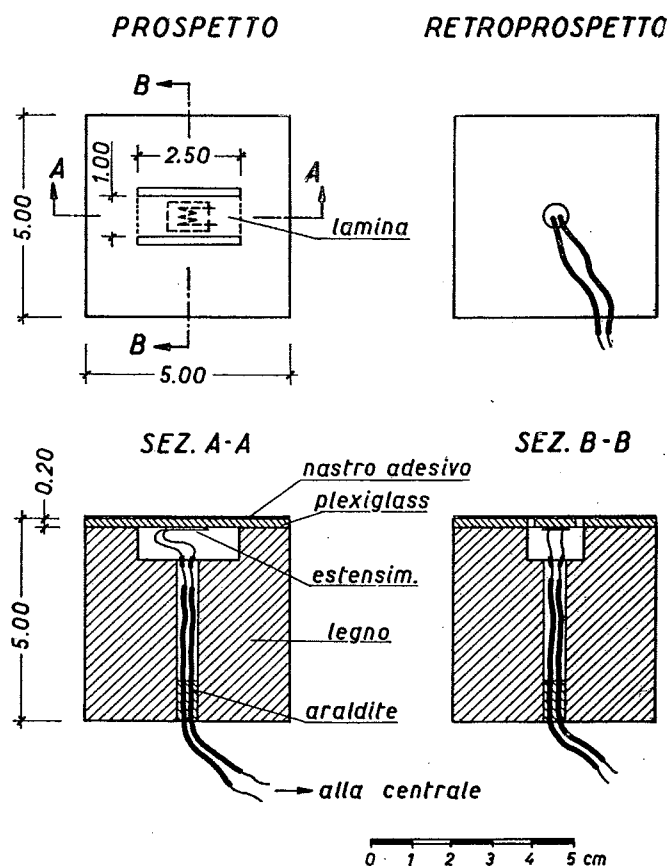


Fig. 1 - Dettaglio dello strumento

(*) Dott. Ing. Piero Cossu dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni di Cagliari.

(1) La centrale di misura da noi usata è lo « Strain Indicator SR-4 » della Baldwin Locomotive Works.

Essa dà direttamente gli allungamenti unitari con lettura su quadrante tarato in milionesimi (10^{-6}).

(2) E' stato fatto uso di un estensimetro « Tepic Huggenberger » tipo BL 1/2-120, che misura sulla base di 5 mm., e di lunghezza d'ingombro di poco superiore. Sono però in commercio, occorrendo, estensimetri analoghi di misure alquanto più ridotte.

Sottoposta a determinate condizioni di vincolo e volgendo all'intradosso la faccia cui è incollato l'estensimetro, essa lavora su una luce libera ottenuta praticando una opportuna cavità nel legno (Fig. 1).

I conduttori che connettono l'estensimetro alla centrale di misura fuoriescono dal cubo facendosi strada lungo un foro che trapassa il legno da parte a parte, dal fondo della cavità fino alla faccia opposta a quella cui è applicata la lamina sensibile.

Una colata di *araldite* ottura superficialmente il foro e nello stesso tempo blocca i conduttori al legno.

Le dimensioni del cubo da noi adottato sono di cm $5 \times 5 \times 5$ (Fig. 2).

