

Rilevati paramassi: sviluppo e applicazioni

Frana di Quincinetto un caso applicativo

I rilevati paramassi si collocano tra gli interventi di difesa passivi; per il loro progetto, in linea generale, si deve partire dalla definizione della geometria dell'intervento (estensione longitudinale e altezza, posizionamento planoaltimetrico, ecc.), in relazione alle traiettorie dei blocchi che sono state previste, e si deve procedere con la scelta della tipologia costruttiva e della vita dell'opera.

Tra i tipi di intervento si hanno i rilevati in terreno selezionato compattato e i rilevati in terra rinforzata con rinforzi di differenti tipologie (geogriglie, geotessuti, reti metalliche, ecc.).

Occorre eseguire un'analisi di stabilità del pendio sul quale è fondato il rilevato, un'analisi di stabilità interna del rilevato in condizioni statiche e in condizioni dinamiche e definire le fasi e le procedure costruttive, in modo da valutare la fattibilità delle opere accessorie.

È necessario, inoltre, effettuare uno studio delle condizioni di durabilità dell'opera e dei suoi costituenti e delle modalità di manutenzione e di ripristino (se necessario) a seguito di uno o più impatti.



Figura 1 - Foto del paramento di monte di un rilevato paramassi in terra rinforzata in fase di costruzione

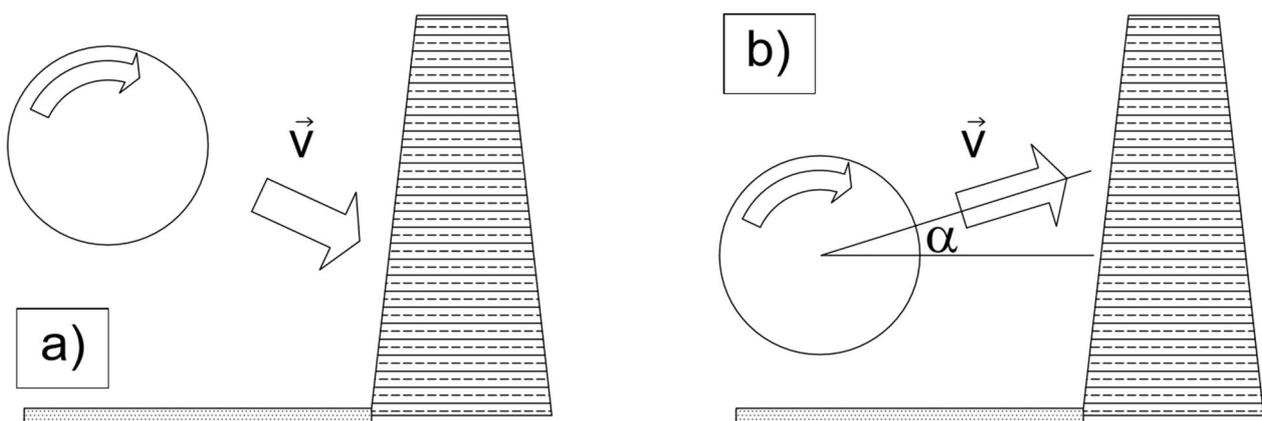
Tra le teorie che studiano specificamente la dinamica degli impatti sui terreni ve ne sono alcune che permettono di stimare la massima forza di arresto applicata al baricentro del blocco e da questa risalire alla massima profondità di penetrazione e di deformazione del rilevato.

I blocchi possono impattare animati non solo dal moto di traslazione, ma anche da un moto rotatorio, con energia cinetica di rotazione dell'ordine del 10-15% di quella totale (Spang, 1987; Azzoni et al., 1995; Giani, 1997). Poiché il paramento di monte del rilevato può avere inclinazioni (rispetto all'orizzontale) variabili da 90° (terre rinforzate) a 35° (rilevati in terra naturale), è necessario verificare in sede di progetto che il blocco, a causa del rotolamento sul paramento, non possa superare il rilevato.

