

Recensioni

La caduta del monolite chiamato « Threatening Rock »

S. A. SCHUMM, R. J. CHORLEY: *The fall of Threatening Rock*, « American Journal of Science », Vol. 262, n. 11, pp. 1041-54, 1964.

Nel 1941, nel Chaco Canyon National Monument (New Mexico, USA), un grosso monolite di arenaria, chiamato « Threatening Rock », cadde danneggiando parte delle rovine di un vecchio villaggio indiano.

Il canyon Chaco è situato, ad un'altitudine di circa 1.900 m. nella zona nord-occidentale del Nuovo Messico sull'alto fiume Chaco, un tributario del fiume San Juan.

Esso è inciso in una formazione di arenarie sovrapposte ad una formazione di argilloscisti, entrambe del Cretaceo superiore. La giacitura di tali formazioni è pressochè orizzontale.

Le arenarie (della potenza complessiva di 110-120 m) sono costituite da tre livelli distinti.

Il livello inferiore, entro cui sono scavati i fianchi quasi verticali del canyon, è attraversato da una serie di fratture sub-verticali molto spaziate ed è costituito da roccia con caratteristiche meccaniche relativamente scadenti (resistenza a compressione dell'ordine di 180 kg/cm² e porosità dell'ordine del 28 %).

Il contatto tra arenarie ed argilloscisti corre all'incirca al piede dei fronti costituenti le pareti del canyon, in alcune zone il contatto è coperto da alluvioni che coprono il fondovalle (spessore dell'ordine dei 12 m).

Lungo le pareti del canyon si osservano grossi blocchi di arenaria in diversi stadi di distacco dalla montagna. Il modellamento dei fianchi del canyon (distacco, spostamento e caduta di grossi monoliti) sarebbe dovuto alla filtrazione delle acque meteoriche attraverso le arenarie ed alla sottoescavazione operata da tali acque, emergenti al contatto tra arenarie ed argilloscisti, specialmente dove tale contatto si trova a quote più elevate del fondovalle e non è coperto dalle alluvioni. Via via che nuovi monoliti di arenaria si staccano dalla montagna secondo discontinuità preesistenti e si spostano fino a crollare,

nuove discontinuità, più interne rispetto ai fronti, avrebbero la possibilità di aprirsi e di far progredire l'azione erosiva.

Il « Threatening Rock » era un monolite lungo 46 m, alto circa 30 m e dello spessore di 9 m costituito da arenaria appartenente al livello inferiore della formazione. Esso poggiava sugli argilloscisti ed era completamente staccato dalla montagna. La distanza tra il monolite e la parete del canyon, negli anni precedenti la caduta, variava tra 3,00 e 4,00 m in alto e tra 0,90 ed 1,20 m in basso. Questa differenza tra la parte alta e la parte bassa, secondo gli A.A., sarebbe dovuta non solo al progressivo inclinarsi del masso in seguito a rotazione, ma anche all'azione erosiva degli agenti atmosferici sulle superfici della frattura, più intensa nelle zone superiori della frattura stessa.

Alla base della parete esterna del monolite lo scalzamento al piede era più o meno accentuato. Sul limite occidentale, per una lunghezza di circa 20 m, il sottoscavo variava da 1,20 a 4,50 m (massimo spessore del monolite circa 10 m a metà altezza), nella restante parte del fronte esterno tra 0,90 ed 1,80 m.

Misure degli spostamenti del monolite furono eseguite, con rilevamenti mensili, dal novembre del 1935 fino alla sua caduta avvenuta nel gennaio del 1941. Furono rilevati gli spostamenti di alcuni punti, posti sulla parete posteriore del monolite in alto, rispetto al fronte da cui la roccia si era staccata.

La curva spostamenti-tempo (fig. 1) presenta, a tempi eguali, incrementi degli spostamenti crescenti molto rapidamente. Tale andamento, secondo gli A.A., indicherebbe che eventi geomorfologici od erosivi, del tipo in esame, sono preceduti da manifestazioni di grandezza progressivamente crescente fino alla caduta.