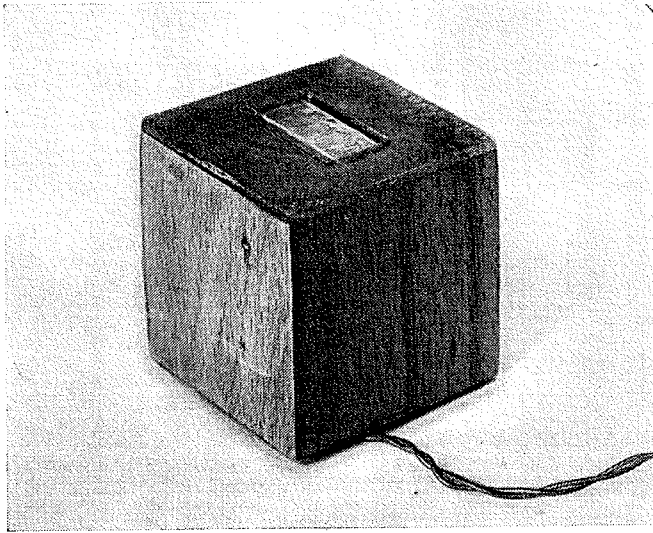


Fig. 2 - Vista dello strumento

Particolare cura si è tenuta nel collocare la lamina in modo che la faccia volta all'estradosso risulti a filo con la superficie del cubo. Anzi, a tal fine, nello schema che qui presentiamo e che è il risultato di lunghi tentativi, la lamina fa addirittura parte integrante di una intera lastrina di plexiglass, aventi i lati di cm 5×5 e lo spessore di mm 2, la quale è saldamente incollata alla superficie del cubo e nella quale essa lamina è ricavata praticandovi due fenditure di qualche millimetro di larghezza. Queste fenditure hanno una lunghezza di cm 2,5 e corrono simmetriche rispetto al centro della superficie del cubo, parallele ad un lato ed a distanza reciproca di cm 1,00. La lamina risulta pertanto rettangolare con dimensioni di cm. $2,5 \times 1,00 \times 0,2$. In corrispondenza ad essa la sottostante cavità praticata nel legno è pure rettangolare, lunga ancora cm 2,5, ma leggermente più larga della lamina: tanto quanto basti per non impedirne la libera inflessione.

Si può quindi ritenere che la lamina lavori come lastra rettangolare incastrata sui due lati minori (3) e che essa possa essere indotta a deformazione, praticamente, solo da una distri-

buzione di forze dirette secondo la normale alla sua giacitura.

Evidentemente l'estensimetro, nella posizione nella quale si trova, permette di misurare le dilatazioni che le fibre all'intradosso della lamina subiscono per effetto di tale deformazione. Da queste dilatazioni, leggibili direttamente alla centrale di misura, si può risalire al valore medio della distribuzione delle forze sollecitanti la lamina ricorrendo alla scala di taratura del manometro. Se le dimensioni della lamina, ed anzi di

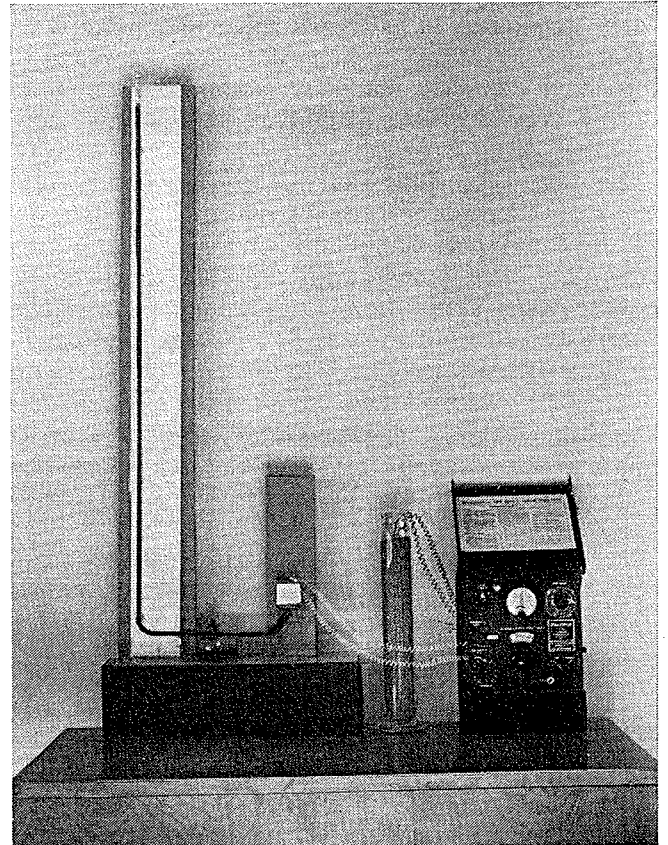


Fig. 3 - Dispositivo di taratura

tutto il cubetto, sono sufficientemente piccole in rapporto a quelle globali del masso oggetto d'in-

(3) A questo proposito è da farsi anche un'altra considerazione connessa con una particolarità costruttiva dello strumento. Infatti, ad evitare che materie estranee possano penetrare attraverso le fenditure all'interno della cavità, e ciò avverrebbe sicuramente nelle normali condizioni di funzionamento, un velo sottilissimo ed impermeabile costituito da una larga striscia di nastro adesivo si distende su tutta la superficie della lastrina. In tali condizioni, però, il nastro adesivo stabilisce una continuità superficiale tra i due bordi di ciascuna fenditura e quindi potrebbe ingenerare un vincolo trasversale tra la lamina ed il restante corpo della lastra in plexiglass, già incollato al legno. Senonché la rigidità a flessione del nastro può ben ritenersi nulla e quindi si può ammettere che esso impedisca in misura men che apprezzabile la normale e libera deformazione della lamina.

dagine, si può ammettere che tale valore medio coincida, con sufficiente approssimazione, con il valore della componente normale dello sforzo nel punto in cui il cubo è immerso e per quel piano secondo cui è orientata la superficie sensibile del manometro.

