

IL TACHEOMETRO «SZEPESSY»

Prof. dott. GIOVANNI BOAGA

Descrizione dello strumento e indicazioni sull'uso pratico di esso.

Sono noti i grandi progressi realizzati in questi ultimi anni nella costruzione di strumenti celerimetrici, basta a questo scopo ricordare i Teodoliti-tacheometri Zeiss, gli strumenti Wild, quelli delle Case nazionali, Salmoiraghi, Galileo, ecc. Fra tutti questi presenta particolari caratteristiche costruttive il *Tacheometro «Szepessy»* costruito dalla S. A. Süss di Budapest e adottato su larga scala dal Catasto ungherese.

Poichè di questo strumento non abbiamo veduti cenni sui più recenti trattati di topografia, fatta eccezione di un breve richiamo nell'ultima edizione del classico trattato del Jordan-Eggert, vol. II, pag. 305, così riteniamo utile presentare ai lettori della Rivista una sommaria descrizione dell'apparato con le necessarie indicazioni sull'uso pratico di esso.

Il Tacheometro «Szepessy» presenta la caratteristica costruttiva rappresentata da una grande scatola di forma circolare fissa, innestata sull'asse di rotazione del cannocchiale nella medesima posizione degli ordinari cerchi verticali nei tacheometri usuali.

Il cannocchiale è centrale e può essere capovolto, cioè ruotato intorno all'asse di rotazione, e altresì ruotato di due angoli retti attorno al proprio asse, come avviene per i cannocchiali dei livelli a cannocchiale mobile.

Il cerchio orizzontale è opportunamente coperto e sulla copertura è fissata una livella cilindrica che si utilizza per rendere verticale l'asse dello strumento. Una seconda livella, pure cilindrica, è collegata alla scatola circolare ed è corredata da opportuni specchi per la

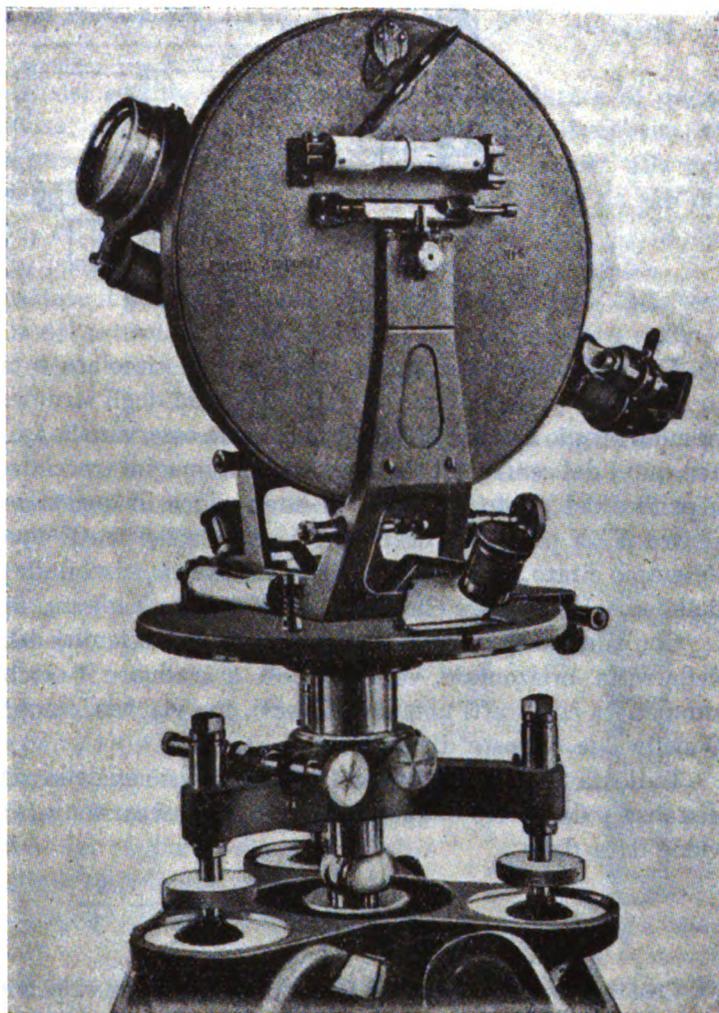


Fig. 1 - Il Tacheometro «Szepessy»

RIV. CATASTO



illuminazione e la lettura della bolla. Questa livella viene impiegata per la correzione di indice della scatola circolare.