Nel caso di rilevati con paramento ad alta inclinazione e considerando la direzione del moto di tipo "a)" (si veda Figura 2) vi è la pratica certezza di non superamento nel caso di opere di protezione realizzate in massi ciclopici, essendo l'urto prevalentemente elastico, e nel caso di rilevati in terra rinforzata, per cui l'impatto produce un'orma che impedisce l'instaurarsi di un moto rotatorio in grado di consentire la risalita lungo il paramento.

Considerando, invece, la direzione del moto di tipo “b)” è necessario verificare sia che la direzione della velocità, cioè l’angolo α , non sia prossima all’inclinazione del paramento, sia che l’energia cinetica del blocco in direzione verticale non consenta né lo scavalcamento, né un impatto nella parte sommitale del rilevato.

In caso di rilevati con paramenti a bassa inclinazione la direzione del moto “a)” non consente generalmente il superamento del rilevato paramassi, mentre il moto di tipo “b)” è estremamente critico, la direzione del masso dopo l’impatto nella trincea potrebbe essere dell’ordine di 35° , valore che, abbinato al moto rotatorio, potrebbe consentire al blocco di superare il rilevato. Per tale ragione, nella pratica progettuale, i rilevati non rinforzati sono stati sostituiti dai rilevati in terra rinforzata o, in alternativa, da rilevati di tipo misto, con l’uso di terra rinforzata e la restante porzione costituita da un rilevato non rinforzato.



**Figura 2 - Possibili condizioni di impatto del blocco contro il rilevato:
a) in volo libero - b) dopo il contatto all’interno della trincea di monte**

Per verificare l’impossibilità del lancio di frammenti si ha che il rilevato deve impedire che, in seguito a rottura del blocco sotto l’azione delle forze impulsive di arresto, si possano avere frammenti in grado di superare il rilevato e che, per l’effetto dell’impatto, parti rocciose costituenti il rilevato stesso possano mobilitarsi verso valle. Nel caso di rilevati di contenimento costruiti con terre (per i quali il rapporto tra il diametro dell’elemento costituente il rilevato e il diametro del blocco impattante è praticamente nullo) queste condizioni sono generalmente rispettate.

Tuttavia è possibile che massi di eventi passati, trattenuti dal rilevato e depositati alla sua base, vengano colpiti da nuovi blocchi; pertanto è sempre prudente realizzare in testa al rilevato una barriera elastica, anche di modesta resistenza e a maglia stretta, in grado di trattenere eventuali frammenti provenienti dallo scheggiamento dei massi.

Analizziamo ora il caso di studio: l’evento franoso del Comune di Quincinetto (TO).

La frana in questione sovrasta un’area comunale e l’autostrada A5 Torino-Monte Bianco. Il fenomeno gravitativo si sviluppa in sinistra orografica del fiume Dora Baltea in località Chiappetti del Comune di Quincinetto.

Il fenomeno ha avuto inizio nel 2011 con un aggravamento nel 2012, anno in cui alcuni blocchi hanno raggiunto il rilevato autostradale con proiezione di frammenti sulla sede autostradale, come si può vedere dalla Figura 3.



Figura 3 - Blocchi proiettati a ridosso del rilevato autostradale

Ad oggi (settembre 2016) è stato realizzato un progetto di messa in sicurezza che prevede interventi di tipo passivo costituiti da banche di smorzamento, bonifica dei grossi blocchi posti alla base del versante (relitti di un'antica frana post-glaciale) e realizzazione di un rilevato paramassi in terra rinforzata con geotessuti a protezione dell'autostrada internazionale.

Attualmente esiste un monitoraggio della parte alta del versante, seguito da ARPA Piemonte, che mostra un movimento continuo e inesorabile di un grosso accumulo di blocchi lapidei posti ad alta quota sopra l'area del distacco avvenuto nel maggio 2012. Tale fenomeno è stato anche individuato attraverso l'interferometria satellitare messa a disposizione dal Ministero dell'Ambiente con i rilievi satellitari.

