



**Politecnico  
di Torino**



PIANO INTEGRATO TEMATICO (PITEM) “RISK - RESILIENZA, INFORMAZIONE,  
SENSIBILIZZAZIONE E COMUNICAZIONE AI CITTADINI”. PROGETTO RISK-ACT

## **ISTRUZIONI SULLA MANUTENZIONE DEI RILEVATI PARAMASSI IN TERRA NATURALE E RINFORZATA**

(Prodotto della ricerca 4.1 dell'accordo tra Regione Autonoma Valle d'Aosta e Politecnico di Torino di cui al PD n.7355 del 14/12/2020).

PROF. DANIELE PEILA (RESP. SCIENTIFICO)

30 Giugno 2022



**r!SK**





**Politecnico  
di Torino**

Dipartimento di Ingegneria  
dell'Ambiente, del Territorio  
e delle Infrastrutture



Rockfall  
Protection  
Engineering  
LABORATORY



## Sommario

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>MANUTENZIONI IN ASSENZA DI IMPATTO PER RILEVATI PARAMASSI SIA IN TERRA NATURALE CHE IN TERRA RINFORZATA.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>RILEVATI IN TERRA NATURALE: MANUTENZIONI A SEGUITO DI IMPATTI.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>RILEVATI IN TERRA RINFORZATA: MANUTENZIONI IN SEGUITO AD IMPATTI.....</b>	<b>6</b>



**Politecnico  
di Torino**

Dipartimento di Ingegneria  
dell'Ambiente, del Territorio  
e delle Infrastrutture



Rockfall  
Protection  
Engineering  
LABORATORY

# 1 INTRODUZIONE

La manutenzione dei rilevati paramassi sia rinforzati sia in terra naturale deve essere analizzata prendendo in considerazione due differenti aspetti:

- 1) la manutenzione in assenza di fenomenologie di impatto
- 2) manutenzione in presenza di impatti

La metodologia di rilievo è stata descritta compiutamente negli elaborati 3.1 (Scheda descrittiva rilevato paramassi e relativo stato di conservazione) e 3.2 (Scheda descrittiva rilevato paramassi e relativo stato di conservazione. Istruzioni per la compilazione) sviluppato nell'ambito del presente progetto di ricerca, a cui si rimanda.

Per quel che riguarda le procedure di manutenzione non sussistono linee guida o standard nazionali o internazionali che propongano una metodologia codificata sia per l'ampio campo di variabilità delle casistiche che possono verificarsi sia per le possibili differenze legate alla tipologia di rinforzi che possono essere utilizzati nel caso di rilevati in terra rinforzata.

Il presente documento intende quindi fornire una panoramica delle possibili criticità e delle esigenze di interventi manutentivi, senza poter, per altro, essere esaustivo data l'ampia variabilità delle possibili casistiche che possono verificarsi.

## 2 MANUTENZIONI IN ASSENZA DI IMPATTO PER RILEVATI PARAMASSI Sia IN TERRA NATURALE CHE IN TERRA RINFORZATA

In linea generale, in Italia, si deve fare riferimento a quanto usualmente previsto per le costruzioni in terra nelle normative in vigore, sia per i rilevati in terra naturale che quelli in terra rinforzata. In particolare deve essere previsto un controllo regolare delle opere con una ciclicità annuale (vedasi elaborati 3.1 e 3.2, per verificare se si siano innescati fenomeni che richiedano interventi di manutenzione:

- fenomeni di erosione accelerata dovuti alle precipitazioni meteoriche sui paramenti.
  - in questo caso si deve intervenire con urgenza per ripristinare le condizioni esistenti ed evitare che il fenomeno possa incrementarsi;
- fenomeni di dissesto in fondazione (con innesco di superfici di scivolamento a valle e la presenza di tension crack sul corpo del rilevato).
  - in questo caso si deve intervenire immediatamente con uno studio specifico di stabilità per l'identificazione delle cause dei fenomeni;
- fenomeni di interferenza con il reticolo idrografico superficiale.
  - in questo caso si deve avviare una valutazione specifica delle problematiche;
- crescita di vegetazione potenzialmente ad alto fusto sui paramenti del rilevato o sul suo coronamento.
  - la vegetazione in via attecchimento deve essere rimossa per evitare l'azione di dissesto indotta dall'apparato radicale.