Una terza livella torica è fissata ai collari del cannocchiale, ed il suo asse si può disporre parallelo all'asse ottico del cannocchiale. Ciò può essere realizzato con i noti procedimenti impiegati per taluni livelli. Questa terza livella è in generale impiegata per tenere orizzontale il cannocchiale in determinate circostanze.

Le letture al cerchio orizzontale vengono effettuate per mezzo di due noni installati in posizione simmetrica attraverso due microscopi. Altri particolari costruttivi possono essere veduti osservando la *fig. 1*.

Parallelamente all'asse del cannocchiale e dalla parte dell'oculare è montato un microscopio per la lettura delle graduazioni, segnate sul bordo della scatola metallica circolare, come nei teodoliti Heyde a cerchi dentati. Un sistema di prismi, montato nell'interno del microscopio trasferisce nel campo del cannocchiale e verticalmente l'immagine della graduazione che può essere raccolta sul piano del reticolo. Ciò risulta chiaramente messo in evidenza nella *fig. 2* che rappresenta la sezione orizzontale del cannocchiale.

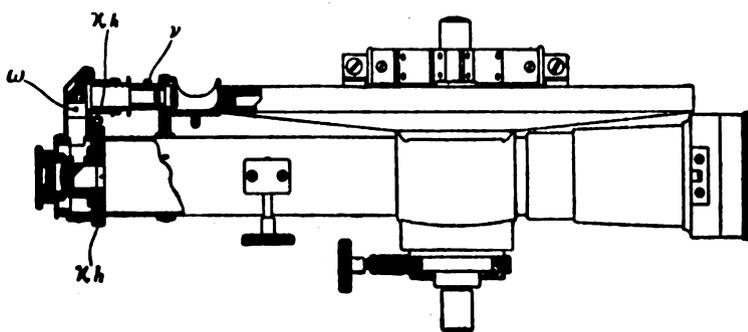


Fig. 2

REV. CATASTO

La graduazione del lembo della scatola circolare è fatta in modo che il tacheometro in questione lo si può inserire nella categoria degli strumenti a *visuale tangenziale*. Per comprendere il suo funzionamento è necessario osservare la *fig. 3*. Ad una distanza Δ (per esempio 100 mm.) dal centro del cannocchiale si immagini tracciata una retta orizzontale e su questa, a partire dal punto O , punto di intersezione di questa retta con la verticale condotta dal centro H , si portino a destra ed a sinistra dei tratti equidistanti dell'ampiezza $\Delta/100$ (nell'esempio citato, di ampiezza 1 mm.). La retta orizzontale sia tangente nel punto O al lembo della scatola circolare che ora diremo *cerchio di altezza*, di centro H e di raggio OH .

Con riferimento al centro H proiettiamo sul lembo del cerchio di altezza la graduazione della retta orizzontale, verremo così a graduare il cerchio di altezza con una divisione simmetrica con tratti non equidistanti, ma via, via, sempre più lunghi a partire dall'origine O nelle due opposte direzioni.

Indicata con x la distanza di una divisione della retta orizzontale dall'origine O , la distanza y del tratto omologo sulla circonferenza, contata su questa, sempre a partire da O , viene data dalla:

$$y = x - \frac{x^3}{3}$$

Così per $x_1 = 5$ mm. e $x_2 = 10$ mm. si trova rispettivamente:

$$y_1 = 4,99_3 \text{ mm.} \quad y_2 = 9,97_7 \text{ mm.}$$



Questi risultati giustificano il perchè della grande dimensione del cerchio di altezza.

