

Recensioni

Condizioni di stabilità e spostamenti di una frana in argille varvate.

J.D.NIEUWENHUIS, *Variations in stability and displacements of a shallow seasonal landslide in varved clays*. AA Balkema, Rotterdam, 1990.

Lo studio dei movimenti franosi costituisce un argomento di grande attualità, vista la grande importanza scientifica e sociale che rivestono. L'entità dei danni provocati da fenomeni di questo genere è, purtroppo, paragonabile a quella dei danni provocati da terremoti o alluvioni; le frane, quindi, possono essere certamente catalogate tra le catastrofi naturali.

Come in molti settori della Geotecnica, anche in quello dei movimenti franosi, uno studio sistematico richiede accurate indagini in laboratorio ed in sito da una parte e una attenta modellazione teorica dall'altra. I costi e le difficoltà tecniche di una seria campagna sperimentale sono, però, molto elevati così che spesso diventa proibitivo eseguire queste indagini. Ciò comporta notevoli difficoltà nel reperire in letteratura casi ben documentati.

Come in molti settori della Geotecnica, anche in quello dei movimenti franosi, uno studio sistematico richiede accurate indagini in laboratorio ed in sito da una parte e una attenta modellazione teorica dall'altra. I costi e le difficoltà tecniche di una seria campagna sperimentale sono, però, molto elevati così che spesso diventa proibitivo eseguire queste indagini. Ciò comporta notevoli difficoltà nel reperire in letteratura casi ben documentati.

A questo proposito si vuole sottolineare anche l'attività della «Commission on Landslides and Other Mass Movements» della IAEG che ha proposto la stesura di un piano per la mitigazione dei rischi connessi alle frane da attuarsi nella decade 1990-2000: questo prevede anche la creazione di una banca dati simile a quella già esistente per i terremoti.

In questo contesto si colloca la monografia che qui si recensisce.

Il lavoro si inserisce in un programma di ricerca avviato dalla Università di Utrecht nel 1979 per lo studio di alcuni movimenti franosi verificatisi nel Sud della Francia. Attraverso dettagliate indagini in sito ed in laboratorio, l'Autore fornisce un quadro completo di una di queste frane, evidenziando i diversi fattori che possono influenzarne i movimenti.

Il corpo di frana in istudio è situato a Sud di Grenoble, in un'area in cui affiorano estesi banchi di argille varvate, sedimenti glaciolacustri costituiti da una alternanza di strati di limo e di argilla disposti in direzione parallela al pendio. Numerose fratture attraversano longitudinalmente e trasversalmente il pendio, determinando una suddivisione del corpo di frana in blocchi.

Ad una profondità variabile tra 4 e 8 m è stata evidenziata la presenza di una superficie di scorrimento. Il moto della frana è caratterizzato da uno spostamento rigido dei blocchi lungo questa superficie.

I notevoli movimenti del corpo di frana hanno stimolato l'interesse dei ricercatori del

l'Università di Utrecht che, in collaborazione con l'IRIGM (Institut de Recherches Interdisciplinaires de Géologie et de Mécanique) dell'Università «Joseph Fourier» di Grenoble, hanno provveduto alla installazione di una opportuna strumentazione.

Una prima campagna di indagini è stata svolta nel 1979; in quella fase furono installati piezometri a tubo aperto e picchetti topografici. Successivamente la strumentazione fu integrata mediante inclinometri fissi e mobili e pluviometri.

Al primo capitolo introduttivo di carattere generale fanno seguito quattro capitoli in ciascuno dei quali si affronta un aspetto particolare del problema in esame.

Il secondo capitolo è dedicato interamente all'analisi dei dati piezometrici raccolti durante gli anni in cui la frana è stata tenuta sotto osservazione. Questi dati mostrano una discreta relazione tra le misure piezometriche e quelle pluviometriche; l'analisi delle misure evidenzia una risposta alquanto rapida dei piezometri alle variazioni del regime delle precipitazioni, nonostante la bassa permeabilità delle argille varvate in direzione ortogonale agli strati. Una possibile spiegazione di questa relazione è ricercata dall'Autore in quello che accade in corrispondenza delle fratture che costituiscono le vie preferenziali di drenaggio delle acque di ruscellamento. Queste fratture sono riempite dal materiale trasportato dall'acqua di superficie, in generale più permeabile delle argille varvate. Di conseguenza, attraverso questo materiale, l'acqua si infila facilmente negli strati più permeabili del deposito.

Partendo da tale considerazione l'Autore studia il regime idraulico sotterraneo. Il primo passo è lo studio del moto dell'acqua nelle fratture, ipotizzando il materiale di riempimento una volta saturo ed un'altra parzialmente saturo; il secondo passo è la valutazione delle portate in entrata ed in uscita nel deposito attraverso le fratture. Isolato un elemento di dimensioni finite all'interno di una frattura, l'Autore scrive ed integra nelle diverse condizioni di saturazione del materiale l'equazione di conservazione della massa. Mediante un'approfondita trattazione analitica l'Autore arriva alla determinazione delle possibili variazioni del livello piezometrico nelle argille varvate conseguenti ad un periodo di pioggia di intensità nota.

Il confronto tra i risultati del calcolo e le misure in sito è soddisfacente.

