

I MOVIMENTI DEI MANUFATTI DI GRANDI DIMENSIONI E LA LORO MISURA

Dott. Ing. MARINO FORNARI

della Direzione Generale del Catasto e dei SS.TT.EE. - Roma
Comunicazione presentata all'VIII Convegno nazionale della S.I.F.E.T.
Roma 1963

In una recente pubblicazione ¹ ho illustrato un metodo ed uno strumento, da me ideati, atti a misurare con notevole semplicità e precisione gli spostamenti orizzontali dei manufatti di grandi dimensioni sui quali siano stati posti adatti segnali.

La precisione conseguibile non è certamente inferiore a quella che si ottiene con le apparecchiature per la misura degli spostamenti verticali.

I lusinghieri apprezzamenti avuti da riviste scientifiche e tecniche ², mi hanno deciso a riprendere l'argomento per meglio precisare alcuni punti non completamente trattati nella precedente pubblicazione e, soprattutto, per chiarire alcuni dubbi che illustri colleghi, particolarmente competenti della materia, hanno sollevato.

Dichiaro anzitutto che il sistema da me ideato non intende sostituirsi a quello, ormai classico, della triangolazione.

Desidero inoltre precisare che il metodo non è soltanto applicabile alle dighe di ritenuta; bensì a tutti quei casi nei quali i movimenti dei fabbricati destino preoccupazione e, comunque sia necessario controllare con esattezza. Ad esempio per il campanile pendente di Pisa una istallazione del genere contribuirebbe senza dubbio ad ottenere, con notevole precisione, l'entità degli spostamenti; cosa questa indispensabile per studiare i mezzi idonei a frenare quella che sembra progressiva, ineluttabile, inclinazione e che ridurrebbe, a breve scadenza di tempo, lo splendido campanile in un mucchio di rovine.

Analogamente per i fabbricati che diano preoccupazione di faticenza; per i ponti e viadotti in sede di collaudo, per i muri di sostegno di notevole altezza; per prevenire temibili crolli e per controllare la stabilità dei maestosi monumenti tramandatici dall'antichità, ecc.

Ciò premesso, vediamo ora le principali obiezioni che si possono muovere al sistema:

I - Le stazioni di osservazione ove si installano i due strumenti (che debbono, come è noto, ciascuno seguire e misurare gli spostamenti dei segnali apposti sul

¹ « Metodo e strumento per la misura degli spostamenti planimetrici orizzontali dei manufatti di grandi dimensioni » (Editori F.lli Palombi, Roma, 1960).

² Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali, Fascicolo n. 2/1961, pagg. 125, 126 e 127.
— Giornale del Genio Civile, Fascicolo maggio 1961.
— Il Costruttore Edile, Roma, 31 maggio 1961, pagg. 2.
— Ingegneri, Architetti, Costruttori, Bologna, giugno 1961.
— Bibliografia italiana di idraulica Padova, aprile-giugno 1961, n. 46, volume III, pag. 39.
— Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia (S.I.F.E.T.), Firenze, 1° dicembre 1962, nn. 1-2-3/1962, pag. 74.

manufatto in esame, secondo due direzioni normali ai rispettivi assi di collimazione) debbono garantire, *nel modo piú assoluto*, che ogni qualvolta si rinnovino le osservazioni, si possa ripristinare l'orientamento originario dell'asse di collimazione.

II - I pilastri che sorreggono lo strumento debbono essere inamovibili nel tempo e ciò contrasterebbe con la opportunità che le stazioni non distino molto dai segnali da osservare; infatti il terreno sul quale detti pilastri poggiano può seguire i movimenti medesimi, falsando in tal modo i risultati delle misure.

III - L'alloggio entro il quale deve muoversi la base dello strumento deve consentire un sia pur minimo gioco che, data la distanza di collimazione, potrebbe inficiare le osservazioni con un errore non facilmente eliminabile; infatti la traslazione della base può causare una rotazione dell'asse di collimazione che è dannosa alle misure da effettuare.

* * *

I - Per quanto riguarda la prima obiezione, è ovvio che l'unico mezzo per annullare l'inconveniente del non esatto ripristino dell'orientamento del cannocchiale, sia quello di rendere gli strumenti solidali con i pilastri di appoggio durante tutto il periodo per il quale il manufatto è sotto controllo.