Col dispositivo ottico accennato riesce possibile, come si è detto, proiettare nel piano verticale del reticolo del cannocchiale la graduazione in modo da farla comparire parallelamente alla immagine della stadia collocata verticalmente sul punto P del terreno ad una distanza orizzontale D dal centro del cannocchiale (vedere *fig. 3 e 4*).

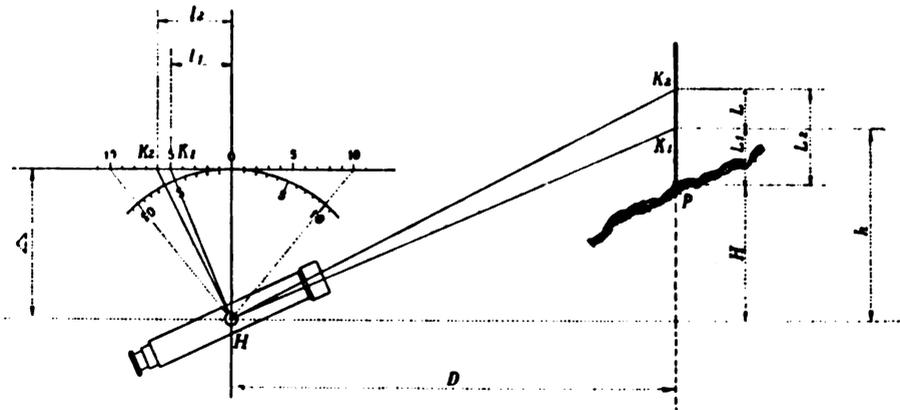


Fig. 3

RIV. CATASTO

È ovvio che la graduazione del cerchio di altezza permette di valutare di quanto la linea di mira si alza o si abbassa, anzi i segni della graduazione positivi e negativi, stanno ad indicare se si tratta di angoli di elevazione o di inclinazione. La lettura alla graduazione viene fatta per mezzo del filo orizzontale del reticolo che è costituito da soli due fili disposti normalmente fra loro, incisi su un vetrino, o come risulta dalla *fig. 4* col filo orizzontale doppio dalla parte (sinistra) dove si forma la immagine del lembo.

La vite w (*fig. 2*) serve a spostare il prisma di lettura onde rendere il lembo della graduazione parallelo al filo verticale del reticolo e quindi parallelo alla graduazione della stadia che deve essere tenuta perfettamente verticale per mezzo di un treppiede e di una opportuna livella sferica.

Le viti x_b sono le viti del reticolo come nei comuni livelli Checy, Egault, ecc. della S. A. La Filotecnica.

È naturale che con lo strumento rettificato, quando la linea di mira è orizzontale, sul filo orizzontale del reticolo deve essere fatta la lettura *zero*. Se la linea di mira è inclinata, allora la lettura al filo orizzontale rappresenta un multiplo (in generale 100) della tangente trigonometrica dell'angolo di inclinazione ossia un multiplo della pendenza dell'asse ottico del cannocchiale.

La distanza fra due segni successivi, segnati con cifre intere sul lembo (per esempio nella *fig. 4* i tratti contrassegnati dalle cifre 15 e 16) proiettata sul reticolo viene resa eguale all'intervallo esistente nei cannocchiali distanziometri fra i fili orizzontali corrispondenti al valore $K = 100$ del rapporto diastimometrico.

Questa condizione si realizza regolando opportunamente l'apparato ottico attraverso il quale corrono i raggi luminosi dal lembo al reticolo.

Se inizialmente si ha per K un valore superiore a 100 è necessario aumentare l'ingrandimento del microscopio di proiezione e diminuirlo nel caso opposto. Per aumentare tale ingrandimento occorre diminuire la distanza focale dell'obbiettivo del microscopio stesso.