Alcune considerazioni sulla resistenza che si sviluppa lungo la superficie di scorrimento sono svolte nel terzo capitolo. Particolare attenzione è stata dedicata alla determinazione della resistenza residua mediante indagini di

laboratorio consistite essenzialmente in prove di taglio anulare. Queste sono state eseguite con l'apparecchio di taglio anulare di Bishop opportunamente modificato ad Utrecht per risolvere alcuni problemi di carattere tecnologico.

Poiché il movimento franoso è caratterizzato da periodi di intensa mobilità, alternati a periodi anche prolungati di stasi, le prove sono state finalizzate ad accertare eventuali effetti di 'invecchiamento' sulla resistenza residua (mediante interruzioni più o meno prolungate delle prove) oltre a determinare l'eventuale dipendenza di quest'ultima dalla velocità di scorrimento.

I risultati delle prove non evidenziano effetti significativi dell'invecchiamento'.

Gli effetti della velocità di deformazione si manifestano sia come conseguenza dello sviluppo di sovrappressioni neutre che delle caratteristiche reologiche dello scheletro solido. Purtroppo l'impossibilità di misurare le pressioni neutre nell'apparecchio di taglio anulare non permette di separare l'effetto dei due fattori; pertanto, tenendo conto anche dei risultati sperimentali ottenuti da VAN GENUCHTEN [1989] con l'apparecchio di taglio diretto, l'Autore ha elaborato un'espressione che fornisce l'incremento di resistenza globale in funzione della velocità di deformazione.

Nel quarto capitolo viene presentata una analisi dettagliata della stabilità del pendio, tenendo conto dell'influenza che su di essa possono avere alcuni fattori morfologici.

Ad esempio, poiché il corpo di frana ha una caratteristica forma ad imbuto, l'Autore quantifica l'incremento di resistenza conseguente alla condizione di flusso convergente facendo riferimento al moto di un mezzo puramente coesivo in un canale assialsimmetrico con restringimento in una sezione [HILL 1948; PRAGER e HODGE, 1965], problema che ricorda quello di estrusione dei metalli. Questa soluzione viene estesa, in modo approssimato, ad un mezzo dotato di attrito e coesione.

Nella seconda parte del capitolo si riportano i risultati di analisi di stabilità di tipo tradizionale effettuate con il metodo di Janbu. La valutazione di questo coefficiente è svolta ipotizzando diverse condizioni al contorno: falda in corrispondenza della superficie di scorrimento, falda al piano campagna, presenza di eventuali ostacoli al piede, condizioni di flusso convergente. In questo calcolo, quindi, si portano in conto gli incrementi e i decrementi di resistenza corrispondenti alle diverse situazioni. I risultati che si ottengono (coefficiente di sicurezza variabile tra 1.044 e 0.87) sottolineano l'influenza dei diversi fattori sulla stabilità del pendio.

Nel quinto capitolo si cerca una relazione tra le piogge e gli spostamenti. A tale fine si individua un valore dell'intensità di pioggia critica, oltre la quale si verificano spostamenti significativi. Si cerca e si determina, inoltre, una relazione tra l'entità degli spostamenti, la lunghezza dei periodi di tempo con intensità di pioggia maggiore o uguale a quella critica ed una velocità media di spostamento.

Con una relazione di questo genere si possono prevedere le condizioni di stabilità del pendio relative a periodi per i quali sia stato studiato il regime delle precipitazioni.

Elaborando i dati provenienti da una stazione meteorologica vicina, relativi ad un periodo di 30 anni, l'Autore ottiene la distribuzione di probabilità delle lunghezze dei periodi ininterrotti di pioggia con intensità maggiore di quella critica e del numero di questi periodi per anno. Adottando il metodo Monte Carlo ed i dati ottenuti, si produce una simulazione

delle piogge per un periodo di 1000 anni.

Tali informazioni gli consentono di individuare una relazione tra spostamenti e piogge, permettendogli di prevedere il momento del collasso del pendio.

Nell'ultimo capitolo l'Autore analizza i vantaggi e gli svantaggi di una eventuale stabilizzazione della frana eseguita mediante dreni.

Nel complesso, la monografia è ampia e tocca un gran numero di argomenti. La cura con cui vengono affrontati gli aspetti analitici e l'organizzazione del lavoro è degna di nota.

Non tutti i temi sono, però, svolti in maniera esaustiva; in alcuni casi le difficoltà sperimentali sono state tali da impedire un adeguato approfondimento del problema investigato; d'altro canto, l'analisi approfondita di fenomeni così complessi come quelli affrontati deve tener conto di un numero talmente elevato di fattori da non permetterne una trattazione completa.

Da tali considerazioni si trae, comunque, la conclusione che solo studi approfonditi come quello in esame, basati su un accurato monitoraggio, costituiscono il modo migliore per eliminare le incertezze che troppo spesso ci accompagnano nello studio della stabilità del territorio e nelle scelte tecniche e politiche connesse alla sua utilizzazione.

(Gilda Guerriero)

HILL R. (1948) - *A theoretical analysis of the stresses and strains in extrusions and piercing*. J. Iron Steel Inst.

PRAGER W., HODGE P.G. (1965) - *Theory of perfectly plastic solids*. New York, Wiley.

VAN GENUCHTEN P.M.B. (1989) - *Movement mechanisms and slide velocity variations of landslides in varved clays in the French Alps*. Thesis, Utrecht University.