



Solutions and Innovations for Structural Monitoring

SISMLAB s.r.l.
Spin-Off Università della Calabria
Via Pietro Bucci - 87036 Rende (CS) - ITALY
Tel. : 0984 - 447093 --- Fax: 0984 - 447093
E-mail: info@sismmlab.it---Internet: www.sismmlab.it

**MONITORAGGIO DI BARRE DI ANCORAGGIO PER LA
STABILIZZAZIONE DI PARETI ROCCIOSE**



Monitoraggio di barre di ancoraggio per la stabilizzazione di pareti rocciose

Premessa

La presente relazione è relativa al monitoraggio prodotto su barre tipo dywidag, usate per il consolidamento di costoni rocciosi, con acquisizione dei valori di sforzo nel corso del loro stato di esercizio e durante le fasi di messa in trazione. Il presente documento, illustra le finalità delle azioni di monitoraggio e controllo, applicate nel campo della ingegneria civile, si sofferma successivamente sugli obiettivi perseguibili con il monitoraggio nell'ambito delle operazioni di stabilizzazione.

1.0 Finalità delle azioni di monitoraggio e controllo

In generale, con l'espressione *Monitoraggio* si intende il complesso di operazioni volte ad acquisire in modo manuale o automatico dati relativi a determinati parametri fisici e meccanici, con i quali è possibile definire lo stato di efficienza di elementi portanti, al fine di poter così predisporre, interventi di salvaguardia in tempo utile. L'attività di monitoraggio consente di acquisire attraverso misure di spostamento su apposite basi, parametri di forza, da confrontare periodicamente in modo da prevenire condizioni di crisi o di mutati equilibri.

Il processo diagnostico si compone essenzialmente di alcune fasi tipiche:

- misurazione dei regimi di sforzo;
- trasmissione dei dati rilevati alle unità di lettura ed elaborazione;
- interpretazione dei dati numerici in termini di definizione dello stato di efficienza statica delle opere di ancoraggio.

Questa sequenza, se intesa in prospettiva come azione ciclica nei confronti del processo di decadimento nel tempo dei livelli qualitativi degli elementi strutturali, apre la strada verso l'innovazione del tradizionale "fare manutenzione" da una prassi per lo più collocata a valle dei processi di degrado, ad un intervento diagnostico che tende sempre più a caratterizzarsi come momento preventivo nella gestione della qualità degli elementi portanti nel tempo.

1.1 Monitoraggio tramite sensori a fibra ottica

Nota come *Optical Fibre Strain Monitoring System* (Sistema di monitoraggio della deformazione con [sensori a] fibre ottiche) o semplicemente *Smart Fibre System* (Sistema di fibre intelligenti), il dispositivo è costituito da un insieme ordinato di sensori a fibre ottiche annegabili in strutture di calcestruzzo (ponti, edifici, ecc), o in parti resistenti di calcestruzzo armato; esso consente per la prima volta di rilevare dall'interno il carico di deformazione con un procedimento assimilabile a quello del sistema nervoso umano.

L'*Optical Fibre Strain Sensor System* raccoglie i dati fornendo informazioni immediate sulla sicurezza e sulle condizioni dell'elemento portante esaminato, ovvero consente un monitoraggio a lungo termine della sua efficienza e sicurezza.

Monitoraggio di barre di ancoraggio per la stabilizzazione di pareti rocciose

I Sensori a fibra ottica sono strumenti che, sfruttando i principi di ottica ondulatoria, adottano per le misurazioni non più le proprietà della corrente elettrica bensì quelle della luce. Tale metodologia, che gli esperti definiscono “monitoraggio ottico”, è stata concepita per annullare gli svantaggi esibiti dalle attrezzature basate su principi di elettromagnetismo. Le nuove strumentazioni a fibra ottica possiedono difatti enormi vantaggi, tra i quali:

- immunità da campi elettromagnetici (che possono alterare le misurazioni);
- elevata precisione;
- sensori non invasivi e non distruttivi;
- affidabilità nel lungo periodo;
- possibilità di controllare contemporaneamente un elevato numero di punti di misura;
- possibilità di annegare i sensori nel calcestruzzo ed in altri materiali;
- facilità nell'installazione;
- piccolo formato e leggerezza;
- resistenza alla corrosione
- possibilità di trasferimento del segnale per grande distanza.