L'analisi progettuale è stata condotta dall'ing. Giuseppe Manzone e dal geologo Andrea Lazzari con la collaborazione dell'ing. Andrea Manzone utilizzando il programma IS GeoRocce, prodotto e sviluppato da CDM DOLMEN; partendo da una back analysis dell'evento franoso del 2012 sono stati ricavati i coefficienti di restituzione energetica poi applicati alla condizione di progetto. Il programma IS GeoRocce ha permesso di controllare le energie di impatto sugli elementi posti a protezione dell'autostrada e di assicurare che non esistano traiettorie in grado di sormontare l'opera in progetto, ossia il rilevato.

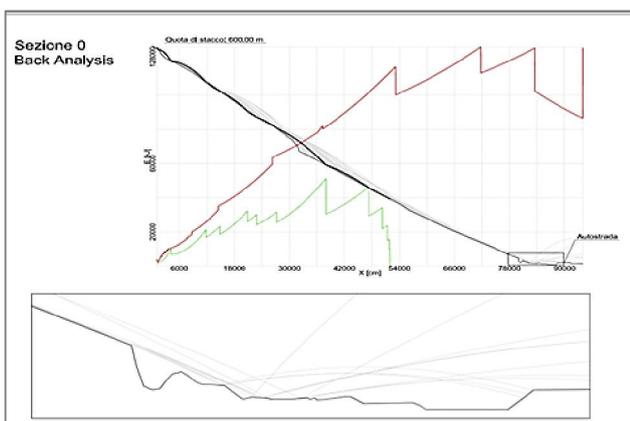


Figura 4- Back Analysis

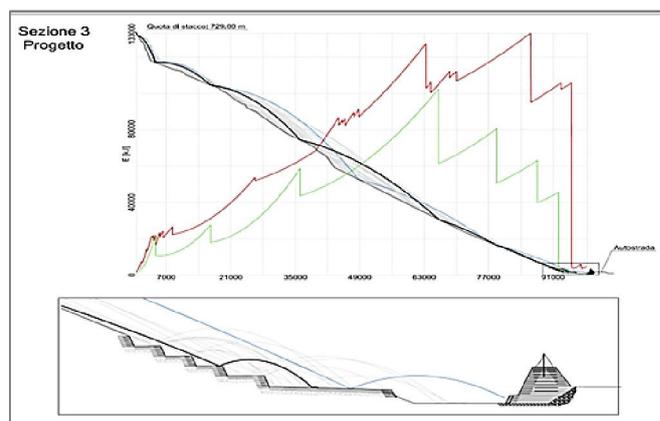


Figura 5 - Schema progettuale di difesa

Al fine di limitare le energie dei massi che impattano sui rilevati è stata anche progettata un'area di assorbimento energetico costituita da 5 banche di smorzamento che hanno limitato notevolmente l'energia cinetica di arrivo dei gravi, cosa dimostrata dal modello matematico applicato da IS GeoRocce.

Per approfondire l'utilizzo dei software per la valutazione della caduta massi in 2D e in 3D vi invitiamo a visitare le seguenti pagine:

<http://www.cdmdolmen.it/Prodotti/isgr.htm>

<http://www.cdmdolmen.it/Prodotti/isgm.htm>

L'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Piacenza, in collaborazione con CDM DOLMEN, organizza il seminario "STABILITÀ DI: PENDII IN TERRENI SCIOLTI E FRONTI ROCCIOSI CON CADUTA MASSI" che si terrà il 6 ottobre presso la Fiera Geofluid a Piacenza. Per informazioni ed iscrizioni:

<http://www.cdmdolmen.it/incontri/anno2016/locandina-geotecnica-piacenza.pdf>