In altre parole lo strumento non deve spostarsi dalla posizione nella quale si trovava all'inizio del ciclo di osservazioni.

Esso dovrà pertanto essere contenuto in apposita custodia sul pilastro di stazione ed assolutamente riparato dal pericolo di manomissioni nei periodi nei quali non vengano eseguite le osservazioni.

Daltronde, nel caso delle dighe di ritenuta esistono già, nel corpo dei manufatti, installazioni fisse (sismografi, inclinometri, termometri, ecc.) per controllare il buono stato di stabilità del manufatto nel tempo.

Se, come avviene, sul manufatto esistano piú segnali da osservare, lo strumento deve potersi orientare sempre secondo la medesima direzione per ciascuno di essi.

Pertanto, come è descritto nella precedente pubblicazione, occorrerà porre a distanza dallo strumento dei segnali fissi in zona sicuramente stabile a mezzo dei quali possano essere stabilite, fin dall'inizio del ciclo di osservazione, le visuali originarie.

Un piccolo errore di collimazione a detti segnali non avrà dannosa conseguenza sulla precisione della operazione.

II - Poiché, come sopra ho specificato, i pilastri di osservazione si trovano a distanza notevolmente ravvicinata rispetto al manufatto, è ovvio pensare che il terreno sul quale detti pilastri poggiano segua i movimenti del manufatto medesimo.

In proposito va ricordato anzitutto che l'inconveniente è comune anche al metodo della triangolazione dove le osservazioni angolari dai pilastri ai segnali apposti sul manufatto avvengono a distanza ravvicinata. Peraltro con il metodo che si propone si ottiene il grande vantaggio, rispetto al precedente, che i due pilastri

dai quali si eseguono le osservazioni sono indipendenti tra di loro e pertanto consentono la maggiore libertà nella scelta della loro ubicazione.

Comunque l'inconveniente può eliminarsi rendendo mobile, a mezzo di viti micrometriche, la base dello strumento.

A tal fine detta base è munita di tre o quattro cannocchiali fissi che collimano costantemente segnali posti a grande distanza dal manufatto ed in zona sicuramente stabile.

Detti cannocchiali fanno parte di un unico blocco in modo che un unico oculare con reticolo fornito di più incrociocchi consente il controllo delle collimazioni ed indica gli spostamenti necessari per riprodurre esattamente la posizione originaria dello strumento.

III - Le conseguenze dannose relative allo spostamento angolare dell'asse di collimazione, dovuto al gioco necessario tra la base mobile ed il suo alloggiamento per consentire i movimenti traslatori, assumono valori minimi riducendo detto gioco nell'ordine del « micron ». Ciò è senz'altro attuabile nelle lavorazioni di precisione.

D'altronde basti pensare che trattasi anzitutto di movimenti lentissimi ed al massimo del valore $4 \div 5$ cm. Se la guida, come ad es. negli stereocomparatori, avviene in bagno d'olio, la precisione suddetta è senz'altro raggiungibile.

Ripetendo più volte la collimazione, l'errore potrà ancora maggiormente ridursi.

A conclusione si sottolineano i maggiori vantaggi conseguibili con il metodo proposto:

1 - I pilastri di osservazione sono ridotti a due; sono indipendenti tra di loro; possono essere ubicati alla distanza più conveniente dal manufatto; la loro posizione non è più condizionata dalla buona conformazione degli angoli della rete di triangolazione.

2 - Per le osservazioni non è necessaria l'opera di personale specializzato, stante l'estrema semplicità delle misure.

3 - Le osservazioni occupano un tempo brevissimo.

4 - I risultati si possono conoscere immediatamente e ciò consente di potere seguire, all'occorrenza, i movimenti del manufatto nel tempo.

Ad esempio, per controllare lo spostamento di una diga durante le operazioni di invaso e di svasso e ogni qualvolta sia ritenuto necessario e ciò anche indipendentemente da qualsiasi perturbazione atmosferica locale che, come è noto, ha influenza dannosa sulle numerose collimazioni necessarie adottando il metodo della triangolazione.

L'Autore si augura di avere esaurientemente trattato l'argomento e che il metodo possa essere sperimentato, magari in concomitanza delle normali osservazioni teodolitiche per una diga di ritenuta.

Ciò varrebbe a dimostrare praticamente i reali vantaggi del metodo e darebbe un'idea del costo dell'apparecchiatura e delle operazioni di misura.