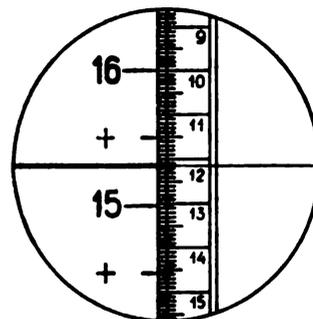


Fig. 4

RIV. CATASTO



Ciò si ottiene avvicinando le due lenti di cui è formato questo obiettivo. Dopo di avere rallentata la vite v di fissaggio (*fig. 2*) si muove la lente interna dell'obiettivo potendo questa, per costruzione, scorrere nell'armatura tubolare della lente esterna, avvicinandola a questa ultima e conseguentemente allontanandola dall'oculare.

Per ottenere la distanza orizzontale D fra il centro dello strumento ed il punto P del terreno dove è collocata la stadia, adoperando indifferentemente il cannocchiale ad asse ottico orizzontale o inclinato, usufruendo di due letture alla stadia L_1 ed L_2 in corrispondenza di due successive divisioni numerate k_1 e k_2 della graduazione del lembo (vedere *fig. 3*), basta moltiplicare la differenza L delle due letture L_1 , L_2 per il rapporto diastimometrico K ($= 100$).

Per il calcolo della differenza di livello fra il centro dello strumento ed il piede della stadia, si tiene conto poi anche dei numeri che contraddistinguono i due tratti successivi numerati k_1 e k_2 , che chiameremo letture l_1 , l_2 al lembo e che, ricordiamo, si fanno sempre nel campo del cannocchiale. Tali letture rappresentano dei multipli di 100 delle pendenze dei raggi OK_1 e OK_2 uscenti dal centro del cannocchiale e diretti alla stadia (*fig. 3*). Tale differenza di livello H viene fornita da una delle due formule:

$$H = 0,01 \cdot D \cdot l_1 - L_1 = 0,01 \cdot D \cdot l_2 - L_2$$

oppure dalla loro media

$$H = 0,01 \cdot D \cdot \frac{l_1 + l_2}{2} - \frac{L_1 + L_2}{2}$$

La graduazione del lembo è compresa fra $+ 80$ e $- 80$ sicchè le letture l_1 e l_2 vengono comprese in detto intervallo. Se invece di considerare due graduazioni numerate, successive, del lembo si considerano altre due qualunque l'_1 e l'_2 allora il rapporto K varia con l'intervallo $l'_2 - l'_1$ considerato e si riduce in ogni caso al seguente

$$K = \frac{100}{l'_2 - l'_1}$$

Se $l'_2 = l'_1 + 1$ si ritorna ancora alla $K = 100$.

In base a questo fatto è bene notare che potendo diminuire il valore del rapporto diastimometrico si viene ad aumentare la precisione delle misure; nell'ambito delle operazioni topografiche conviene diminuire K finchè la lunghezza visibile di stadia sia completamente utilizzabile.

Si conclude allora che il distanziometro in discussione può essere considerato del tipo di distanziometri a rapporto diastimometrico fisso e variabile e che per il calcolo della distanza D e della differenza di livello H sono sufficienti le quattro letture L_1 , L_2 , l_1 , l_2 fatte attraverso il cannocchiale con una sola puntata (o, come sarà detto in seguito, con due puntate) escludendo qualsiasi lettura diretta al cerchio di altezza e consecutiva riduzione all'orizzonte della distanza. Nel Tacheometro «Szepessy» dunque, si trovano riunite le caratteristiche dei tacheometri ordinari a fili di distanza data e di quelli a riduzione automatica (esempio: Hammer - Fennel).

Desiderando una maggiore esattezza converrà stabilire a priori le due letture l_1 e l_2 , spostare il cannocchiale finchè al filo orizzontale del reticolo si fa la lettura l_1 , in corrispondenza di questa alla stadia si fa la lettura L_1 , indi spostando il cannocchiale si porta il filo orizzontale a coincidere con la l_2 e si fa corrispondentemente la lettura L_2 alla stadia. La distanza D e la differenza di livello H sono ancora date dalle formule sopra scritte.