Nel periodo 1936-40, nella zona del canyon Chaco, si ebbe una piovosità media annuale di 239 mm, con un massimo di 326 mm nel 1940 ed un minimo di 196 mm nel 1939. Le precipitazioni nevose furono in media ogni anno di 396 mm, con un massimo di 620 mm nel 1939 ed un minimo di 56 mm nel 1940.

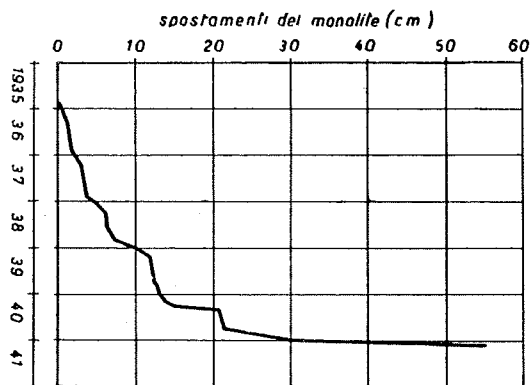


Fig. 1 - Spostamenti del monolite nei cinque anni precedenti la caduta.

Gli A.A. hanno cercato di correlare l'entità delle precipitazioni con gli andamenti degli spostamenti del monolite.

I periodi di movimento relativamente più veloce del monolite coincidono con i mesi invernali (v. fig. 1), mesi in cui sono concentrate tutte le precipitazioni nevose dell'anno ed in cui la piovosità presenta dei minimi. Secondo gli A.A., tale fatto potrebbe essere giustificato ammettendo che le precipitazioni nevose abbiano maggiore influenza di quelle piovose sul dilavamento degli argilloscisti al piede dei fronti e quindi sugli spostamenti del monolite. Infatti, pur registrandosi in media una maggiore caduta di pioggia nei mesi estivi rispetto a quelli invernali, le acque piovane non avrebbero la possibilità, forse a causa dell'elevata evaporazione, di alimentare una circolazione nelle arenarie e di scaturire al contatto con gli argilloscisti. La neve, invece, si accumulerebbe tra monolite e fronte e, durante lo scioglimento, alimenterebbe con continuità la circolazione delle acque al contatto tra i due terreni.

Tra il 23 dicembre 1940 ed il 22 gennaio 1941 il monolite si spostò verso l'esterno di circa 25,4 cm e si abbassò di 10,0 cm. In precedenza si era abbassato di 7,6 cm, tra l'agosto 1937 e l'agosto 1939.

Secondo gli A.A. non è ben definibile il tipo del movimento durante il periodo delle misure. È possibile che il movimento fosse una rotazione del masso verso l'esterno e non uno scivolamento sugli argilloscisti sottostanti. Come s'è detto, tuttavia, questa differenza di ampiezza potrebbe essere il risultato dell'azione erosiva più intensa nella parte alta delle superfici della frattura.

Il 22 gennaio 1941, alle ore 12,40, mentre era in atto la misurazione mensile degli spostamenti del masso, si udirono scricchiolii provenire dalla massa della roccia ed il monolite si spostò verso l'esterno di circa 0,8 mm; alle ore 15,24 dello stesso giorno il « Threatening Rock » cadde, dividendosi in moltissimi frammenti che ricoprirono parte delle rovine del vecchio villaggio indiano.

Durante i 5 anni precedenti la caduta, il monolite si spostò verso l'esterno di circa 56 cm (di questi, 25,4 cm solo nell'ultimo mese). Una misura eseguita nel 1933 indicava che la distanza tra il monolite ed il fronte, alla base, era di circa 122 cm. Sulla base di tali dati gli A.A. deducono che complessivamente prima della caduta il masso si sarebbe allontanato dal fronte di circa 178 cm $(122 + 56 = 178 \text{ cm})$ ⁽¹⁾.