## 3 RILEVATI IN TERRA NATURALE: MANUTENZIONI A SEGUITO DI IMPATTI

La manutenzione di questo tipo di opere a seguito di impatto non è pianificata né descritta in nessuna linea guida o standard disponibile a livello nazionale o internazionale.

Nel caso di crolli possono, per altro, verificarsi differenti situazioni e nel seguito si fa riferimento alle situazioni osservate più frequentemente (vedasi anche documento 5.1 Applicazione delle metodologie a rilevati paramassi in terra naturale e rinforzata in Valle d'Aosta).

E' fondamentale comunque sottolineare che data la variabilità delle condizioni, per ogni specifico caso si debba realizzare una progettazione specifica che valuti la potenziale situazione di criticità indotta dall'impatto. La seguente lista deve quindi essere considerata come un'indicazione generale e non esaustiva né nelle condizioni che possono essere osservate né delle soluzioni da adottare.

- presenza di detrito e blocchi a immediatamente a monte del rilevato.
  - in questo caso il detrito ed i blocchi devono essere rimossi per evitare che possano facilitare il superamento del rilevato stesso. Infatti questa situazione riduce da un lato l'altezza utile del rilevato e dall'altra può facilitare l'instaurarsi di traiettorie che possono portare al suo superamento (vedasi relazione 1.1.1 dei prodotti della presente ricerca, a cui si rimanda). Nel caso di ridotte volumetrie può essere demandato ad un'ispezione di un tecnico qualificato la decisione in merito;
- impatto di blocchi singoli di grandi dimensioni (rispetto al corpo del rilevato) infissi nel paramento a seguito dell'impatto;
  - in questo caso deve essere realizzata una valutazione specifica sull'opportunità o meno della rimozione del blocco, in quanto la rimozione richiederebbe la ricostruzione dell'opera;
  - se l'impatto ha indotto uno spostamento sul paramento di valle questo deve essere riportato nelle condizioni originarie per evitare irregolarità geometriche che potrebbero indurre fenomeni di ruscellamento superficiale;
- impatto di blocchi singoli di piccole dimensioni (rispetto al corpo del rilevato) infissi nel paramento a seguito dell'impatto.
  - in questo caso può non essere necessaria la rimozione dei blocchi. E' però necessario verificare che la presenza dei blocchi non induca fenomeni di ruscellamento anomalo sul paramento impattato concentrando il ruscellamento nel suo intorno (per almeno 2 cicli stagionali)
- presenza di cavità indotte da blocchi che non si sono arrestati sul paramento ma hanno impattato e poi sono rimbalzati indietro;
  - in questo caso si deve prevedere il riempimento delle cavità per evitare i fenomeni di erosione superficiale.  
La complessità e la variabilità delle possibili geometrie rende difficile definire schemi univoci di intervento.  
La maggiore criticità è l'impossibilità di realizzare un adeguato compattamento del terreno. Potrebbe pertanto essere utile prevedere l'installazione superficiale di una rete elettrosaldata e di una geostuoia adeguatamente collegata con picchetti al terreno che agiscano come contenimento fino alla crescita della vegetazione erbacea.
- stato di elevato danneggiamento del rilevato nella porzione impattata;
  - in questo caso è necessario prevedere la ricostruzione locale dell'opera.

## **4 RILEVATI IN TERRA RINFORZATA: MANUTENZIONI IN SEGUITO AD IMPATTI**

La manutenzione di questo tipo di opere a seguito di impatto non è pianificata né descritta in nessuna linea guida o standard disponibile a livello nazionale o internazionale.

Nel caso di crolli possono, per altro, verificarsi differenti situazioni e nel seguito si fa riferimento alle situazioni osservate più frequentemente (vedasi anche documento 5.1 Applicazione delle metodologie a rilevati paramassi in terra naturale e rinforzata in Valle d'Aosta).

E' fondamentale, però, sottolineare che data la variabilità delle condizioni, per ogni specifico caso si debba realizzare una progettazione specifica per valutare con precisione la potenziale situazione di criticità indotta dall'impatto.

