

# CONTROLLO DEI MOVIMENTI DEL TERRENO IN ASSESTAMENTO MEDIANTE L'IMPIEGO DEL GEODIMETRO AGA MOD. 6 A

*Rinaldo Benvenuti*

Il problema del controllo dei movimenti di una zona di terreno in assestamento o della statica di grandi strutture come dighe, ponti, impianti industriali ecc. ha da sempre affascinato il topografo che, con le strumentazioni che la tecnica nel suo progredire gli ha messo a disposizione, lo ha risolto con metodologie sempre più adeguate e con sempre maggior precisione.

Con l'introduzione dei teodoliti di grande sensibilità abbiamo visto in passato le tecniche operative delle triangolazioni di precisione e quelle che prevedevano l'impiego di distanziometri di precisione quali le spranghe bi-metalliche (apparato di Bessel) o quelle dei fili invar (apparato di Jaderin), delle livellazioni di alta precisione, ecc.

Oggi lo sviluppo della tecnica elettronica ha messo a disposizione del topografo una ulteriore gamma di apparati distanziometrici la cui precisione, variabile a seconda degli scopi del costruttore e delle prassi operative di impiego, può raggiungere per certi apparati notevoli livelli.

Oggetto della presente relazione sono i risultati delle misure da me eseguite mediante l'impiego del geodimetro mod. 6 A nel periodo dal 1970 al 1972 per il controllo di una zona sospetta di movimenti di assestamento in una località prossima a Saline di Volterra sulla quale insistono impianti industriali di rilevante importanza.

La distanza cui si riferiscono queste misure avrebbe dovuto avere la funzione di « base di confronto » per il controllo dei movimenti di assestamento della struttura di un impianto industriale.

A tale scopo furono costruiti due pilastri in calcestruzzo in località che apparentemente davano garanzia di stabilità: il primo pilastro fu costruito nei pressi della casa colonica del Bulera sulla collinetta un Km circa a NO dell'impianto e l'altro sulla pendice del M. Gabro tre Km circa a O.

Le varie misure eseguite misero però in luce che anche questa distanza si stava accorciando a causa del movimento di assestamento della zona di uno dei pilastri, probabilmente quella del M. Gabro che per la sua natura, almeno in superficie, rocciosa fece trascurare la possibile influenza del vicino soffione boracifero.

I risultati di queste prime misure, che ritenni interessanti sia per l'entità del movimento rilevato che per la precisione raggiunta con il metodo di misura impiegato, mi hanno convinto a continuare le misure fino a completare un ciclo di due anni.

La prassi operativa adottata per la realizzazione di queste misure trova la sua giustificazione nell'analisi dei fattori di errore che concorrono a determinare l'approssimazione di una misura eseguita con strumenti elettro-ottici.

Trascurando i contributi degli errori di centramento dello strumento e del riflettore ridotti ad entità irrilevanti per effetto dell'impiego di particolari attacchi meccanici a centramento forzato e delle costanti strumentali che si elidono per effetto del reiterato impiego dello stesso strumento per l'intero ciclo di controlli, per i restanti fattori di errore sono stati costruiti accessori e stadiata una prassi operativa che hanno permesso di ridurre l'influenza.

Si ha così che:

1 - L'errore dovuto alla determinazione del ritardo di fase, per il controllo di una singola distanza non assume valori apprezzabili perché le variazioni delle condizioni climatiche stagionali per distanze di pochi chilometri comportano variazioni di pochi centimetri per cui le varie misure insistono praticamente sullo stesso settore. Per il confronto di distanze di diversa lunghezza un apposito cursore graduato permette di spostare lo strumento di misura fino ad ottenere che le misure assumano in una delle tre frequenze lo stesso valore di ritardo.

2 - L'errore dovuto alle variazioni annuali di frequenza di modulazione viene anche questo eliminato o fortemente ridotto mediante il controllo delle frequenze e riportandole al valore originario prima di ogni misura. La conferma della stabilità di frequenza viene data anche da controlli metrici eseguiti su distanze campioni o basi geodetiche.

3 - L'errore dipendente dall'approssimazione di misura dei dati meteorologici è sicuramente quello di più difficile controllo. Per ridurre l'influenza di questo errore si è avuto cura di eseguire le misure in giorni di buona visibilità, a cielo coperto, leggermente ventilati e nel periodo estivo al tramonto o di notte evitando di operare in pieno sole o con foschia.

La misura delle condizioni meteorologiche è stata oggetto di particolare cura: per la temperatura esponendo ai due estremi due termometri graduati al 1/5 di grado su appositi sostegni che li hanno mantenuti a m 2,50 dal suolo, all'ombra e in luogo ben ventilato; per la pressione attrezzando i due estremi con barometri olosterici previamente comparati ad un barometro a mercurio.

Le osservazioni meteorologiche sono state eseguite all'inizio e alla fine di ogni misura; pertanto la correzione relativa viene calcolata in base al valore medio di quattro osservazioni.

4 - L'errore di osservazione della media delle quattro fasi, per misure eseguite in buone condizioni di visibilità e buon livello del segnale di ritorno è di  $\pm 3$  mm. Poiché questo errore è di carattere accidentale e la prassi operativa adottata prevede per ogni misura quattro serie di osservazioni, si può ritenere che l'errore probabile di una misura sia:

$$\pm \frac{3}{\sqrt{4}} \approx 1 \text{ mm}$$

Ogni controllo è stato eseguito con almeno quattro misure complete i cui valori medi, relativi e.q.m. e intervalli di dispersione delle misure sono rappresentati nel grafico fig. 1.

Il grafico mostra con tutta evidenza la regressione rispetto ai tempi del valore della distanza sottoposta a controllo, gli e.q.m. e gli intervalli di dispersione delle misure indicano l'alto grado di precisione conseguito.

La variazione quasi lineare della distanza che è peculiare dei movimenti