Nel tentativo di estrapolare a ritroso nel tempo l'andamento degli spostamenti del monolite e di valutare il tempo intercorso tra il distacco dal fronte e la caduta, gli A.A. riportano in diagramma bilogaritmico (v. fig. 2) l'allontanamento del monolite dal fronte in funzione del tempo (anni).

I punti riportati nel grafico sono 7: uno relativo allo spostamento un mese prima della caduta, 5 relativi ai 5 anni precedenti ed uno relativo al 1933. Gli A.A. hanno estrapolato la retta di regressione,

(1) Gli A.A., nell'assumere che il valore dello spostamento complessivo del monolite, al 1933, fosse pari alla distanza esistente tra la parete posteriore del masso alla base ed il fronte di distacco, hanno probabilmente trascurato l'allargamento della frattura prodotto dall'erosione. Essi, inoltre, avendo sommato gli spostamenti misurati alla sommità del monolite con quelli misurati alla base, devono aver ammesso che il movimento del monolite fosse uno scivolamento.

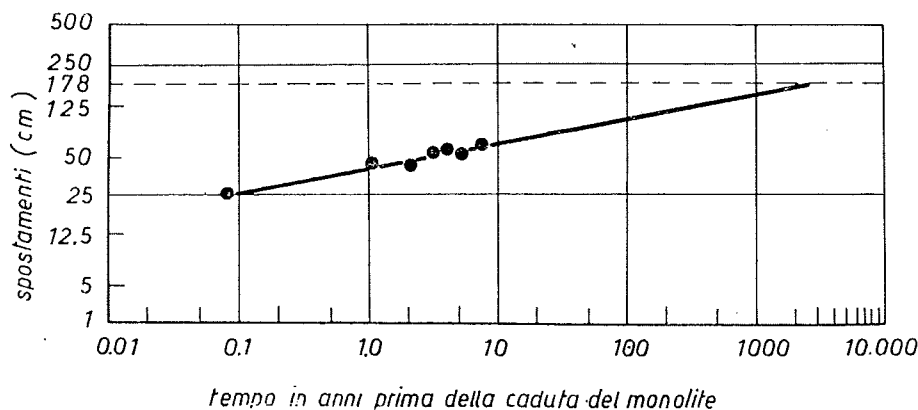


Fig. 2 - Relazione tra spostamenti e tempi prima della caduta del monolite.

tracciata per i 7 punti, fino a determinare il valore del tempo corrispondente all'ordinata del massimo allontanamento (178 cm). In tal modo risulta che l'intero movimento sarebbe avvenuto in 2500 anni. In altri termini, il monolite si sarebbe staccato dal fronte circa nel 550 a.C.

Secondo gli A.A. l'estrapolazione a ritroso nel tempo della retta di regressione sarebbe ammissibile, in quanto le condizioni climatiche nella zona, nei 2500 anni precedenti la caduta, non sono state sostanzialmente differenti da quelle attuali.

Secondo lo scrivente, però, l'estrapolazione della retta di regressione, basata solo su considerazioni relative alle condizioni climatiche, non sembra ammissibile senza una ricostruzione della meccanica del fenomeno.

In ogni caso, i dati a disposizione sono scarsi e concentrati in un intervallo di tempo ristretto, ri-

spetto alla durata del fenomeno, perchè si possano trarre delle conclusioni sicure.

Un'analisi statistica dei dati indica che, pur essendo il coefficiente di correlazione tra le due variabili altamente significativo e pur essendo la dispersione dei valori intorno alla retta di regressione molto piccola, man mano che ci si allontana dal punto medio, il grado di incertezza aumenta e raggiunge valori notevoli nel campo in cui mancano dati. Infatti, in corrispondenza dell'ordinata 178 cm il valore più probabile della durata del fenomeno, stimato sulla retta di regressione, è di circa 2500 anni (in accordo con quanto ricavato dagli A.A.), ma i limiti di fiducia al 90 % di tale valore sono tanto ampi che la durata del fenomeno potrebbe essere compresa tra circa 700 e circa 10.400 anni.

(Beniamino D'Elia)