La taratura è stata eseguita caricando il manometro con una colonna di mercurio. Il dispositivo consiste essenzialmente in un tubo di vetro ad U zoppo. Il ramo corto è connesso al cubo mediante un raccordo interamente in gomma che si incolla ai bordi della superficie sensibile; quello lungo è disposto verticalmente su una scala graduata. In corrispondenza del gomito un rubinetto a tre vie o connette i due rami tra di loro o li connette con l'esterno permettendo, in questo secondo caso, di spillare il mercurio, contenutovi (Fig. 3).

La faccia sensibile del manometro è orientata orizzontalmente, così da ricevere il carico del fluido con ripartizione uniforme su tutta la sua superficie e in modo, quindi, che la pressione agente sulla lamina sia costante e pari a quella corrispondente all'altezza di colonna liquida agente su di essa. Nella Fig. 4 riportiamo i risultati della taratura dello strumento, ossia le letture alla centrale in funzione dell'altezza di mercurio, e quindi della pressione: la caratteristica dello strumento stesso è praticamente rettilinea.

A titolo di collaudo dello strumento proposto abbiamo eseguito una indagine volta alla deter-

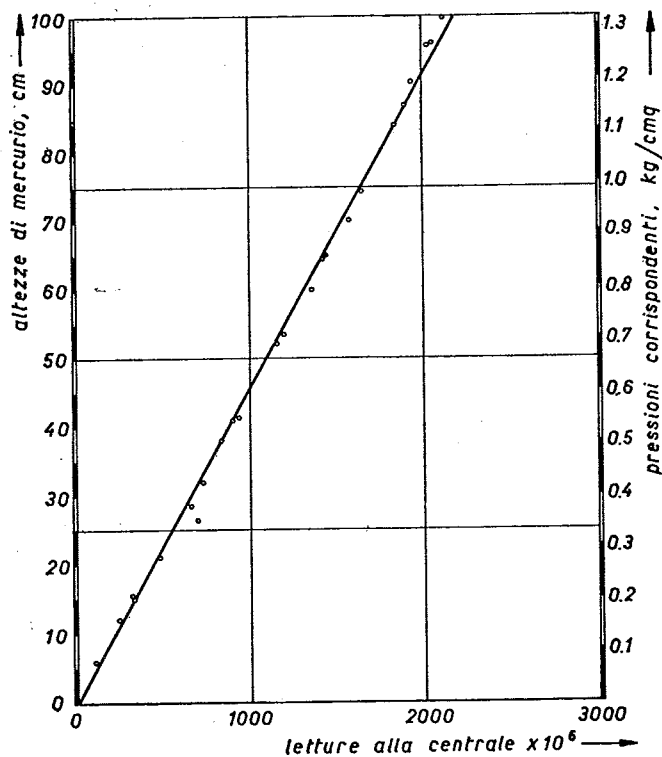


Fig. 4 - Curva di taratura dello strumento

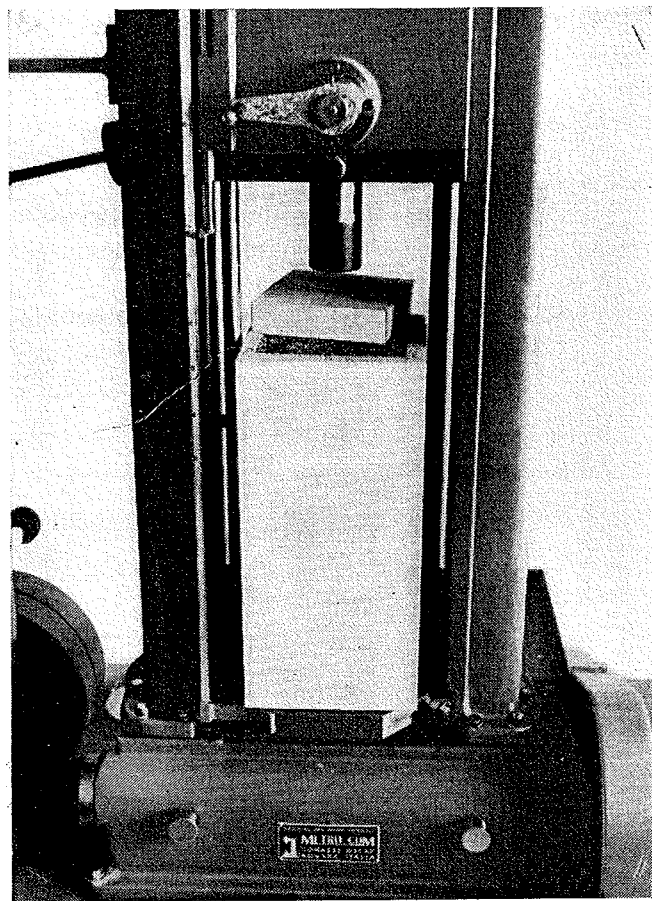


Fig. 5 - Il modello di silo ed il dispositivo di carico

minazione della distribuzione delle pressioni verticali e delle spinte orizzontali entro un modello di silo.