I risultati di osservazione e di calcolo possono essere brevemente raccolte in una matrice del tipo seguente:

Stazione	Punto collimato	Lettere al lembo $\left\{ \begin{matrix} l_1 \\ l_2 \end{matrix} \right.$	$l_2 - l_1$ $K = \frac{100}{l_2 - l_1}$	Letture alla stadia $\left\{ \begin{matrix} L_1 \\ L_2 \end{matrix} \right.$	$L_2 - L_1 = L$	$D = K \cdot L$	$m =$ $0,01 \cdot D \cdot l_1$ $0,01 \cdot D \cdot l_2$	$H =$ $m - L_1$ $m - L_2$
A	P	+ 10	5	3,946	2,718	54,36	+ 5,435	+ 1,489
		+ 5	20	1,228			+ 2,717	+ 1,489
		+ 9,5	5	3,674	2,717	54,34	+ 5,163	+ 1,489
		+ 4,5	20	0,957			+ 2,446	+ 1,489

In lavori di precisione converrà come nell'esempio citato eseguire più osservazioni con parti diverse del lembo e prendere la media dei risultati parziali; una buona regola pratica è quella di fare le letture alla stadia alle altezze 1 metro e 1,5 metri. Con questo metodo si fanno, in generale, le letture volute indipendenti l'una dall'altra, con una sola puntata e si ottengono due diversi valori di D e quattro valori di H . Questo procedimento è assai rapido. Il Catasto ungherese segue appunto questa norma.

Dal rilevamento mediante poligonali della città Zalaegerszeg eseguito da operatori catastali col Tacheometro « Szepessy » è risultato che gli errori di chiusura di 44 poligonali delle lunghezze variabili da 164 metri a 907 metri sono risultati di molto inferiori (mediamente del 30 %) delle tolleranze consentite per la misura diretta delle distanze.

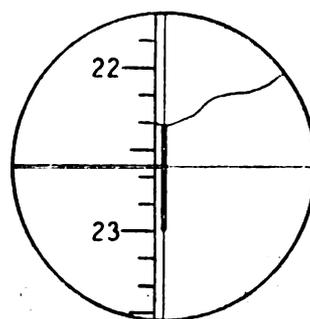


Fig. 5 RIV. CATASTO

Le tolleranze medie, gli errori medi di chiusura e le percentuali relative alle varie poligonali, classificate secondo le loro lunghezze sono riassunte nel seguente quadro:

Lunghezze poligonali	Numero poligonali	Tolleranze medie m.	Errori medi di chiusura m.	Percentuali
da 100 a 200 m.	8	0,25	0,09	36
» 200 » 300 »	10	0,30	0,12	40
» 300 » 400 »	6	0,42	0,16	38
» 400 » 500 »	6	0,50	0,11	22
» 500 » 600 »	9	0,59	0,15	26
» 600 » 700 »	3	0,66	0,21	32
» 700 » 800 »	1	0,78	0,25	32
» 800 » 900 »	1	0,91	0,20	22

Notiamo da ultimo che il bordo della scatola cilindrica in posizione simmetrica rispetto al diametro verticale della graduazione dianzi descritta è graduato in gradi sessagesimali. Questa nuova graduazione può essere letta attraverso il microscopio collegato al cannocchiale, quando questo è messo nella seconda posizione, cioè ruotato di 180° attorno l'asse di rotazione. Il bordo di questa graduazione è graduato di 10' in 10' ed il campo del microscopio in questo caso risulta come è indicato nella fig. 5.



Con questa ulteriore graduazione è ovvio che lo strumento può essere adoperato come teodolite con cerchio verticale fisso, sia per la misura di angoli orizzontali, sia per la misura di angoli zenitali, dai quali però non è possibile eliminare l'errore di eccentricità della graduazione.

Ulteriormente, la livella torica disposta lungo l'asse del cannocchiale permette di adoperare lo strumento come livello; pertanto il Tacheometro «Szepessy» è uno strumento universale topografico che può indifferentemente essere impiegato per lavori planimetrici, altimetrici e celerimetrici.

Infine, le condizioni di esattezza di questo strumento, considerato come teodolite, come livello, come tacheometro, si ottengono con i classici procedimenti.