La seguente lista deve quindi essere considerata come una indicazione generale e non esaustiva né nelle condizioni che possono essere osservate né delle soluzioni da adottare.

- presenza di detrito e blocchi a immediatamente a monte del rilevato.
  - in questo caso il detrito ed i blocchi devono essere rimossi per evitare che possano facilitare il superamento del rilevato stesso. Infatti questa situazione riduce da un lato l'altezza utile del rilevato e dall'altra può facilitare l'instaurarsi di traiettorie che possono portare al suo superamento. Nel caso di ridotte volumetrie può essere demandato ad un'ispezione di un tecnico qualificato la decisione in merito alla sua rimozione;
- impatto di blocchi singoli di grandi dimensioni (rispetto al corpo del rilevato) infissi nel paramento a seguito dell'impatto;
  - in questo caso deve essere realizzata una valutazione specifica sull'opportunità o meno della rimozione del blocco, in quanto la rimozione richiederebbe la ricostruzione dell'opera;
  - se l'impatto ha indotto uno spostamento sul paramento di valle questo deve essere riportato nelle condizioni originarie per evitare irregolarità geometriche che potrebbero indurre fenomeni di ruscellamento superficiale. Questa operazione potrebbe essere particolarmente complessa per la presenza delle geogriglie e del cassero in rete elettrosaldata superficiale. Se lo spostamento è di piccola entità può essere sufficiente un ricoprimento con una geostuoia ed un rimodellamento locale del terreno. E' comunque raccomandato un controllo per due cicli stagionali;
- impatto di blocchi singoli di piccole dimensioni (rispetto al corpo del rilevato) infissi nel paramento a seguito dell'impatto.
  - in questo caso può non essere necessaria la rimozione di tali blocchi verificando però lo stato di danneggiamento della rete elettrosaldata superficiale. Potrebbe essere opportuno l'installazione di una geostuoia di rinforzo locale nell'intorno del blocco. E' necessario verificare che la presenza dei blocchi non induca fenomeni di ruscellamento anomalo ed è quindi raccomandabile un controllo per almeno 2 cicli stagionali;
- presenza di cavità indotte da blocchi che non si sono arrestati sul paramento ma hanno impattato e poi sono rimbalzati indietro. questo caso è il più complesso da affrontare dato che si sono certamente danneggiati e deformati il cassero superficiale, il risvolto della geogriglia e le geogriglie di rinforzo. In aggiunta il terreno nell'intorno delle zone dell'impatto si è deformato e compattato.
  - possono quindi essere previsti due casi: impronte di piccola entità e impronte di grande volumetria.
    - nel primo caso, la stabilità anche locale del rilevato non viene compromessa. Pertanto è possibile o non fare alcun intervento o semplicemente installare una geostuoia aggiuntiva localmente per proteggere per un tempo limitato la zone impattata;
    - nel secondo caso, invece è necessario prevedere il riempimento delle cavità per evitare che si inneschino fenomeni di erosione superficiale e fenomeni di instabilità locale. La complessità e la variabilità delle possibili geometrie e dei vari tipi di rinforzo rende difficile definire schemi univoci di intervento. Le maggiori criticità in questo caso sono l'impossibilità di realizzare un adeguato compattamento del terreno, l'impossibilità di ripristinare la geogriglia danneggiata e quindi la sua azione di contenimento. In questi casi si potrebbe prevedere l'installazione di una rete elettrosaldata e di una geostuoia superficiali adeguatamente collegate con picchetti al terreno circostante per agire come contenimento del terreno fino alla crescita della vegetazione erbacea.



Se la volumetria dell'impronta fosse importante e l'azione di danneggiamento della geogriglia di rinforzo sia un fattore critico si dovrebbero adottare interventi in grado di supplire a questa mancanza di azione di contenimento. A titolo di esempio si potrebbero inserire, in aggiunta agli interventi precedentemente indicati, elementi di rinforzo locali (chiodi) suborizzontali, per realizzare un intervento di "clouage de soil" locale in grado di garantire la stabilità del paramento del rilevato. In questo caso il controllo nel tempo dell'efficacia dell'intervento risulta essere indispensabile;

- stato di elevato danneggiamento del rilevato nella porzione impattata;
  - in questo caso è necessario prevedere la ricostruzione locale dell'opera.