Il modello, costruito interamente in legno, ha la sezione quadrata di cm 16×16 ed è alto cm 40; è stato riempito con sabbia normale di *Torre del Lago* sufficientemente asciutta.

L'esperienza è stata eseguita caricando la superficie superiore della sabbia insilata con un carico uniformemente ripartito di un chilogrammo per centimetro quadrato. Le misure sono state eseguite dopo ripetute alternanze di carichi e scarichi fino a portare a regime il comportamento della massa di sabbia quale desunto dalle letture alla centrale (Fig. 5).

In apposito diagramma abbiamo tracciato le due curve, così sperimentalmente ricavate, delle pressioni e delle spinte, riportando in ascisse le pressioni in kg/cm² ed in ordinate le profondità in cm (Fig. 6).

Ci riserviamo di eseguire un confronto di queste curve con quelle che la teoria ci permetterebbe di tracciare; ma pensiamo pure che il confronto sia solo relativamente legittimo, poiché all'approssimazione delle curve sperimentali non

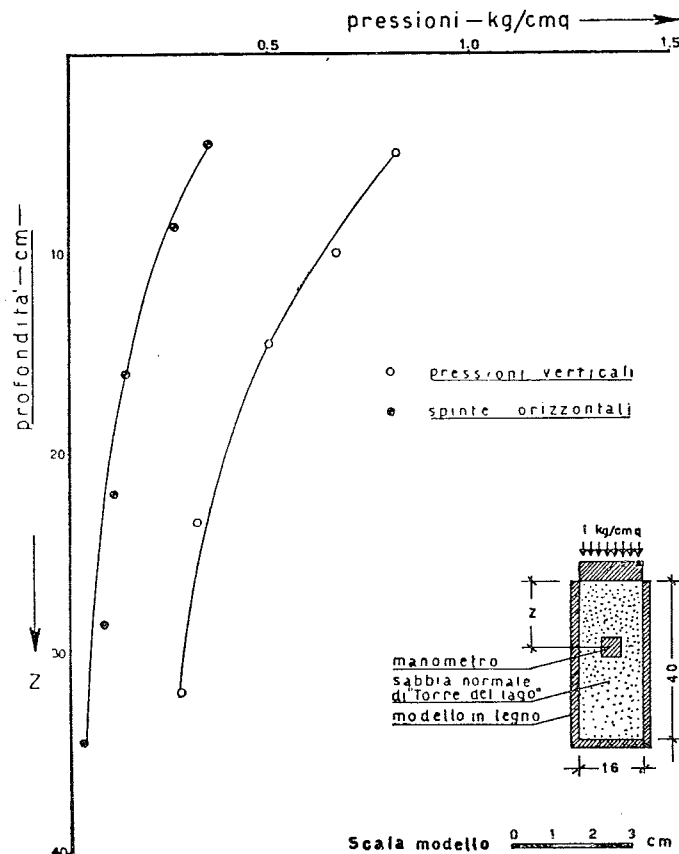


Fig. 6 - Curva delle pressioni e delle spinte relative nel modello di silo.

corrisponderà certamente altrettanta approssimazione in quelle teoriche, per la difficoltà di assegnare all'angolo di attrito interno della sabbia ed all'angolo di attrito esterno tra legno e sabbia valori sufficientemente approssimati.

Pensiamo, comunque, che certamente lo strumento descritto possa essere in diversi casi utile. Tuttora sono in atto studi intesi al perfezionamento dell'apparecchio, studi che saranno oggetto di una prossima nota.

Si può però già sin d'ora sperare di poter equipaggiare con apparecchi di questo tipo mo-

delli di fondazioni sperimentali, e pervenire quindi alla determinazione delle pressioni trasmesse alla fondazione stessa dai terreni circostanti. Anzi l'apparecchio è stato messo a punto proprio per tale impiego, nell'allestimento di una serie di studi sperimentali sui blocchi di fondazione dei sostegni per le linee elettriche; esperienze per cui sono impegnati, per iniziativa dell'ANIDEL, gli Istituti di Scienza delle Costruzioni del Politecnico di Milano e dell'Università di Cagliari.

Cagliari, 10 gennaio 1957

SOMMAIRE - La note décrit un appareil de mesure des pressions dans un milieu incohérent, qui se base sur l'application de jauges de contrainte électriques. On expose ensuite une méthode d'étalonnage et une première application de l'instrument.

SUMMARY - The Author describes a new device for measuring pressures in an cohesionless medium, based on a particular employment of electric strain gages. A calibration method and a first application of the instrument are pointed out.