2.0 Finalità e Obiettivi del monitoraggio mediante sensori a fibra ottica applicato alle barre di ancoraggio

Come è noto, i costoni rocciosi sono spesso interessati dalla caduta di grosse porzioni di materiale che costituisce una tipologia particolare di frana.

La caduta massi è un tipico problema derivante dalla degradazione fisico-meccanica (disgregazione) e, più limitatamente, chimica (decomposizione) delle porzioni più superficiali di ammassi rocciosi in affioramento. Il fenomeno generalmente presenta alcune caratteristiche intrinseche proprie, tra le quali ricordiamo:

- La presenza di blocchi separati dal resto dell'ammasso roccioso oppure porzioni rocciose con legami di natura mineralogica limitati a superfici di contatto ridotte.
- Una morfologia superficiale con inclinazione elevata del pendio che rende instabili i blocchi.
- La presenza di discontinuità esposte ad attacchi da parte degli agenti della degradazione, sia meccanici che chimici.
- La presenza di forze esterne che possono scatenare il dissesto.

In questi casi, le tecniche di intervento più tradizionali per la stabilizzazione dei fronti di scavo o di scarpate e pendii instabili, prevedono l'impiego di chiodi, tiranti di ancoraggio o

Monitoraggio di barre di ancoraggio per la stabilizzazione di pareti rocciose

bulloni nell'ammasso roccioso. Questi sistemi sono definiti “attivi” in quanto migliorano sensibilmente le caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso, aumentando le forze di resistenza al taglio (coesione). Si tratta di elementi strutturali che, in esercizio, sono sollecitati a trazione, e che sono in grado di assorbire anche eventuali sollecitazioni taglienti. Tra i tiranti di ancoraggio, che sono elementi sollecitati in esercizio da sforzi di trazione e capaci di trasmettere forze, all'ammasso roccioso in cui sono inseriti, è tipico il sistema costituito da una “testa” munita di piastra di ripartizione e ed una “fondazione”, dotata di armatura. Le barre che solitamente si inseriscono possono essere in acciaio del tipo ad aderenza migliorata o in acciaio speciale ed a filettatura continua tipo Dywidag. Effettuate le fasi di perforazione e di inserimento della barra si esegue, con apposito sistema di distribuzione idraulica, la solidarizzazione della barra all'ammasso roccioso e solo a maturazione della malta avvenuta, si procede alla messa in trazione.

Il sistema messo in opera è per sua natura efficace, se produce un incremento della risorse a taglio grazie agli sforzi di pretensione. Inoltre, il complesso realizzato e costituito da tirante malta e roccia, evidenzia un proprio regime di equilibrio tra tutte le sue parti garantendo opportuni coefficienti di sicurezza.

Appare evidente che modifiche di qualsiasi natura tali da indurre perturbazioni allo stato di equilibrio riducono i coefficienti di sicurezza imposti in ambito progettuale. Le cause principali che possono modificare, quanto stabilito in ambito progettuale, sono sostanzialmente due, la prima è legata alla riduzione del carico di pretensione per cause di rilassamento proprie dalla barra o dei sistemi di bloccaggio, la seconda per la formazione di nuove superfici di discontinuità nell'ammasso roccioso che, inibiscono alcune aree di contatto tirante roccia. In entrambe le circostanze il risultato finale è una variazione del regime di sforzo lungo l'asse della barra.

Con i sistemi residenti a fibra ottica, è possibile perseguire l'obiettivo di controllare i regimi di sforzo presenti sulle barre in tempo reale e nel corso dell'esercizio. Naturalmente il controllo va eseguito su alcuni punti “spia” scelti sulla totalità delle perforazioni eseguite e attraverso un processo di acquisizione, definito nel piano di manutenzione, attuato periodicamente, al fine di verificare le immutate condizioni di sicurezza rilevate a valle del processo realizzativo (Relazione a Strutture Ultimate) e di entrata in servizio (Relazione di Collaudo).