

# *Nota Tecnica Segea*

---

N. 4 - Dicembre 1997

## *Il controllo strumentale dei rilevati*

## **1. Introduzione**

Come tutte le opere nel campo dell'Ingegneria Civile, la realizzazione dei rilevati richiede una fase di controllo che oltre a confermare le ipotesi progettuali serva alla verifica della stabilità della struttura, intesa come opera che comunque altera un preesistente equilibrio.

Il controllo dell'opera deve consentire, quindi, l'utilizzo della stessa in tutta sicurezza e garantire che il suo comportamento nel tempo non oltrepassi quei limiti strutturali nei quali l'opera è stata progettata e automaticamente non più fruibile.

Al fine di redigere un progetto di monitoraggio per il controllo dei rilevati si deve disporre dei:

- a) dati di progetto della struttura
- b) destinazione finale del rilevato (stradale, ferroviario, di contenimento, argini per vasche di decantazione, stoccaggio dei materiali di risulta, ecc.);
- c) rilievi delle analisi delle condizioni geo - litologiche ed idrogeologiche dei terreni di fondazione;
- d) dati relativi alla strumentazione e alle varie fasi di monitoraggio, il cui costo deve naturalmente essere commisurato al valore dell'opera e/o alle situazioni specifiche dove la stabilità del rilevato è di fondamentale importanza per la sicurezza di manufatti e persone esistenti nelle vicinanze.

La definizione del progetto è legata alla tipologia propria di ogni rilevato e alla relativa situazione geologica per cui è sempre arduo darne una rigida schematizzazione.

L'unico approccio possibile è pertanto un'analisi generale basata sui parametri richiesti dal progettista o dalla DD.LL. per valutare la stabilità e la sicurezza dell'opera. Tali parametri sono:

1. cedimenti:
  - 1.1 del corpo del rilevato
  - 1.2 della base di appoggio
  - 1.3 delle fondazioni

2. pressioni

- 2.1 totali nel piano di appoggio
- 2.2 interstiziali dei terreni di fondazione
- 2.3 interstiziali all'interno del rilevato

3. spostamenti orizzontali

- 3.1 prevalentemente alla base del rilevato
- 3.2 all'interno del rilevato

## ***2. Strumentazione necessaria ad acquisire i vari parametri di interesse***

### **2.1 Cedimenti**

All'interno del rilevato:

- colonne assestometriche
- sistemi di livellamento a celle e/o tazze livellometriche

Alla base di appoggio:

- piastre assestometriche
- profilatore dei cedimenti
- tubi inclinometrici orizzontali

Per le fondazioni:

- colonne assestometriche
- estensimetri a base lunga con ancoraggio normale (cementato) o speciale con otturatore idraulico

### **2.2 Pressioni:**

- totali: celle di pressione totale
- interstiziali: piezometri di Casagrande o altri tipi

### **2.3 Spostamenti orizzontali:**

- tubi inclinometrici verticali
- estensimetri speciali orizzontali per rilevati o anche inclinometri verticali

## **3. Breve descrizione della strumentazione**

### **3.1 Colonne assestimetriche**

Sono sistemi puntuali di misura, realizzati da elementi tubolari in materiale non ferroso.

La colonna, che segue i movimenti del terreno (i giunti tra i vari elementi sono telescopici), guida una serie di anelli, anch'essi scorrevoli sul tubo ma solidali con la porzione di terreno cui sono ancorati.

Gli anelli possono essere di due tipi (che individuano due tipi di strumentazione diversa):

- magnetici: una sonda elettrica con sensore a lamelle che chiude un circuito elettrico quando è nel campo magnetico generato dagli anelli; la sonda è collegata ad un cavo millimetrato in acciaio e quando è attivata fa suonare un cicalino posto all'interno dell'avvolgicavo
- metallici: vengono letti con una sonda elettromagnetica a variazione di induttanza; in questo caso è la sonda a creare un flusso magnetico che si richiude attraverso l'anello metallico. La lettura avviene grazie ad una centralina portatile con indice analogico a zero centrale.

Gli assestimetri magnetici sono i più comunemente utilizzati, i più economici, ma meno precisi rispetto a quelli metallici con sonda a trasformatore differenziale. Inoltre sono soggetti ad un'attenuazione graduale fino all'annullamento del campo magnetico da loro creato.

### **3.2 Sistemi di livellamento a celle o a tazze**

Tali sistemi vengono impiegati per il rilievo degli assestamenti verticali in punti non accessibili del rilevato. Le tubazioni vengono riempite di liquido e da sensori posti trasversalmente al rilevato che misurano le relative pressioni del carico idraulico che ha ampiezza pari al dislivello tra il punto d'installazione della cella e la stazione di misura. Tali sistemi vengono utilizzati generalmente nei grandi rilevati.

### **3.4 Piastre assestometriche**

Costituiscono un semplice mezzo per controllare l'abbassamento del piano di posa. Due tubi concentrici allungabili mediante avvitamento sono posizionati all'interno del rilevato, durante la sua costruzione.

Il tubo più piccolo (asta interna) è solidale con una piastra di base che è alloggiata sul piano di appoggio, mentre il tubo esterno (fodero) è isolato dalla piastra per mezzo di un manicotto elastico in modo da annullare gli attriti dovuti al movimento del materiale.

I movimenti della base sono letti in testa applicando sull'asta una piccola stadia di riferimento.

### **3.5 Profilatore dei cedimenti**

E' un sistema che consente di misurare e quindi registrare tutti gli assestamenti verticali di interesse porzioni trasversali del rilevato producendo un profilo orizzontale.

La misura viene presa da un trasduttore di pressione differenziale fra la pressione atmosferica e l'altezza di una colonna d'acqua disaerata. Tale pressione differenziale risulta essere uguale al dislivello tra un punto di riferimento (installato su di una piazzola alla base del rilevato) e i vari punti in cui viene eseguita la lettura.

La misura viene presa facendo scorrere la sonda contenente il sensore in una tubazione di polietilene di bassa/media densità lasciata in una trincea alla base del rilevato.

Confrontando i vari profili ottenuti dalle successive letture si determinano rapidamente, e con buona precisione, i valori degli assestamenti.

### **3.6 Celle di pressione**

Si veda documentazione allegata

### **3.7 Inclinometri orizzontali**

Il principio di misura è analogo a quello visto con il profilatore. In questo caso le letture vengono eseguite grazie ad una sonda che rileva nel piano verticale le deformazioni di un tubo inclinometrico deposto orizzontalmente precedentemente alla costruzione del rilevato.